



Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

- + *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.
- + *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.
- + *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.
- + *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter <http://books.google.com> durchsuchen.

B 527237 DUPL





XIII
1900

VERHANDLUNGEN
DES
NATURWISSENSCHAFTLICHEN
VEREINS
IN
KARLSRUHE.

DREIZEHNTER BAND.

1895—1900.

Mit 5 Kartenbeilagen.

KARLSRUHE.
DRUCK UND VERLAG DER G. BRAUN'SCHEN HOFBUCHDRUCKEREI
1900.

gen.

INHALT.

Vorbericht.

Vorgänge von 1895 bis 1900:	Seite
Das Lokal	XI
Besuch und Uebersicht der Sitzungen	XI
Adressen, Beglückwünschungen, Festsitzungen	XII
Nachrufe	XIII
Bewilligung von Beiträgen	XIII
Veröffentlichungen	XIII
Rechnungsführung	XIII
Bibliothek	XIX
Vorstand	XXVI
Bewegung unter den Mitgliedern	XXVII
Mitgliederverzeichniss	XXIX

Sitzungsberichte.

475. Sitzung am 17. Mai 1895.	
<i>Jahr</i> : Ein einfaches, mikrophotographisches Verfahren	1
476. Sitzung am 31. Mai 1895.	
<i>Ammon</i> : Ueber den Stand der anthropologischen Arbeiten beim Musterungsgeschäft	5
<i>Wilser</i> : Abbildungen von in Höhlen gefundenen Statuetten aus Elfenbein	5
477. Sitzung am 14. Juni 1895.	
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung von Neumann's Tod	
(10) Gesuch der Anthrop. Kommission um Zuschuss	6
Beitrag zu einem Helmholtz-Denkmal	6
Herausgabe von Reutti's Werk „über die Lepidopteren“	6
<i>Wiener</i> : Die Darstellung des Mondes auf dem Bilde	6
<i>Meidinger</i> : Blitzschläge auf Aussichtsthürme	9

I*

410531

	Seite
478. Sitzung am 12. Juli 1895.	
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung von <i>Knoblauch's</i> Tod	
<i>Vorsitzender</i> : Einladung zur Enthüllung des <i>Ohm</i> -Denkmals	10
<i>v. Struve</i> : Der Planet Mars nach <i>Schiaparelli</i>	10
<i>Christiani</i> : Blitzgefahr in Orten mit Fernsprecheinrichtung	13
479. Sitzung am 8. November 1895.	
<i>Ristenpart</i> : Die Wanderung des Erdpols	18
480. Sitzung am 29. November 1895.	
<i>Engler</i> : Das System der Elemente	24
481. Sitzung am 12. Dezember 1895.	
<i>Doll</i> : Geschichte der Pocken und Schutzpockenimpfungen .	26
<i>Tross</i> : Zischen bei Blitzschlag	26
482. Sitzung am 10. Januar 1896.	
<i>Futterer</i> : Das Erdbeben von Laibach	26
<i>Schultheiss</i> : Mit Wasserdampf übersättigte Luft	29
<i>von Trautschold</i> : Ueber Röntgen-Strahlen	29
<i>Meidinger</i> : Sauer Milch aus gekochter Milch	29
" Heizversuche mit Oefen (Deckenstrahlung) . . .	30
483. Sitzung am 31. Januar 1896.	
<i>Vorsitzender</i> : Feier von <i>Sandberger's</i> 70. Geburtstag . . .	32
<i>Lang</i> : Ueber die <i>Weismann'sche</i> Theorie	32
484. Sitzung am 7. Februar 1896.	
<i>Lehmann</i> : Experimental-Vortrag über Röntgen-X-Strahlen .	37
485. Sitzung am 21. Februar 1896.	
<i>Vorsitzender</i> : Verein für wissenschaftliche Photographie in	
Berlin, Gründung	38
<i>Wilser</i> : Auslese und Kampf ums Dasein	38
486. Sitzung am 6. März 1896.	
<i>Honsell</i> : Bildung und Wirken der Erdbebenkommission . .	43
<i>Futterer</i> : Das Erdbeben vom 29. Januar 1896 in Baden .	44
<i>Pfeiffer</i> : Ueber Acetylen gas . 2	50
487. Sitzung am 1. Mai 1896.	
Generalversammlung: Thätigkeitsbericht, Kassenbericht	52
<i>Honsell</i> : Bezeichnung von Mitgliedern d. Erdbebenkommission	53
<i>Schultheiss</i> : Das Klima von Freiburg	53
<i>Wilser</i> : Nachtrag zum Vortrag in der 485. Sitzung . . .	55
488. Sitzung am 15. Mai 1896.	
<i>Vorsitzender</i> : Beitrag zu einer Expedition nach der Südpolar-	
region	55
<i>Engler</i> : Vorzeigen einer Lias-Muschel mit Erdöl	55
<i>Mie</i> : Bedeutung der <i>Hertz'schen</i> Mechanik	55
489. Sitzung am 5. Juni 1896.	
<i>Futterer</i> : Land und Leute im Süd-Ural	55
<i>von Trautschold</i> : Platin im Ural	58
490. Sitzung am 26. Juni 1896.	
<i>Bunte</i> : Ueber das Gasglühlicht mit Experimenten	59

491. Sitzung am 10. Juni 1896.	
<i>Scholl</i> : Ueber Reaktionsgeschwindigkeit und den Landold'schen Versuch	62
<i>Platz</i> : Ein Forlenfund in 12 m Tiefe	64
492. Sitzung am 23. Oktober 1896.	
<i>Vorsitzender</i> : Nachruf an † Wiener	64
<i>Vorsitzender</i> : Ueberreichung einer Festschrift und Adresse von S. K. H. dem Grossherzog bei dessen 70. Geburtstag und dessen Antwort	65
<i>Vorsitzender</i> : Enthüllung des Grashof-Denkmal	66
(11.) Gesuch der anthropologischen Kommission um Zuschuss	67
Ernennung von Dr. <i>Wilser</i> als Vorstandsmitglied an Stelle <i>Wiener's</i> , sowie Geh. Rath <i>Engler's</i> als 1. Vorsitzender und Hofrath <i>Lehmann's</i> als Stellvertreter .	67
<i>Schmidt</i> : Ueber Photographie in natürlichen Farben . . .	67
493. Sitzung am 6. November 1896.	
<i>Futterer</i> : Die Goldfelder Südafrika's	67
494. Sitzung am 20. November 1896.	
<i>Engler</i> : Stand der Ozonfrage	71
495. Sitzung am 4. Dezember 1896.	
<i>Lehmann</i> : Ueber das absolute Maasssystem mit Experimenten	74
496. Sitzung am 19. Dezember 1896.	
Gesuch der Erdbebenkommission um Beitrag	74
<i>Klein</i> : Ueber Bakterien und Stickstoff	75
497. Sitzung am 15. Januar 1897.	
<i>Wilser</i> : Anthropologische Mittheilungen	75
498. Sitzung am 12. Februar 1897.	
<i>Futterer</i> : Ueber das Erdbeben am 19. Januar bei Lahr . .	77
<i>Ammon</i> : Abbildungen von Funden in einer Grotte etc. . .	78
<i>Meidinger</i> : Ueber die trüben Tage vom 7. und 8. Februar	78
<i>Gräfenhan</i> : Schmerzstillende Bienenstiche	79
<i>Meidinger</i> : Gefahren gemeinsamer Kamine	79
499. Sitzung am 19. März 1897.	
<i>Leutz</i> : Das Horizontalpendel zu seismologischen Untersuchungen	79
<i>Meidinger</i> : Heizversuch mittelst Gasbeleuchtung	79
Sechs gemeinsame Versammlungen mit der deutschen Kolonialgesellschaft und dem deutsch-österreichischen Alpenverein	79
500. Sitzung am 7. Mai 1897.	
Generalversammlung: Thätigkeitsbericht, Neuwahl des Vorstandes, Kassenbericht	80
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung über Drucklegung von Reutti's Lepidopteren	80
<i>Engler</i> : Reise nach Aegypten	81

	Seite
Feier der 500. Sitzung durch Nachessen	87
<i>Meidinger</i> : Rückblick auf die Entwicklung des Vereins	87
501. Sitzung am 21. Mai 1897.	
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung von v. Trautschold's 50 jährigem Doktor-Jubiläum	89
<i>Ammon</i> : Messapparat für Schädel	89
<i>Haber</i> : Die Theorie und Praxis des Färbens	89
502. Sitzung am 4. Juni 1897.	
<i>Bartning</i> : Bericht über Kassenstand	90
<i>Meidinger</i> : Ueber Malton-Weine	91
<i>Schultheiss</i> : Wochenperiode der Gewitter in Industrieorten	93
503. Sitzung am 18. Juni 1897.	
<i>Futterer</i> : Die tektonische Karte von Südwestdeutschland	94
<i>Engler</i> : Reise in die Karpathen	97
<i>Gesuch</i> um einen Beitrag zur Herausgabe der tekt. Karte	97
504. Sitzung am 16. Juli 1897.	
<i>Mie</i> : Telegraphieren ohne Drähte, mit Versuchen	98
<i>Escherich</i> : Ueber Myrmekophilen	103
<i>Lehmann</i> : Neue Art Röntgenstrahlen	105
505. Sitzung am 22. Oktober 1897.	
<i>Lehmann</i> : Ueber die elektr. Entladungen, mit Versuchen	106
506. Sitzung am 5. November 1897.	
<i>Vorsitzender</i> : Nachruf an † Sohncke	112
<i>Futterer</i> : Ueber eine Forschungsreise nach Centralasien	113
<i>Gräbener</i> : Einige botanische Mittheilungen (japan. Conifere und Schlingpflanze)	114
<i>Meidinger</i> : Ueber die zur Zeit herrschenden Tiefnebel	114
507. Sitzung am 19. November 1897.	
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung von Wiedemann's 50 jähr. Doktor- Jubiläum	115
Beitrag zu einem Ferraris-Denkmal	115
<i>Schultheiss</i> : Vertikale Vertheilung der Lufttemperatur im Schwarzwald	115
<i>Meidinger</i> : Elektrische Bahnen in Budapest	117
<i>Nets</i> : Apparat zur Entwicklung der Formaldehyd-Dämpfe	117
Sitzung am 17. November 1897, auf Einladung der deutschen Kolonialgesellschaft.	
<i>Autenrieth</i> : Mein Vordringen ins Innere von Kamerun	118
508. Sitzung am 3. Dezember 1897.	
<i>Nüsslin</i> : Generations- und Fortpflanzungsverhältnisse der Pissoden	118
509. Sitzung am 7. Dezember 1897.	
<i>Hausrath</i> : Das Vordringen der Kiefer und der Rückgang der Eiche in der Rheinebene	119
510. Sitzung am 14. Januar 1898.	
<i>Brauer</i> : Das Zittern der Schraubendampfer	120

	Seite
<i>Honsell</i> : Die Bugwelle bei Schraubendampfern	121
<i>Lehmann</i> : Ueber die Krystallisationskraft	121
511. Sitzung am 28. Januar 1898.	
<i>Müller</i> : Die Bedeutung der Waldstreu	124
Sitzung am 2. Februar 1898 mit der deutsch. Kolonialgesellschaft.	
<i>Meyer</i> : Eine Reise nach Centralbrasilien	125
512. Sitzung am 11. Februar 1898.	
<i>Engler</i> : Wissenschaftliche Reise an das Rothe Meer	127
513. Sitzung am 4. März 1898.	
<i>Rupp</i> : Ueber Butter und Margarine	130
Sitzung am 7. März 1898 mit der deutschen Kolonialgesellschaft	
<i>Grünau</i> : über Korea	131
514. Sitzung am 18. Mai 1898. .	
<i>Engler</i> : Ueber Autoxydationen	131
<i>Meidinger</i> : Die Entwicklung des Beleuchtungswesens seit 100 Jahren	133
515. Sitzung am 29. April 1898.	
<i>Wüser</i> : Die Theorien von <i>Ranke</i> und <i>Sergi</i> über den Ur- sprung des europäischen Menschen	133
516. Sitzung am 20. Mai 1898.	
Generalversammlung: Thätigkeitsbericht, Kassenbericht, Wahl von <i>Battlehner</i> in den Vorstand	136
<i>Ammon</i> : Die Arbeiten der anthropologischen Kommission .	137
<i>Escherich</i> : Ueber Ameisengäste	137
517. Sitzung am 10. Juni 1898.	
<i>Scholl</i> : Ueber allotrope Modifikationen des Kohlenstoffs . .	139
v. <i>Kraatz</i> : Mittheilung über Futterer's Reise	140
518. Sitzung am 24. Juni 1898.	
v. <i>Kraatz</i> : Ueber Edelsteine	140
519. Sitzung am 8. Juli 1898.	
<i>Brauer</i> : Apparat zur Erleichterung des perspekt. Zeichnens	141
520. Sitzung am 22. Juli 1898.	
<i>Escherich</i> : Ueber Parasitismus im Thierreich	141
521. Sitzung am 21. Oktober 1898.	
(12) <i>Gesuch</i> der anthropologischen Kommission um Zu- schuss	142
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung über Futterer's Reise	142
" Vollendung von Reutti's Werk „Lepidopteren“	142
v. <i>Kraatz</i> : Ueber neuere Erdbeben in Baden	143
522. Sitzung am 4. November 1898.	
<i>Klein</i> : Die Physiologie des Weins	143
523. Sitzung am 18. November 1898.	
<i>Haid</i> : Die 1897 ausgeführten Schwerkraftmessungen . . .	143
<i>Meidinger</i> : Ueber den Kinematographen	143
<i>Mie</i> : Ueber Aetherion und Kathodenstrahlen	144

VIII

	Seite
524. Sitzung am 2. Dezember 1898.	
<i>Schleiermacher</i> : Ueber Wärmestrahlung	145
525. Sitzung am 16. Dezember 1898.	
<i>Lehmann</i> : Ueber die Harmonie der Töne	146
526. Sitzung am 18. Januar 1899.	
<i>Feier</i> zum 100. Geburtstag Eisenlohr's	155
<i>Kahlbaum</i> : Festvortrag	155
527. Sitzung am 8. Februar 1899.	
<i>Schultheiss</i> : Ergebnisse der Luftschiffahrt	157
528. Sitzung am 17. Februar 1899.	
v. <i>Kraatz</i> : Neuere Nachrichten von Futterer's Reise	160
" Das Erdbeben vom 14. Februar am Kaiserstuhl	160
<i>Mie</i> : Ueber Kathodenstrahlen	161
529. Sitzung am 3. März 1899.	
<i>Gelpke</i> : Ueber die Bubonenpest	168
<i>Engler</i> : Ueber ein neues Element Koronium	172
530. Sitzung am 17. März 1899.	
<i>Arnold</i> : Das magnetische Drehfeld	172
" Führung durch das neue elektrotechnische Institut	
531. Sitzung am 28. April 1899.	
<i>Feier</i> zur Rückkehr Futterer's mit anschliessendem Abendessen	175
<i>Futterer</i> : Ueber seine Reise durch Centralasien	175
Sitzung am 5. Mai 1899. Gemeinsam mit der deutschen Kolonialgesellschaft und dem alldeutschen Verband.	
<i>Buchrucker</i> : Reise in Deutsch-China und Schantung	177
532. Sitzung am 12. Mai 1899.	
<i>Vorsitzender</i> : Mittheilung von v. Struve's 80. Geburtstag und dessen Ernennung zum Ehrenmitglied	178
<i>Generalversammlung</i> : Bericht des Schriftführers und Kassiers, Neuwahl des Vorstandes	178
<i>Haber</i> : Die Bedeutung der Elektrochemie in der chemischen Technik	179
533. Sitzung am 2. Juni 1899	184
<i>von Struve</i> : Danksagung.	
<i>Clauss</i> : Gifte und Giftwirkungen.	
<i>Ammon</i> : Einige Ergebnisse der anthropologischen Untersuchungen in Baden.	
534. Sitzung am 16. Juni 1899.	
<i>Wagner</i> : Hauptgesichtspunkte der Pflanzengeographie	191
535. Sitzung am 30. Juni 1899.	
<i>Wöhler</i> : Die neuen Gase der Luft	191
536. Sitzung am 14. Juli 1899	193
<i>May</i> : Göthe's Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft	
<i>Lehmann</i> : Struktur flüssiger Krystalle.	

	Seite
537. Sitzung am 27. Oktober 1899	184
<i>Vorsitzender:</i> Bericht über die Feier des 100. Geburtstages von Schönbein in Basel.	
<i>Engler:</i> Ueber Oxydationsvorgänge.	
538. Sitzung am 10. November 1899	196
<i>Ammon:</i> Kurzköpfe und Langköpfe im südlichen Norwegen.	
<i>Meidinger:</i> Wärmewirkung der Teppiche und Doppel- oder Vorfenster.	
539. Sitzung am 1. Dezember 1899	199
<i>Wieggers:</i> Bericht über die Erdbeben des Jahres 1899.	
<i>Futterer:</i> Bericht über die Gründung der internationalen seismologischen Gesellschaft.	
<i>Delisle:</i> Neuerung an Topographischen Karten.	
540. Sitzung am 15. Dezember 1899	201
<i>Wüser:</i> Pithecanthropus erectus und die Abstammung des Menschen.	
541. Sitzung am 12. Januar 1900	201
<i>Netz:</i> Nahrungsmittel und Krankheitskeime.	
<i>Meidinger:</i> Gasausströmungen.	
542. Sitzung am 26. Januar 1900	204
<i>Lehmann:</i> Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle.	
543. Sitzung am 9. Februar 1900	204
<i>Klein:</i> Fortpflanzungsweisen niederer Organismen und ihre Beeinflussung durch äussere Einwirkungen.	
<i>Meidinger:</i> Ueber eine Ofenexplosion.	
544. Sitzung am 9. März 1900	205
<i>Futterer:</i> Die geologischen Bildungen Centralasiens und Chinas.	
545. Sitzung am 23. März 1900	208
<i>Battelhner:</i> Pest und Pestgefahr.	
546. Sitzung am 27. April 1900	215
Generalversammlung: Bericht des Schriftführers und des Kassiers.	
<i>Vorsitzender:</i> Vorschlag zur Herausgabe der Vereinsver- handlungen in kürzeren Fristen.	
<i>Lehmann:</i> Die künstliche Aenderung flüssiger Krystalle und die Erzeugung eiförmiger halbflüssiger Mischkrystalle.	

Abhandlungen.

1. Das Erdbeben vom 22. Januar 1896 in Baden (mit 2 Karten) von Prof. Dr. K. Futterer, 1896	1
2. Auslese und Kampf ums Dasein, mit besonderer Hinsicht auf den Menschen, von Dr. L. Wilser, 1896	196
3. Die Farbe der atmosphärischen Luft und etwas über die Göthe- sche Farbenlehre, von Geh. Hofrath Dr. Chr. Wiener, 1896	215

	Seite
4. Das Ozon, seine chemische Natur, sein Vorkommen in der Atmosphäre und seine sanitäre Bedeutung, von Geh. Rath Dr. <i>Engler</i> , 1896.	223
5. Ueber die Durchsichtigkeit höherer Luftschichten nach den Beobachtungen der Alpenaussicht vom südlichen Schwarzwald, von Prof. Dr. <i>Ch. Schultheiss</i> , 1896	262
6. Beiträge zur Theorie der elektrischen Entladungen in Gasen, von Hofrath Dr. <i>O. Lehmann</i> , 1896	280
7. Das Erdbeben in der Umgegend von Lahr am 19. Januar 1897. von Prof. Dr. <i>K. Futterer</i> , 1897	342
8. Ueber Röntgen-X-Strahlen, von Hofrath Dr. <i>O. Lehmann</i> , 1897	349
9. Das absolute Maasssystem, von Hofrath Dr. <i>O. Lehmann</i> , 1897	365
10. Die Anwendung des Horizontalpendels zu seismologischen Untersuchungen, von Prof. <i>H. Leuts</i> , 1897	388
11. Die mechanische Erklärbarkeit der Naturerscheinungen: Maxwell-Helmholtz-Hertz, von Dr. <i>G. Mie</i> , 1897	402
12. Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17. November 1891, von Dr. <i>E. Böse</i> , 1897. (Mit 1 Karte)	421
13. Bericht über die in Baden vom Herbst 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben, von Dr. <i>v. Kraatz-Koschlau</i> , 1898. (Mit 1 Karte)	448
14. Zum 100. Geburtstag Wilhelm Eisenlohr's, von Prof. Dr. <i>G. W. A. Kahlbaum</i> aus Basel	458
15. Vertheilung und Wirkung der Wärme in geheizten Räumen, von Hofrath Dr. <i>H. Meidinger</i>	503
16. Zum Vordringen der Kiefer und Rückgang der Eiche in den Waldungen der Rheinebene, von Prof. Dr. <i>H. Hausrath</i>	514
17. Goethe's Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft, von Dr. <i>W. May</i>	524
18. Der Pithecanthropus erectus und die Abstammung der Menschen, von Dr. <i>L. Wilser</i>	551
19. Bericht über die am 14. Februar und 3. Juli 1899 in Baden beobachteten Erdbeben, von Dr. <i>F. Wiegers</i> . (Mit 1 Karte)	577
20. Beiträge zur Geschichte des östlichen Centralasien und Chinas während der letzten geologischen Perioden, von Prof. Dr. <i>Futterer</i>	591
21. Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle, von Hofrath Prof. Dr. <i>Lehmann</i>	619
22. Die künstliche Aenderung flüssiger Krystalle und die Erzeugung eiförmiger halbflüssiger Mischkrystalle, von Hofrath Prof. Dr. <i>Lehmann</i>	630

Namensverzeichnis

der Redner in den Sitzungen und der Verfasser von Abhandlungen von 1896 - 1900 (Band XI - XIII)	637
---	-----

VORBERICHT

Das Lokal.

Das Versammlungslokal ist wie in früheren Jahren im Winter der kleine Saal im Gebäude der Gesellschaft „Museum“, im Sommer der Wirthschaftssaal des Gartengebäudes der genannten Gesellschaft gewesen. Gemeinsame Sitzungen mit anderen Vereinen haben im grossen Museumsaal stattgefunden. Mit Rücksicht auf experimentelle Demonstrationen haben zwei Sitzungen im physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule, je eine hat im elektrotechnischen Institut, im Hörsaal für Maschinenbau und in dem für Chemie stattgefunden.

Besuch und Uebersicht der Sitzungen.

	1895/96	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900
1. Sitzungen mit anderen Vereinen	—	6	3	1	—
2. Gewöhnliche Sitzungen	18	18	16	16	14
Gesamnter Besuch von 2	561	601	669	809	609
Mittlerer Besuch von 2	43	46	42	51	44
Zahl der Vorträge von 1 und 2	23	22	23	20	22
Davon trafen auf: Anthropologie	3	2	3	—	3
Astronomie und Zeit	2	—	—	—	—
Botanik, Bacteriologie	—	1	1	—	3

	1895/96	1896/97	1897/98	1898/99	1899/1900
Chemie	2	2	4	4	3
Elektrotechnik	—	—	—	1	—
Forstwissenschaft	—	—	2	—	—
Geodäsie, Topographie	—	—	—	1	1
Geologie, Mineralogie, Erdbebenkunde	2	5	1	3	3
Geschichtliches und Nachrufe	1	1	—	1	1
Medicin, Hygiene	1	1	1	1	3
Meteorologie, Luftschiffahrt	2	1	3	1	—
Photographie	1	1	—	—	—
Physik (reine und angewandte)	8	4	4	4	5
Reisebeschreibungen	—	2	3	1	—
Technik	—	2	3	2	—
Zoologie	1	—	3	1	—

Adressen, Beglückwünschungen, Festsitzungen.

Bei der Feier des 70. Geburtstages Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs betheilte sich auch der Verein durch Uebergabe einer Adresse und einer Festschrift (492. Sitzung). Dem Ehrenmitglied des Vereins, Herrn Geheimerath Professor Dr. von Sandberger in Würzburg wurde anlässlich seines 70. Geburtstages die Glückwünsche des Vereins übermittelt (483. Sitzung). An Herrn Professor Dr. Wiedemann in Leipzig, der früher dem Verein angehört hatte, und der sein 50jähriges Doktorjubiläum feiern konnte, wurde ein Begrüssungs-Telegramm übersandt (507. Sitzung). Den freudigen Anlass, dass das Mitglied Herr Geheimerath von Struve seinen 80. Geburtstag in voller Rüstigkeit feiern konnte, benützte der Verein, dem Jubilar seine Glückwünsche auszudrücken und ihn zum Ehrenmitglied zu ernennen (532. Sitzung). Die 100 jährige Wiederkehr des Geburtstages des früheren Mitbegründers und langjährigen Vorstandes Professor Eisenlohr wurde durch eine Festsitzung und einen Festvortrag (526. Sitzung), die Rückkehr des Herrn Professor Dr. Futterer von seiner Reise durch Centralasien wurde durch eine Festsitzung feierlich begangen (531. Sitzung). Die 500. Sitzung wurde durch ein gemeinsames Nachessen gefeiert.

Nachrufe.

Der jeweilige Vorsitzende widmete dem verstorbenen Vorsitzenden Geh. Hofrath Dr. Wiener, dem Ehrenmitglied Professor Dr. Sohncke in München, ferner Professor Dr. F. E. Neumann in Königsberg und Geheimerath Professor Dr. Knoblauch in Halle warme Nachrufe (492., 477., 478. Sitzung).

Bewilligung von Belträgen.

Der Anthropologischen Kommission des Alterthumsvereines in Karlsruhe wurden zur Fortführung und Vollendung ihrer Untersuchungen im Ganzen 460 M. (475., 492., 521. Sitzung), der Erdbebenkommission des Vereins wurden 200 M. für neue Meldebogen und für Seismometer bewilligt (496. Sitzung). Ausserdem wurden für ein Helmholtz-Denkmal in Berlin 100 M. (477. Sitzung), für ein Ferraris-Denkmal 50 Frs. (507. Sitzung) und für die deutsche Südpolar-expedition 100 M. (488. Sitzung) ausgesetzt.

Veröffentlichungen.

Die Neubearbeitung des Lepidopterenwerkes des verstorbenen Gerichtsnotars Reutti ist als 13. Band der Verhandlungen des Vereins herausgegeben worden (521. Sitzung).

Rechnungsführung.

Kassenstand im Jahre 1895/96.

Einnahmen.

1. Kassenrest von 1894/95	M.	881.12
2. Beiträge von 153 Mitgliedern à 5 M.	"	765.00
3. Zinsen	"	787.72
4. Conto-Corrent-Zinsen von der Badischen Bank	"	6.58
		<hr/>
	M.	2440.40

XIV

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porti, Inserate etc.	<i>M.</i>	203.81
2. Staats- und Gemeindesteuern	"	26.34
3. Lokalmiethe	"	62.—
4. Clichés etc.	"	170.46
5. Beitrag an die Anthrop. Kommission	"	200.—
Beitrag für das Helmholtz- Denkmal	"	100.—
		<hr/>
		<i>M.</i> 762.61
Kassenrest am 1. Mai 1896:		
baar in Kasse	<i>M.</i>	114.15
bei der Badischen Bank	"	1563.66
		<hr/>
		<i>M.</i> 1 677.81

Vermögensstand am 1. Mai 1896:

Werthpapiere	<i>M.</i>	19 742.86
Bei der Bank und baar	"	1 677.81
		<hr/>
Gesamtvermögen am 1. Mai 1896	<i>M.</i>	21 420.67
Gesamtvermögen am 1. Mai 1895	"	20 623.98
		<hr/>
Somit Zunahme in 1895/96	<i>M.</i>	796.69

Kassenstand im Jahre 1896/97.

Einnahmen.

1. Kassenrest von 1895/96	<i>M.</i>	1677.81
2. Beiträge von 153 Mitgliedern à 5 <i>M.</i>	"	780.—
1 rückständiger Beitrag vom Vorjahr	"	5.—
3. Zinsen	"	771.07
4. Conto-Corrent-Zinsen an der Badischen Bank	"	9.50
5. Für verkaufte <i>M.</i> 500.— 3 0/0 Preuss. Consols	"	497.75
		<hr/>
		<i>M.</i> 3736.13

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porti etc.	<i>M.</i>	532.08	
2. Staats- und Gemeindesteuern	"	27.13	
3. Lokalmiethe	"	63.—	
4. Drucksachen und Clichés	"	2514.96	
5. Beiträge f. Vortrag an den Alpen- verein	<i>M.</i>	17.40	
Beiträge f. Vortrag an den Kolonial- verein	"	120.52	
Beiträge für die Anthropologische Kommission	"	100.—	
		<u>237.92</u>	
			<i>M.</i> 3375.09
Kassenrest am 1. Mai 1897:			
baar in Kasse	<i>M.</i>	293.33	
bei der Badischen Bank	"	67.71	
		<u>361.04</u>	<i>M.</i> 361.04

Vermögensstand am 1. Mai 1897:

Werthpapiere	<i>M.</i>	19742.86
ab <i>M.</i> 500.— 3 ⁰ / ₁₀ Preuss. Consols	"	500.—
		<u><i>M.</i> 19242.86</u>
Bei der Bank und baar	"	361.04
Gesamtvermögen am 1. Mai 1896	<i>M.</i>	19603.90
Gesamtvermögen am 1. Mai 1895	"	21420.67
Somit Abnahme 1896/97	<i>M.</i>	1816.77

Kassenstand im Jahre 1897/98.

Einnahmen.

1. Kassenrest von 1896/97	<i>M.</i>	361.04
2. Beiträge von 172 Mitgliedern à 5 <i>M.</i>	"	860.—
Uebertrag	<i>M.</i>	1221.04

Uebertrag	<i>M.</i>	1221.04	
1 rückständiger Beitrag von 1896/97	"	5.—	
3. Zinsen	"	712.83	
4. Conto-Corrent-Zinsen von der Badischen Bank	"	5.53	
		<u> </u>	<i>M.</i> 1944.40

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porti etc.	<i>M.</i>	242.08	
2. Staats- und Gemeindesteuern	"	25.55	
3. Lokalmiethe	"	72.—	
4. Drucksachen	"	21.—	
5. Beitrag zum Ferraris-Denkmal	"	40.—	
		<u> </u>	<i>M.</i> 400.63

Kassenrest am 29. April 1898:

baar in Kasse	<i>M.</i>	21.00	
bei der Badischen Bank	"	1522.77	
		<u> </u>	<i>M.</i> 1543.77

Vermögensstand am 29. April 1898:

Werthpapiere	<i>M.</i>	19242.86	
Bei der Bank und baar	"	1543.77	
Gesamtvermögen am 29. April 1898	<i>M.</i>	20786.63	
Gesamtvermögen am 1. Mai 1897	"	19603.90	
Somit Zunahme 1897/98	<i>M.</i>	1182.73	

Kassenstand im Jahre 1898/99.**Einnahmen.**

1. Kassenrest von 1897/98	<i>M.</i>	1543.77	
2. Beiträge von 171 Mitgliedern à 5 <i>M.</i>	"	855.—	
3. Zinsen	"	673.50	
4. Conto-Corrent-Zinsen von der Badischen Bank	"	34.53	
		<u> </u>	<i>M.</i> 3106.80

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porti etc.	<i>M.</i>	351.37	
2. Staats- und Gemeindesteuern	"	26.34	
3. Lokalmiethe	"	80.—	
4. Drucksachen	"	2241.15	
5. Beitrag an die Anthrop. Kommission	"	160.—	
			<i>M.</i> 2858.86
Kassenrest am 9. Mai 1899:			
baar in Kasse	<i>M.</i>	28.74	
bei der Badischen Bank	"	219.20	
			<i>M.</i> 247.94

Vermögensstand am 9. Mai 1899:

Werthpapiere	<i>M.</i>	19242.86
Bei der Bank und baar	"	247.94
Gesamtvermögen am 9. Mai 1899	<i>M.</i>	19490.80
Gesamtvermögen am 29. April 1898	"	20786.63
Somit Abnahme 1898/99	<i>M.</i>	1295.83

Kassenstand im Jahre 1899/1900.**Einnahmen.**

1. Kassenrest von 1898/99	<i>M.</i>	247.94	
2. Beiträge von 180 Mitgliedern à 5 <i>M.</i>	"	900.—	
3. Zinsen aus Werthpapieren	"	673.10	
4. Conto-Corrent-Zinsen von der Badischen Bank	"	11.05	
			<i>M.</i> 1832.09

Ausgaben.

1. Dienerschaft, Abschriften, Porti etc.	<i>M.</i>	226.47	
2. Staats- und Gemeindesteuern	"	26.34	
3. Lokalmiethe	"	73.—	
4. Drucksachen	"	661.97	
			<i>M.</i> 987.78

XVIII

Kassenrest am 25. April 1900:

baar in Kasse	M.	111.96	
bei der Badischen Bank ..	"	732.35	
		<u> </u>	M. 844.31

Vermögensstand am 25. April 1900:

Werthpapiere	M.	19242.86	
Bei der Bank und baar	"	844.31	
		<u> </u>	
Gesamtvermögen am 25. April 1900	M.	20087.17	
Gesamtvermögen am 9. Mai 1899	"	19490.80	
		<u> </u>	
Somit Zunahme 1899/1900	M.	596.37	

Bibliothek.

Der Naturwissenschaftliche Verein unterhält zur Zeit mit 146 Stellen (Akademien, Vereinen, Museen etc.) einen Schriftenaustausch. Nachstehend sind mit Ausnahme der Veröffentlichungen, welche dem Verein regelmässig zugehen und welche im 11. Bande der Abhandlungen S. 493 u. ff. angegeben sind, alle Zugänge während der Berichtszeit vom Mai 1895 bis April 1900 aufgeführt.

Neuer Zugang zum Tauschverkehr seit Mai 1895.

- Bautzen. Naturwissenschaftliche Gesellschaft „Isis“. Sitzungsberichte und Abhandlungen. Bd. I. 1896 u. 1897.
- Buenos-Aires. Revista Argentina de historia natural. I. Bd. 1891.
- Buffalo. Society of natural sciences. Vol. V, No. 1—5. Vol. VI, No. 1.
- Chicago. Academy of Sciences. 48. Annual Report for the year 1895. Chicago 1896. 49. Annual Report for the year 1896. Chicago 1895.
- Crefeld. Verein für naturwissenschaftliches Sammelwesen. Jahresbericht II. 1895/96.
— Verein für Naturkunde. Jahresbericht III. 1896 bis 1898.
- Davenport (Jowa) U.S.A. Academy of natural sciences. Proceedings. Vol. VI. 1889—1897.
- Dresden. Genossenschaft Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. Sitzungsberichte und Abhandlungen. 1. Jahrg. 1896/97. Dresden 1897. 2. Jahrg. 1897/98. 3. Jahrg. 1898/99. Dresden 1899.

- Dresden. Verzeichniss der Büchersammlung. Ausgegeben im März 1897.
- Naumann, Dr. A. Dresdens Gartenbau bis zur Gründung der „Flora“. Eine Festschrift zur 70. Stiftungsfeier der Genossenschaft Flora.
- Poscharsky, G. A. Beiträge zur Flora von Croatien und Dalmatien. Eine Festschrift zur 70. Stiftungsfeier der Flora. Dresden 1896.
- Hamilton (Canada) Association. Journal and Proceedings. for session of 1896—97, No. XIII. Hamilton 1897; 1897—98, No. XIV. Hamilton 1898.
- Madison. Wisconsin. Geological and Natural. History Survey. Bulletin 1. 2.
- Milwaukee. Public Museum. Annual Report 4 u. 5. 1894 bis 1896. 16. Annual Report.
- Montevideo. Museo Nacional. Anales. Tomo II, Fasc. XI, XII; Tomo III, Fasc. IX, X.
- München. Ornithologischer Verein. Jahresbericht für 1897 u. 1898. München 1899.
- New-York. American Museum of natural history. Bulletin. Vol. VIII, IX, X u. XI. 1896—1899.
Annual report for 1896, 1897, 1898.
- Pará. Museu Paraense. Boletim. Vol. I, No. 3. 4. Vol. II, No. 1. 2. 3. 4.
- Philadelphia. Franklin Institute. Journal 1899. Vol. 147, No. 2.
- Prag. Deutscher Naturwissenschaftlich-Medicinischer Verein für Böhmen „Lotos“. Sitzungsberichte. Jahrg. 1896 u. 1897 (neue Folge 16. u. 17. Bd.).
- Regensburg. Königl. Botanische Gesellschaft. Denkschriften. VII Bd. Neue Folge I. Bd.
- Rio de Janeiro. Museo Nacional. Archivos. Vol. VIII. 1892.
Revista. Vol. I. 1896.
- San José. Museo Nacional. (Republica de Costa Rica.) Anales. Tomo I. 1887.
- Schweinfurt. Naturwissenschaftlicher Verein. Jahresbericht.
- Stockholm. Entomologiske Tidskrift. 1897, 1898.

- Tiflis. Physikalisches Observatorium. Meteorologische Beobachtungen. 1895 u. 1896.
- Tokio (Japan). Zoological Society of Tokyo. (Zoological Institute, Imp. Univ.) Annotationes Zoologicae Japonenses. Vol. I, Part IV—IV, Vol. II, Part I—IV, Vol. III, Part I.

Besondere Einsendungen.

a. Von Gesellschaften und Stellen.

- Braunschweig. Verein für Naturwissenschaften. Festschrift zur 69. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte. 634 S. (8.) Braunschweig 1897.
- Brüssel. Académie Royale des Sciences et des Beaux-Arts de Belgique. Tables générales du recueil du bulletin. 3. Série. Tome I—XXX. (1881—1895.) Bruxelles 1898.
- Budapest. Königl. Ungarische Naturwissenschaftliche Gesellschaft:
- France, Raoul, H. Der Organismus der Craspedomonaden. 248 S. (8.) Budapest 1897.
- A Légnyomás a Magyar Birodalomban. 1861. Töl. 1890 Jg. 204 S. (8.) Budapest 1897.
- Aquila. II. III. u. IV. Jahrg. 1895—1897, je 2 Hefte. (4.)
- Erdmagnetische Messungen in den Ländern der ungar. Krone. 1892—1894. 68 S. u. 3 Karten. (4.) Budapest 1896.
- A Zempléni Szigethegység Geologiai és Közettani Tekintetben. 63 S. u. 1 Taf. (4.) Budapest 1897.
- A Magyarországi Szitakotó-Félék Természetrájza. 78 S. u. 3 Taf. (4.) Budapest 1896.
- Chicago. Academy of Sciences.
- Calkins, W. W. The Lichen-flora of Chicago and vicinity. Chicago 1896.
- Baker, F. C. Preliminary outline of a new classification of the family Muricidae. Chicago 1895.
- Christiania. Königliche Universität:
- Fauna Norwegiae von G. O. Sars. Bd. I. 140 S. u. 20 Taf. (4.)

Christiania. Königliche Universität:

Norronaskaller. *Crania antiqua in parte orientali Norvegiae meridionalis inventa* von Justus Barth. 197 S. u. 9 Taf. (4.) Christiania 1896.

- Botanik. Protophyta: Diatomaceae, Silicoflagellata og Cilioflagellata. Af. H. H. Gran. 36 S. u. 4 Taf. (2.) Christiania 1897.

Dresden. Genossenschaft Flora. Gesellschaft für Botanik und Gartenbau. II. Jahrg. 1897/98.

Dürckheim. Pollichia. Naturwissenschaftlicher Verein der Rheinpfalz. Der Drachenfels bei Dürckheim a. d. H. Beitrag zur pfälzischen Landeskunde von Dr. C. Mehlis. II. Abtheilung. 42 S. u. 2 Taf. (8.) Neustadt 1897.

Florenz. Biblioteca nazionale. Pubblicazione dei R. instituto di studi superiori:

- Inverardi, G. Rendiconto Sommario dell' instituto ostetrico-ginecologico. 129 S. (8.) Florenz 1892.
- Chiarugi, H. Contribuzioni allo studio dello Sviluppo dei nervi encefalici nei mammiferi. 71 S. u. 3 Taf. (8.) Florenz 1894.
- Rossi, U. Sulla struttura dell' ovidutto del Geotriton Fuscus. 46 S. u. 1 Taf. (8.) Florenz 1895.
- Rossi, U. Contributo allo studio della struttura, della maturazione e della distruzione delle uova degli anfi. 38 S. u. 2 Taf. (8.) Florenz 1895.
- Oddi u. Rossi. Sul decorsa delle vie afferenti del midollo spinale. 42 S. und 4 Taf. (8.) Florenz 1891.
- Luciani, L. II Cervelletto. 320 S. (8.) Florenz 1891.
- Ristori, G. Cheloniani fossili. 104 S. (8.) Florenz 1895.

Frankfurt a. M. Physikalischer Verein:

- König, Dr. W. Göthes optische Studien.
- Senkenbergische Naturforschende Gesellschaft: Katalog der Reptiliensammlung im Museum der Senkenbergischen Naturforscher-Gesellschaft. 160 S. (8.) (Abgeschlossen Mitte Mai 1898.)

Graubünden. Naturforschende Gesellschaft. Die Fische des Kantons Graubünden von Dr. P. Lorenz in Chur. 135 S. (8) u. 1 Karte. Pfaffikon-Zürich 1898. (Beilage zum 41. Jahresbericht.)

Hannover. Naturhistorische Gesellschaft:

Flora der Provinz Hannover. Verzeichniss der in der Provinz Hannover vorkommenden Gefässpflanzen nebst Angabe ihrer Standorte von W. Brandes. 542 S. (8.) Hannover u. Leipzig 1897.

- Verzeichniss der im Provinzial-Museum vorhandenen Säugethiere. 30 S. (8.) Hannover 1897.
- Katalog der Vogelsammlung aus der Provinz Hannover. 24 S. (8.) Hannover 1897.
- Katalog der systematischen Vogelsammlung des Provinzial-Museums in Hannover. 106 S. (8.) Hannover 1897.

Lausanne. Université de Lausanne. Index Bibliographique de la Faculté des Sciences. Lausanne 1896.

Leipa. Nordböhmischer Exkursionsklub. Leipäer Dichterbuch. Eine Anthologie von A. Paudler. 114 S. (8.) Leipa 1898.

San José. Museo Nacional:

Documentos relativos a la participacion de Costa Rica en Dicho Certamen.

- Antigüedades de Costa Rica por Anastasio Alfaro. 37 S. u. 1 Taf. 1896. (8.)
 - Insectos de Costa Rica por J. Frd. Tristan. 21 S. 1897. (8.)
 - Moluscos terrestres y fluviatiles de la meseta central de Costa Rica por P. Biolley. 18 S. 1897. (8.)
 - Mamiferos de Costa Rica por Anastasio Alfaro. 51 S. 1897. (8.)
 - Informe 1896—1897. 7 S. 1897—1898. 16 S. (4.)
 - Etnologia Centro-Americana. Catalogo Razonado etc.
- Sidney.** Australian Museum. Catalogue of the Australian birds in the Austr. Mus. Parts 1 and 2: Acciptres and striges. Sidney 1898.
- Records of the Austr. Mus. Vol. III, No. 5. Sidney 1899.
 - Descriptive catalogue of the Tunicata in the Austr. Mus. Liverpool 1899.

Upsala. Geological Institution of University:

- Zoologische Studien. Festschrift Wilh. Lilljeborg zum 80. Geburtstag. 360 S. u. 18 Taf. (4.) Upsala 1896.
- Bidrag till en Lefnadsteckning öfver Carl v. Linne. V. VI. Washington. U.S. Departement of Agriculture. North American Fauna No. 14. Washington 1899.
- Beal. Some common birds in their relation to agriculture. Washington 1897.
- Report of the Secretary of Agriculture. 1898. Washington 1898.
- Smithsonian Institution:
- Rayleigh and Ramsay. Argon. A new constituent of the atmosphere. Washington 1896.
- Duclaux. Atmospheric actinometry and the actinic constitution the atmosphere. Washington 1896.
- Le Conte. Earth crust movements and their causes. Washington 1898.
- Mcadi. Equipment and work of an aero-physical observatory. Washington 1897.
- Markham. Arctic explorations. Washington 1898.
- Thomson. The physical geography of Australia. Washington 1898.

b. Von Privaten.

- Ammon, Otto. Die wirtschaftliche Leistungsfähigkeit lang- und rundköpfiger Bevölkerungen (Nr. 109 der Rundschau vom 11. Mai 1897).
- Kunst, Wissenschaft und Leben (No. 115 der Rundschau vom 18. Mai 1897).
- — Die wissenschaftliche Leistungsfähigkeit der drei weissen Rassen in Frankreich (in No. 118 der Rundschau vom 21. Mai 1897).
- Die Gesellschaftsordnung und ihre natürlichen Grundlagen. II. Aufl. Jena 1896.
- Ueber die Wechselbeziehung des Kopfindex nach deutscher und französischer Messung.
- — Die Geographie d. Militarismus in Italien v. Rudolfo Levi.
- — Kunst, Wissenschaft und Leben (No. 11 der Rundschau vom 14. Januar 1898).

- Ammon, Otto.** Die Arierdämmerung (in No. 27, 28, 33 u. 34 der Rundschau 1897).
- Zur Anthropologie der Badener. 707 S. u. 15 Taf. (4.) Jena. 1899.
 - La corrélation entre l'indice céphalométrique de Broca et celui d'Ihering. Paris.
 - Differenza tra l'indice cefalico calcolato secondo Broca e quello secondo Ihering. Firenze.
- Arnold, E.** Die Ankerwicklungen und Ankerkonstruktionen der Gleichstrom-Dynomomaschinen. III. Aufl. 736 S. 12 Taf. u. 418 Textfig. Berlin 1899.
- Escherich, K. Dr.** Bericht über die von Dr. Escherich in der Umgebung von Angora gesammelten Fische und Reptilien von Dr. F. Steindachner. 15 S. u. 4 Taf. (4.) Wien 1897.
- Beiträge zur Naturgeschichte der Meloidengattung *Lytta* Fab. 50 S Text u. 4 Taf. (8.) Wien 1894.
 - Zur Kenntniss der Myrmekophilen Kleinasiens. 11 S. (8.)
 - Zoologische Reiseskizzen aus Kleinasien (aus Geolog. Garten 1897, Heft VIII). 9 S. (8.)
 - Zoologische Ergebnisse einer von Dr. Escherich und Dr. Kathariner nach Centralasien unternommenen Reise. IV. Theil. 69 S. (8.)
 - Ameisen-Psychologie. 19 S. (8.) München 1899. (Sonderabdruck aus der Beilage zur „Allgemeinen Zeitung“ No. 100 vom 2. Mai 1899.)
 - Ueber myrmecophile Arthropoden mit besonderer Berücksichtigung der Biologie. (Sonderabdruck aus Zoologischem Centralblatt. 6. Jahrg. 1899.)
 - Zur Biologie von *Thorictus Foreli* Wasm. (Sonderabdruck aus dem Zoologischen Anzeiger. Bd. 21.)
 - Zur Kenntniss der Coleopterengattung *Zonabris* Harold. (Sonderabdruck aus der Wiener Entomologischen Zeitung. 18. Jahrg. 1899.)
- Hauser, Joh. Friedr.** Theoretische Studien über Wasser und seine Verwandlungen. 20 S. (8.) Nürnberg 1897.
- Janet, Ch.** Les fourmis. Conférence faite le 28. Février 1896 à l'occasion de la Réunion générale annuelle de la Société Zoologique de France. Paris 1896.

XXVI

- Janet, Ch. Études sur les fourmis, les guêpes et les abeilles. 12^{me} note. desgl. 13^{me} note.
- Sur les rapports de l'Antennophorus Uhlmanni Haller, avec le Lasius mixtus Nylander. Paris 1897.
- Kühn, B. L. Weinverfälschungen und der Vinosine-Gesetzentwurf des Herrn von Floetz u. Genossen. 32 S. (8.) Berlin 1897. (Sonderabdruck aus dem „Obstmarkt“.)
- Künkel, K. Die Wasseraufnahme bei Nacktschnecken. Sonderabdruck aus Zoologischem Anzeiger 1899.
- Wilser, L. Dr. Menschenrassen. (Sonderabdruck aus den Verhandlungen des Naturhistorisch-Medicin. Vereins zu Heidelberg.) 12 S. (8.)
- Stammbaum der arischen Völker, auf Grund des Verbreitungscentrums der nordeuropäischen Menschenrasse (Homo europaeus dolichocephalus flavus) in No. 31 des XIII. Bandes 1898 der Naturwissenschaftlichen Zeitschrift. Berlin.

Vorstand.

In der Sitzung am 23. Oktober 1896 wurde an Stelle des verstorbenen Herrn Geh. Hofrath Dr. Wiener zum ersten Vorsitzenden Herr Geheimerath Dr. Engler, als weiteres Vorstandsmitglied Herr Dr. med. Wilser, und, als dieser nach Heidelberg übergesiedelt war, wurde in der Sitzung vom 28. Mai 1898 Herr Geheimerath Dr. Battlehner gewählt. In den Generalversammlungen vom 7. Mai 1897 und 12. Mai 1899 ist der jeweilige gesammte Vorstand bestätigt worden; dieser besteht zur Zeit aus den Herren:

1. Geheimerath Prof. Dr. Engler, Vorsitzender.
2. Hofrath Prof. Dr. Lehmann, Stellvertreter des Vorsitzenden.
3. Hofrath Prof. Dr. Meidinger, Schriftführer und Bibliothekar.
4. O. Bartning, Kassier.
5. Geheimerath Dr. Battlehner.
6. Geheimerath Oberbaudirektor Honsell.
7. Direktor P. Treutlein.

Bewegung unter den Mitgliedern.

Die Mitgliederzahl hat in erfreulicher Weise zugenommen. Während sie vorher im Höchstfall 130 betragen hatte, war sie am Ende des Berichtsjahres 1895/96 auf 153 angewachsen und in den folgenden Jahren hat der Verein 153, 172, 171 und 180 Mitglieder besessen; er hat also um nahezu die Hälfte des früheren Höchstbestandes zugenommen.

Neu eingetreten sind:

Im Jahre 1895/96 (ausser den im 11. Band der Verhandlungen aufgeführten Herren) die Herren prakt. Aerzte Dr. Brian, Dr. Gutsch, Dr. Müller, Dr. Steiner, Dr. Wunderlich, Kommerzienrath Henning, Referendär Dr. Holderer, Lehramtspraktikant Leutz, Studirender Lüders, Privatier Rabeneck, Verleger Reuss, Apotheker Stein von Durlach, Baurath Wellmann.

Im Jahre 1896/97 die Herren prakt. Aerzte Dr. Bongartz, Medizinalrath Dr. Brunner von Durlach, Dr. Helbing, die Lehramtspraktikanten Cramer, Dr. Lang, Karle, Assistent Dr. Böse, Apotheker Dr. Eitel, Dr. Eskules, Prof. Dr. Gräfenhan, Dr. Haber, Dr. Heilbronner, Major a. D. Hoffmann, Dr. Kronstein, Kaufmann Martin, Major Marschalk, Radirer Mispagel, Prof. Dr. Scholl, Privatdozent Dr. Spuler in Erlangen, Sekretär Dr. Steude, Hofphotograph Suck.

Im Jahre 1897/98 die Herren prakt. Aerzte Dr. Berberich, Dr. Clauss, Dr. Dittrich, Dr. Krumm, Dr. Roth, Dr. Stark, Dr. Sternberg, Thierarzt Carl, Assistent Dr. Escherich, Privatdozent Dr. Hausrath, Referendär Dr. Heintze, Forstpraktikant Holtz, Lehramtspraktikant Ischler, Kaufmann Klein, Dozent Dr. von Kraatz-Koschlau, Reallehrer Künkel, Privatdozent Dr. Luggin, Geheimerath Vierordt, Assistent Wiegers.

Im Jahre 1898/99 die Herren prakt. Aerzte Dr. Battlehner, Obermedizinalrath Dr. Hauser, Dr. Homburger, Dr. Paull, Dr. Rosenberg, Fabrikant Buhl von Ettlingen, Dr. Erb von Grünwinkel, Major Mey, Prof. Rupp, Prof. Dr. von Oechelhäuser, Prof. Dr. Schilling, Ingenieur Dr. Teichmüller, Assistent Dr. Wöhler, Maschineninspektor Zimmermann.

XXVIII

Im Jahre 1899/1900 Amtsrichter Dr. Benckiser, Oberlandesgerichtsrath Buch, Prof. Durler, Fabrikinspektor Dr. Föhlisch, Ingenieur Gödecker, Arzt Dr. Haitz, Buchhändler Jahraus, Ministerialsekretär Dr. Kamm, Prof. Dr. Kast, Chemiker Dr. Kux, Assistent Dr. May, Stadtrath Mees, Arzt Dr. Nüsslein, Prof. Rehbock, Arzt Dr. Risse, Apotheker Schaaf, Finanzrath Schellenberg, Assistent Dr. Tetzlaff, Assistent Dr. Wagner, Kaufmann L. Wagner, Apotheker Dr. Wittkowski, Privatier Dr. Zartmann, Arzt Dr. Ziegler.

Durch den Tod verlor der Verein:
die Ehrenmitglieder Geheimerath Prof. Dr. Sandberger in
Würzburg.

Hofrath Prof. Dr. Sohnecke in München;

ferner die Mitglieder

Beinling, Dr., Landwirthschaftsinspektor.

Brunner, Dr., Medizinalrath.

Caroli, W., Oberbergrath a. D.

Grimm, Dr. R. von, Ministerialpräsident a. D.

Kossmann, Dr. H., Hofrath.

Luggin, Dr., Privatdozent.

Rabeneck, Privatier.

Regenauer, E. von, Geheimerath.

Sayer, C., Professor.

Schrickel, O., Oberstabsarzt a. D.

Schuberg, R., Oberforstrath.

Sickler, Privatier.

Spuler, Dr. R., prakt. Arzt.

Strack, Dr. O., Professor.

Wiener, Dr. Ch., Geh. Hofrath und Professor.

Ausgetreten sind 40 Mitglieder, meist in Folge von Berufungen oder Wegzug, nämlich die Herren:

Apotheker W. Baur, Prof. Dr. Behrens, Assistent Dr. Böse, prakt. Arzt Dr. Brugger, Bergmeister Buchrucker, Thierarzt Karl, Postrath Christiani, Obergeometer Dr. Doll, Prof. Dr. Endres, Dr. Erb, Assistent Dr. Eskales, Prof. Dr. Friedländer, prakt. Arzt Dr. Heil-

bronner, Legationssekretär Heintze, Amtmann Dr. Hoderer, Forstpraktikant W. Holtz, Chemiker Jahr, Lehramtspraktikant Ischler, Lehramtspraktikant Karle, Prof. Dr. Kast, Garnisonsbauinspektor Kolb, Dozent Dr. von Kraatz-Koschlau, Reallehrer Künkel, Oberregierungsrath Lydtin, Major Mey, Radirer Mispagel, Medizinalrath Molitor, Assistent Dr. Pfeiffer, Assistent Dr. Ristenpart, Ingenieur Schiff, Prof. Dr. Schilling, Oberst von Schmaltz, Postinspektor Spranger, Prof. Dr. Valentiner, Dr. Voigt, Assistent Dr. Wagner, Baurath Wellmann, Prof. Dr. Wislicenus, prakt. Arzt Dr. Wormser, Kunstmaler Würtenberger.

Mitglieder-Verzeichniss.*

a. Ehrenmitglieder.

Die Herren:

Moritz, Dr. A., Staatsrath in Dorpat (1864).
 Struve, O. von, Wirkl. Geheimerath in Karlsruhe (1899).
 Trantschold, Dr. H. von, Wirkl. Staatsrath in Karlsruhe (1900).**

b. Korrespondirende Mitglieder.

Herr R. Temple, Schriftsteller in Buda-Pest.

c. Mitglieder.

Ammon, Otto, Privatier (1883).
 Allers, H., Zahntechniker (1899).
 Arnold, E., Professor der Elektrotechnik an der Technischen Hochschule (1895).
 Arnspurger, Dr. L., Obermedizinalrath (1883).
 Bartning, O., Privatier (1882).
 Battlehner, Dr. F., Geheimerath (1866).
 Battlehner, Dr. Th., Oberarzt am städt. Krankenhaus (1898).
 Behm, O., Mechaniker (1889).

* Die beigefügten Zahlen bedeuten bei den Ehrenmitgliedern das Jahr der Ernennung, bei den Mitgliedern das Jahr der Aufnahme.

** Ernannt in der Sitzung vom 11. Mai 1900.

- Benckiser, Dr. A., Hofrath, prakt. Arzt (1890).
Benckiser, Dr. W., Amtsrichter (1899).
Berberich, Dr. A., prakt. Arzt (1897).
Blankenhorn, Prof. Dr. A. (1869).
Böhm, Dr. F., Ministerialrath (1899).
Bongartz, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Brauer, E., Hofrath, Professor der theoretischen Maschinenlehre an der Technischen Hochschule (1893).
Brian, Dr. E., Medizinalrath (1895).
Buch, H., Oberlandesgerichtsath (1899).
Buhl, Dr. H., Fabrikant in Ettlingen (1899).
Bürgin, J., Obergemeter an der Technischen Hochschule (1894).
Bunte, Dr. H., Geh. Hofrath, Professor der chemischen Technologie an der Technischen Hochschule (1888).
Cathiau, Dr. Th., Rektor der Gewerbeschule (1876).
Clauss, Dr. H. W., prakt. Arzt (1898).
Cramer, H., Lehramtspraktikant (1896).
Delisle, R., Oberingenieur a. D. (1886).
Dieckhoff, Dr. E., Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1880).
Dienger, R., Lehramtspraktikant (1895).
Dittrich, Dr. Th., prakt. Arzt (1897).
Doederlein, G., Ingenieur (1899).
Döll, G., Medizinal-Assessor (1875).
Dörr, J., Professor an der Realschule (1895).
Doll, Dr. K., prakt. Arzt (1890).
Dolletschek, Ed., Kaufmann (1877).
Drach, A., Oberbaurath und Professor an der Technischen Hochschule (1881).
Durler, J., Professor am Gymnasium (1899).
Edelsheim, W., Freiherr von, Obersthofmeister, Exzellenz (1867).
Eitel, Dr. K. H., Apotheker (1897).
Engler, Dr. K., Geheimerath, Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1876).
Escherich, Dr. K., Privatdozent der Zoologie an der Technischen Hochschule (1897).
Fischbach, Dr. E., prakt. Arzt (1895).

- Föhlisch, Dr. E., Fabrikinspektor (1900).
 Fütterer, Dr. K., Professor der Mineralogie und Geologie
 an der Technischen Hochschule (1895).
 Gelpke, Dr. Th., Augenarzt (1892).
 Gernet, K., General-Oberarzt a. D. (1875).
 Glockner, B., Geheimerath, Direktor der Steuerdirektion
 (1878).
 Gmelin, Dr. A., Geheimerath (1872).
 Goedecker, E., Ingenieur (1899).
 Goffin, L., Direktor der Maschinenbaugesellschaft
 (1879).
 Gräbener, L., Hofgartendirektor (1880).
 Gräfenhan, Dr. P., Professor am Kadettenkorps. (1897).
 Grashof, R., Professor am Gymnasium (1895).
 Gutmann, Dr. K., prakt. Arzt (1894).
 Gutsch, Dr. L., Spezialarzt für Chirurgie (1895).
 Haass, R., Prof., Laboratoriumsvorstand an der Chemisch-
 Technischen Versuchsanstalt (1875).
 Haber, Dr. F., a. o. Professor der Chemie an der Tech-
 nischen Hochschule (1896).
 Hafner, Fr., Regierungsrath (1886).
 Haid, Dr. M., Hofrath, Professor der Geodäsie an der Tech-
 nischen Hochschule (1882).
 Haitz, Dr. E., prakt. Arzt (1900).
 Hart, J., Geh. Hofrath, Professor des Maschinenbaues an
 der Technischen Hochschule (1870).
 Hassenkamp, K., Privatier (1875).
 Hauser, Dr. W., Obermedizinalrath (1898).
 Hausrath, Dr. H., a. o. Professor für die Forstwissenschaft
 an der Technischen Hochschule (1897).
 Helbing, Dr. P., prakt. Arzt (1896).
 Hemberger, J., Hofbaudirektor a. D. (1880).
 Henning, Th., Kommerzienrath (1896).
 Hildebrandt, M., Geh. Finanzrath (1881).
 Hilger, Dr. K., Kustos am Naturalienkabinet (1892).
 Hoffmann, Dr. H., prakt. Arzt (1881).
 Hoffmann, K., Major a. D. (1897).
 Holzmann, A., Professor an der Oberrealschule (1893).
 Homburger, Dr. Th., prakt. Arzt. (1898).

- Honsell, M., Geheimerath, Oberbaudirektor, Professor des Wasserbaues an der Technischen Hochschule (1894).
- Hübler, A., Professor am Realgymnasium (1895).
- Jahraus, W., Buchhändler.
- Jourdan, Dr. J., prakt. Arzt (1894).
- Kaiser, Dr. F., Medizinalrath (1889).
- Kamm, Dr. K., Amtmann in Pforzheim.
- Karle, M., Professor am Gymnasium (1897).
- Kast, Dr. H., a. o. Professor der Chemie an der Technischen Hochschule (1883).
- Keller, K., Geh. Hofrath, Professor des Maschinenbaues an der Technischen Hochschule (1869).
- Klein, Dr. L., Professor der Botanik an der Technischen Hochschule (1895).
- Klein, L., Kaufmann (1897).
- Knittel, Dr. R., Buchhändler (1895).
- Kohlhepp, Fr., Bezirksthierarzt (1886).
- Kors, A. van der, Bankdirektor (1890).
- Kressmann, A. Th., Major a. D. (1875).
- Kronstein, Dr. A., Chemiker (1896).
- Krumm, Dr. F., Spezialarzt für Chirurgie (1897).
- Küster, E., Generalleutnant z. D. (1895).
- Kux, Dr. H., Chemiker (1899).
- Lang, Dr. A., Lehramtspraktikant (1897).
- Lehmann, Dr. O., Hofrath, Professor der Physik an der Technischen Hochschule (1890).
- Lembke, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
- Leutz, F., Hofrath, Seminardirektor (1872).
- Leutz, H., Professor am Realgymnasium (1895).
- Levinger, Dr. F., prakt. Arzt (1895).
- Löblein, W., Apotheker (1895).
- Lorenz, W., Kommerzienrath (1879).
- Lüders, P., Ingenieur in Berlin (1895).
- Maier, E., Geh. Hofrath, Augenarzt (1871).
- Marschalck, K. von, Major a. D. (1896).
- Martin, Al., Kaufmann (1897).
- Massinger, R., Professor an der Oberrealschule (1894).
- May, Dr. W., Assistent der Zoologie an der Technischen Hochschule (1899).

- Mees, Ad., Stadtrath (1899).
- Meidinger, Dr. H., Hofrath, Vorstand der Grossh. Landes-
gewerbebehale und Professor der technischen Physik an
der Technischen Hochschule (1865).
- Mie, Dr. G., Privatdozent für Physik an der Technischen
Hochschule (1892).
- Migula, Dr. W., a. o. Professor für Botanik und natur-
wissenschaftliche Hygiene an der Technischen Hoch-
schule (1891).
- Millas, K. de, Ingenieur (1893).
- Molitor, Dr. E., prakt. Arzt (1894).
- Müller, Dr. L., Medizinalrath (1896).
- Müller, Dr. U., a. o. Professor der Forstwissenschaft an der
Technischen Hochschule (1893).
- Näher, R., Betriebsinspektor (1893).
- Nessler, Geh. Hofrath, Vorstand der Landwirtschaftlich-
Chemischen Versuchsanstalt (1862).
- Netz, F., prakt. Arzt (1893).
- Nüsslein, Dr. J., Assistenzarzt (1900).
- Nüsslin, Dr. O., Professor der Zoologie an der Technischen
Hochschule (1878).
- Oechelhäuser, Dr. A. von, Professor der Kunstgeschichte
an der Technischen Hochschule (1898).
- Paull, Dr. H., prakt. Arzt (1898).
- Platz, Dr. Ph., Professor a. D. (1863).
- Pulvermann, L., Fabrikdirektor (1895).
- Reck, K. von, Freiherr, Geheimerath (1869).
- Rehbock, Th., Professor des Wasserbaues an der Tech-
nischen Hochschule (1900).
- Reichard, Fr., Direkt. des städt. Gas- u. Wasserwerkes (1892).
- Resch, Dr. A., prakt. Arzt (1888).
- Reuss, O., Privatier (1896).
- Riesse, Dr. H., prakt. Arzt (1899).
- Riffel, Dr. A., prakt. Arzt, Professor für Hygiene an der
Technischen Hochschule (1876).
- Rosenberg, Dr. M., prakt. Arzt (1898).
- Roth, Dr. K., prakt. Arzt (1897).
- Rupp, G., Professor, Laboratoriumsvorstand an der Grossh.
Lebensmittelprüfungsstation (1899).

- Sachs, W., Geh. Oberfinanzrath (1885).
Schaaff, E., Apotheker (1899).
Schell, A., Bauinspektor (1878).
Schell, Dr. W., Geh. Hofrath, Professor der theoretischen
Mechanik an der Technischen Hochschule (1868).
Schellenberg, R., Finanzrath (1899).
Scheurer, K., Hofmechaniker und Optiker (1877).
Schleiermacher, Dr. A., Professor der theoretischen Physik
an der Technischen Hochschule (1881).
Schmidt, Fr., Professor der wissenschaftlichen Photographie
an der Technischen Hochschule (1892).
Scholl, Dr. Rol., a. o. Professor der Chemie an der Tech-
nischen Hochschule (1896).
Schröder, Dr. E., Professor der Mathematik an der Tech-
nischen Hochschule (1876).
Schröder, L., Lehrer am Kadettenkorps (1895).
Schultheiss, Prof. Dr., Grossh. Meteorolog (1886).
Schweickert, M., Oberlehrer a. D. (1873).
Seith, K., Professor am Gymnasium (1885).
Seneca, F., Fabrikant (1863).
Siefert, X., Oberforstrath, Professor der Forstwissenschaft
an der Technischen Hochschule (1895).
Sievert, E., Major a. D. (1884).
Sprenger, A. E., Ministerialrath (1878).
Spuler, Dr. A., Privatdozent der Anatomie in Erlangen (1897).
Stark, Dr. F., Assistenzarzt (1898).
Stark, F., Professor an der Oberrealschule (1895).
Stein, H., Apotheker in Durlach (1896).
Steiner, Dr. A., prakt. Arzt (1896).
Sternberg, Dr. H., prakt. Arzt (1897).
Steude, Dr. M., Sekretär (1896).
Stratthaus, K., Korps-Rossarzt a. D. (1873).
Struve, O. von, Wirkl. Geheimerath, Exzellenz (1895).
Suck, O., Hofphotograph (1897).
Teichmüller, Dr. J., a. o. Professor der Elektrotechnik an
der Technischen Hochschule (1899).
Tein, M. von, k. b. Bauamtsassessor. (1888).
Tetzlaff, Dr. W., Assistent an der Landwirthschaftlich-
Chemischen Versuchsanstalt (1899).

- Trautschold, Dr. H. von, Staatsrath (1895).**
Treutlein, J. P., Direktor des Realgymnasiums (1875).
Tross, Dr. O., prakt. Arzt (1893).
Vierordt, Geh. Oberfinanzrath (1897).
Volz, H., Professor an der Akademie der bildenden Künste (1892).
Wacker, M., Professor am Realgymnasium (1897).
Wagner, Dr. E., Geheimerath, Konservator der Alterthümer (1864).
Wagner, G., Privatier in Achern (1876).
Wagner, Leop., Prokurist (1899).
Wedekind, Dr. L., Professor der Mathematik an der Technischen Hochschule (1876).
Weiler, Dr. A., Professor a. D. (1883).
Wieggers, Dr. F., Assistent am mineralogischen Institut der Technischen Hochschule (1897).
Williard, A., Baurath a. D. (1895).
Wilser, Dr. L., in Heidelberg (1881).
Witkowski, Dr. M., Apotheker (1900).
Wittmer, K., Forstrath (1899).
Wöhler, Dr. Loth., Assistent am chemischen Laboratorium der Technischen Hochschule (1898).
Wunderlich, Dr. H., prakt. Arzt (1896).
Zartmann, Dr. F., Privatmann (1899).
Ziegler, Dr., prakt. Arzt (1899).
Zimmermann, Fr., Maschineninspektor (1899).

Für die Redaktion verantwortlich:
Hofrath Prof. Dr. Meidinger (bis 1899).
Prof. Dr. Schultheis (von 1899 an)

Fortsetzung der Sitzungsberichte.

475. Sitzung am 17. Mai 1895.

Anwesend 29 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. Wiener.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Regierungsbaumeister H. Kolb.

Herr R. Jahr, Photochemiker, sprach über ein einfaches, mikrographisches Verfahren. In den letzten Jahren hat die Photographie in wissenschaftlichen Kreisen weitere und weitere Verbreitung gefunden und es dürfte jetzt wohl keinen Zweig der angewandten Wissenschaften mehr geben, in welchem man sie nicht mit Vortheil verwendete. Namentlich ist die Photographie naturwissenschaftlichen Forschern, die sich bei ihren Arbeiten des Mikroskops bedienen, schon vielfach unentbehrlich geworden, z. B. in der Bakteriologie, aber noch immer ist die Zahl der Mikrographen eine bedeutend geringere, als im Interesse der Sache zu wünschen wäre, und zwar rührt dies eines Theils daher, dass die Ansicht verbreitet ist, eine mikrographische Ausrüstung sei ungemein kostspielig und wäre eigentlich nur von wohlthirten Instituten zu bestreiten, und anderseits hält man die Schwierigkeiten des mikrographischen Processes für erheblich grösser, als sie sich gegenwärtig in Wirklichkeit gestalten. Der Vortragende versuchte darzulegen, wie mit den einfachsten Mitteln durch Verwendung entsprechender Prozesse Ergebnisse erzielt werden können, welche wenig zu wünschen übrig lassen dürften. Die Mikrographie ist, um ein Paradoxon auszusprechen, eigentlich älter als die Photographie selbst, da schon Davy und Wedgwood

die durch das elektrische bzw. Sonnenmikroskop erzielten Bilder auf mit Silbernitratlösung präpariertes Papier oder Leder projizirten; sie vermochten aber die Bilder nicht zu fixiren. Sofort nach der Veröffentlichung des Daguerre'schen Prozesses bediente man sich desselben zur Herstellung von Mikrophographien und 1840 gab Donné ein Werk heraus, dessen Illustrationen nach „Mikrodaguerreotypien“ gefertigt waren. Später, nach der Einführung des „nassen Kollodiumverfahrens“ vermehrte sich die Zahl der Mikrophographen, aber gewisse Schwierigkeiten und Uebelstände, die demselben anhafteten, verhinderten die weitere Verbreitung der Mikrophographie. Die nasse, photographische Platte war verhältnissmässig unempfindlich, und man musste deshalb als Lichtquelle direktes Sonnenlicht verwenden, was wieder für stärkere Vergrößerungen die Benutzung eines Heliostaten erforderlich machte. Ferner ist die nasse Platte am empfindlichsten gegen die Strahlen, welche dem Auge weniger hell erscheinen, für welche also die mikroskopischen Objekte nicht „korrigirt“ sind; es entstand die sogenannte „Fokusedifferenz“, d. h. das auf der Visirscheibe scharf eingestellte Bild ergab auf der nassen photographischen Platte ein völlig unscharfes Negativ. Man konstruirte deswegen besondere, für die Mikrophographie korrigirte Linsen, z. B. Gundlach, später Seibert in Wetzlar und Wales in New-York. Es war aber nun nicht Jedermanns Sache, sich zwei Reihen von Objektivsystemen anzuschaffen und man suchte durch mancherlei Nothbehelfe diese Fokusedifferenz zu umgehen, was aber nicht stets gut gelang. Gegenwärtig, wo man die sogenannten „Trockenplatten“ hat und speziell solche Platten präparirt, welche für die Strahlen, für die das Mikroskop objektiv korrigirt ist, das Maximum der Empfindlichkeit aufweisen, die „orthochromatischen“ Erythrosin- oder besser noch Erythrosinsilber-Platten, ist diese Schwierigkeit behoben, besonders bei Verwendung von Lichtfiltern, die, wie das „Zettkow'sche Chromkupferfilter“, nur für gelbe und gelbgrüne Strahlen durchlässig sind.

Eine sehr einfache Methode der Mikrophographie, welche der Vortragende seit Jahren praktisch ausgeübt hat, ist die folgende: Hat man eine geeignete Stelle in dem

zu untersuchenden Objekte, z. B. einem Bakterienpräparat, gefunden und genau in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht, so setzt man eine Lampe, etwa einen guten Erdölbrenner oder eine Gas-Glühlampe in etwa 30 bis 40 cm Entfernung vom Mikroskop auf den Tisch und verlegt mit Hilfe des Mikroskopspiegels und Condensors das Bild der Flamme genau in die Objektebene, und zwar in die Mitte des Bildes (was durch Auswechseln des starken Objectives gegen ein schwächeres leicht geschieht, wonach man wieder das starke System verwendet und noch einmal genau einstellt); dann bringt man eine mit der Chromkupferlösung gefüllte Cuvette so vor der Lampe an, dass nur die durch dieselben passirenden Strahlen das Objekt erleuchten, und stellt noch ein Mal genau ein. Hierauf erhebt man die photographische Camera so über das Mikroskop, dass ihre optische Axe mit der des Mikroskops zusammenfällt. Diese Camera, welche von D. van Heurck zuerst angegeben wurde, besteht aus einem quadratischen hölzernen Kasten von etwa 50 cm Länge und 25 cm Breite und Tiefe, an dessen einer Längsseite eine lichtdicht abschliessende Thür angebracht ist. Der Kasten steht auf vier, oder besser drei starken, nach auswärts gespreizten hölzernen Füßen, welche ihm völlige Stabilität verleihen. Am Boden des Kastens befindet sich ein innen geschwärztes Blechrohr, welches mit einer auf das Mikroskop gestülpten Kapsel eine völlig lichtsichere Verbindung ohne jedwede Berührung gewährt, so dass eine Erschütterung der Camera das Mikroskop durchaus nicht in Mitleidenschaft zieht, und die Feineinstellung dadurch nicht im Geringsten verändert wird. Oben enthält der Kasten einen Ausschnitt und es ist dort der Rahmen für Visirscheibe und Kassette angebracht. Die Höhe der Camerafüsse richtet sich natürlich nach der Höhe des zu verwendenden Mikroskop-Stativs. Hat man die Camera entsprechend über dem Mikroskop aufgestellt und zwar derart, dass die Thür nach hinten kommt, also nach der Mikrometer-Schraube des Mikroskops zu, so öffnet man dieselbe, steckt den Kopf in den Kasten und sieht noch ein Mal nach, ob die Feineinstellung korrekt ist und das Bild sich in der Mitte des Gesichtsfeldes befindet, schliesst dann die Thür, steigt auf einen niedrigen Schemel und stellt mit

Hilfe einer Lupe das Bild auf der Visirscheibe (die für die Feineinstellung nicht mattirt genommen werden darf) ein.

Die verschiedenen Vergrößerungen ergeben sich aus der Verwendung der verschiedenen Systeme und Okulare, wobei natürlich die Zeiss'schen Projektionsokulare sehr gute Dienste leisten, aber durchaus nicht unumgänglich erforderlich sind, sondern für Objektiv mit höherer Apertur sehr gut durch die verschiedenen Kompensationsokulare, und für schwächere Systeme durch gewöhnliche Okulare, die man nach dem Vorgang von Harting und Neuhaus verlängert, d. h. bei denen sich durch Anbringung eines verschiebbaren Röhrchens der Abstand zwischen Kollektiv- und Okularlinse vergrößern lässt, ersetzt werden können. Nach geschehener sorgfältiger Feineinstellung auf der Visirscheibe schiebt man die eine orthochromatische Erythrosinsilberplatte enthaltende Kassette ein, bringt eine Pappscheibe zwischen Lichtquelle und Mikroskopspiegel so an, dass kein Licht auf das Objekt fallen kann, öffnet den Kassettenschieber, ohne den Apparat zu erschüttern, nimmt die Pappscheibe fort und exponirt dann für Aufnahmen mit offenem Condensator 2 bis 5 Minuten (bei 1000maliger Linearvergrößerung) und für Aufnahmen bei schiefem Licht bis 20 Minuten bei einer guten Petroleumlampe — für Gasglühlicht sind die Expositionszeiten erheblich kürzer. Der übrige Theil des Vorganges ist derselbe wie bei jeder anderen photographischen Aufnahme.

Vortragender zeigte mehrere, von ihm in 1000facher, bezw. 2000facher Vergrößerung mit vorstehender einfacher Camera und einer gewöhnlichen, recht guten Oelimmersionslinse von Leitz ($\frac{1}{12}$ "') gefertigten Aufnahmen vor, u. A. von Bakterienpräparaten, wie Tuberkel, Influenza, Cholera, Gono- und Streptococcen, Haferaufguss-Bazillen, welche an beiden Enden Geisselbüschel aufweisen, sowie von Diatomeen: *Pleurosigma angulatum*, *Surirella gemma*, die Korbstruktur über die ganze Schale zeigend, *Frustulia Saxonica*, in Perlen aufgelöst, und *Amphipleura pellucida* in Querstreifenlösung (zur Auflösung in Perlen genügte die Apertur des Systems: 1,32, nicht), sämmtlich bei Petroleumlicht aufgenommen. Die Positive sind theils Chlorsilber-Gelatinebilder, theils Diapositive, welch' letztere die Feinheiten des Negatives am besten wieder-

geben und deshalb für mikrographische Aufnahmen besonders zu empfehlen sind.

Zum Schluss bemerkt Vortragender, dass von allen Verfahren zur Herstellung von Mikrographien in grösserer Anzahl (für Buch- oder Fachschriftenillustrationen), sowohl der Lichtdruck, als auch die Photogravüre in Folge des von ihnen unzertrennlichen Kornes Vieles von den Feinheiten des Negativs verloren gehen lassen, wo hingegen die Woodburytypie ein photo-mechanisches Verfahren ist, das an Feinheit der Wiedergabe der Details mit den besten Silberdrucken wetteifern kann.

An den Vortrag knüpfte sich eine Diskussion, an welcher sich die Herren **Lehmann** und **Platz** beteiligten.

476. Sitzung am 31. Mai 1895.

Anwesend 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**.

Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Apotheker **W. Löblein**,
Generallieutenant **E. Küster**, Professor Dr. **K. Futterer**.

Herr **O. Ammon** hielt einen Vortrag über den Stand der anthropologischen Arbeiten beim Musterungsgeschäft und führte einige bemerkenswerthe Ergebnisse an. In einem besonderen Werk wird darüber später ausführlich berichtet werden.

Dr. **Wilser** zeigte eine Reihe schöner, von der Zeitschrift L'Anthropologie gebrachter Abbildungen vor, die eine gute Vorstellung von den in südfranzösischen Höhlen gefundenen Statuetten aus Elfenbein geben und die Ansicht **Piette's** bekräftigen, dass zur Mammutzeit im südlichen und westlichen Europa neben einer schlanken, hochgewachsenen auch eine kleine, buschmannähnliche Menschenrasse gelebt hat.

477. Sitzung am 14. Juni 1895.

Anwesend 31 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**.

Der Vorsitzende theilt mit, dass von der phys.-ökon. Gesellschaft in Königsberg die Anzeige von dem am 23. Mai erfolgten Tode des Wirkl. Geh. Raths Professor Dr. **F. E. Neumann**, des unsterblichen Förderers der mathematischen

Physik, eingegangen sei, und dass er den Trausgefühlen des Vereins in einem an die Gesellschaft gerichteten Schreiben Ausdruck gegeben habe.

Auf Antrag des Vorstandes erteilt die Versammlung die Genehmigung, dass der anthropologischen Kommission des Alterthumsvereins, ihrem Gesuch vom 7. Juni entsprechend, auch für das laufende Jahr eine Zuwendung von 200 M. zur Fortsetzung der begonnenen Untersuchungen gemacht werde.

Ferner wird auf Antrag des Vorstandes für ein Helmholtz-Denkmal in Berlin ein Beitrag von 100 M. bewilligt.

Nach Mittheilung des Vorsitzenden werden die Herren Dr. Arn. Spuller in Erlangen und Stadtrath Ad. Mees hier das Werk des verstorbenen Notars Reutti „über die Lepidopteren des Grossherzogthums Baden“ für den Druck bearbeiten (s. 11. Band, 468. Sitzung).

Herr Geh. Hofrath Wiener hielt einen Vortrag über die Darstellung des Mondes auf dem Bilde. Wenn man den Mond auf einem Gemälde darstellen will und verführe rein geometrisch, so fände man, dass man ihm höchstens einen Durchmesser gleich dem 54. Theil der Bildbreite geben dürfte. Denn der Abstand des Auges von der Bildfläche wird selten grösser als die doppelte Bildbreite angenommen, und hierdurch erscheint diese Breite dem Auge unter einem Winkel von etwa 28 Grad. Der Mond hat eine scheinbare Grösse, die zwischen $29\frac{1}{2}$ und $33\frac{1}{2}$ Minuten schwankt, also im Mittel etwa $31\frac{1}{2}'$ beträgt, und dies ist der 54. Theil der scheinbaren Bildbreite. Dasselbe kann man von der Sonne gelten lassen, denn ihre scheinbare Grösse schwankt zwischen $31\frac{1}{2}$ und $32\frac{1}{2}'$, ist also im Mittel $32'$. Gibt man nun dem Monde oder der Sonne die Grösse gleich $\frac{1}{34}$ der Bildbreite, so erscheinen sie viel zu klein, und die Maler geben ihnen mit Recht eine viel grössere Breite. Redner fand bei Messungen auf 12 Gemälden oder Stichen die Breite des Mondes oder der Sonne gleich $\frac{1}{10}$ bis $\frac{1}{30}$ der Bildbreite; bei $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{25}$ war der Eindruck gewöhnlich am befriedigendsten. Es ist dies etwa 2,5 Mal so viel, als die geometrische Bestimmung ergibt. Dieser Widerspruch erklärt sich leicht daraus, dass die hier auftretenden Helligkeitsverhältnisse der Natur im Bilde bei Weitem nicht wieder-

gegeben werden können. Die Helligkeitsverhältnisse zwischen Sonne oder Mond einerseits und dem Himmel andererseits sind aber dieselben, weil der Himmel seine Helligkeit im Wesentlichen nur von einem dieser Gestirne empfängt. Der Vortragende hat Messungen (an einem klaren Septembertage) und Rechnungen angestellt und fand bei einer Höhe der Sonne über dem Horizont von $35^{\circ} 16'$ die Helligkeit des klaren Himmels unmittelbar neben der Sonne, wo sie, ausser bei dem Untergang der Sonne, am grössten ist, 3,15 Mal so gross als eine vollkommen weisse und vollkommen matte Körperoberfläche erschiene, die an der äusseren Grenze unserer Atmosphäre von der Sonne senkrecht bestrahlt würde. Vollkommen weiss soll ein nur gedachter Körper genannt werden, der alles auf ihn fallende Licht zurückwirft, und vollkommen matt, wenn dies in gleichförmiger Zerstreuung geschieht, so dass er in jeder Richtung betrachtet gleich hell erscheint. Frisch gefallener Schnee wirft nur 78 Prozent zurück und nicht in gleichförmiger Zerstreuung. Ein Quadratmeter einer von der Sonne senkrecht bestrahlten, vollkommen weissen und matten Körperoberfläche würde eine in ein Meter Abstand senkrecht gegenübergestellte Fläche nur $\pi = 3,14$ Mal so schwach beleuchten als die Sonne selbst; und wenn jenes Quadratmeter die Helligkeit der Stelle des Himmels neben der Sonne besässe, also 3,14, wieder 3,14 Mal so stark, also im Ganzen fast genau so stark wie die Sonne. Ein Theil einer solchen leuchtenden Fläche, welche in derselben Grösse wie die Sonne oder der Mond erschiene, würde aber bei den angegebenen Massen nur den 15,200. Theil des Quadratmeters einnehmen und in diesem Verhältniss schwächer beleuchten. Die Sonnen- oder die Mondscheibe aber, welche dieselbe Helligkeit hervorbringt wie ein Quadratmeter des benachbarten Himmels (auf der Himmelskugel von ein Meter Halbmesser), erscheint daher 15,200 Mal so hell als dieser.

Da aber die Helligkeit der Sonne in $35^{\circ} 16'$ Höhe über dem Horizont bei der Durchstrahlung durch die Atmosphäre auf 0,69 ihrer ursprünglichen Stärke vermindert wird, so erscheint uns die Sonnenscheibe nur 10,600 Mal so hell, als der benachbarte Himmel. Stände die Sonne im Zenith, so wäre ihre Helligkeit 1,18 Mal so gross, als bei 35° Höhe

die Helligkeit der benachbarten Atmosphäre etwa eben so vielmal so klein, die Sonnenscheibe also 14,800 Mal so hell, als der benachbarte Himmel. — Auf den Bildern kann das Gestirn wegen der Bildgrenze gewöhnlich in einer Höhe von höchstens 18° über dem Horizont abgebildet werden. Geben wir der Sonne nur eine Höhe von etwa 4 Sonnendurchmessern oder 2° , so erscheint sie etwa nur mit $\frac{1}{13}$ der Helligkeit, wie bei 35° Höhe. Der benachbarte Himmel ist aber weniger hell geworden; er dürfte nach einer freilich nur sehr unsicheren Schätzung $\frac{1}{4}$ der früheren Helligkeit haben, so dass dann die Sonne $10,600 \times 4 : 13 = 3300$ Mal so hell als der benachbarte Himmel erscheint.

Solche Helligkeitsverhältnisse kann man aber auf dem Bilde durch Farbpigmente nicht hervorbringen. Blendend helles Licht und volle Dunkelheit könnte man nur durch Oeffnungen im Bilde und dahinter gestelltes elektrisches Licht oder einen Dunkelraum erzeugen. Der hellste weisse Farbstoff zerstreut nur etwa 70 Prozent des auffallenden Lichtes, aufgetragenes Lampenschwarz immer noch 2 Prozent. Wenn man mit diesen beiden Farben den Mond und den benachbarten Himmel malen wollte, wäre der Mond doch nur 35 Mal so hell, als der Himmel. Da diese Farben unzulässig, wird vielleicht nur das 8fache erhalten, während der wirkliche Mond 1000 Mal so hell ist. Was nun an Helligkeit fehlt, ersetzt der Maler durch Grösse. Redner hat Versuche angestellt und zwei weisse Kartonscheiben im dunklen Zimmer aufgestellt und jede mit einer Stearinkerze beleuchtet. Die entferntere erschien in der Grösse des Mondes, und als sie zugedeckt und das Bild der näheren mit dem Erinnerungsbilde der zugedeckten in ihrem Gesamteindruck gleich gemacht wurde, ergab sich die Helligkeit der näheren nahezu in demselben Verhältniss kleiner, als ihre Fläche grösser erschien, so dass beide Scheiben nahezu gleich viel Licht in das Auge schickten.

Dieses Ergebniss der nahezu unveränderten Lichtmengen gilt aber nur innerhalb gewisser Grenzen und kann nicht mehr auf die grossen Helligkeitsunterschiede der wirklichen und der abgebildeten Mondscheibe angewendet werden. Denn wenn im letztgenannten Falle der Mond 3300 Mal so hell

als der benachbarte Himmel ist, er aber im Bilde nur 8 Mal so hell gemalt werden kann, so müsste die Grösse der Fläche im Verhältniss zu der Grösse des gemalten Himmels auf das 3300 : 8- oder das 412fache vergrössert werden, sein Durchmesser daher auf das 20fache, so dass er statt $\frac{1}{54}$ der Bildbreite etwa $\frac{1}{8}$ derselben gleich wäre. Das wäre aber vollkommen der Wahrheit widersprechend. Der Maler thut daher gut, einfach den guten Eindruck als massgebend anzunehmen.

Es sei noch erwähnt, dass die untergehende Sonne, wenn sie mit ihrem unteren Rande den Horizont berührt, immer matt erscheint, die aufgehende aber öfters strahlend, was wohl von der am Abend durch die Sonnenstrahlung erzeugten Duftmenge herrührt. Die Sonne dürfte beim Untergehen öfter nur wenige Mal so hell sein, als die hellste Stelle des Himmels, die dann etwa 5 bis 10° über ihr steht.

Endlich sei noch erwähnt, dass bei einem nach einer Photographie gebildeten Lichtdrucke des Nordkaps (in Norwegen) die Sonne $\frac{1}{23}$ der Bildbreite zeigte. Es ist dies ein Zeichen davon, dass, wenn das Sonnenbild wirklich das photographirte war, dem Schlegel des Objectivs nur eine Weite von $23 \times 32' = 736' = 12^\circ 16'$ gegeben worden war. Gewöhnlich beträgt aber diese Weite 60 bis 90° und mehr. Der Mond erscheint daher auf der Photographie ausserordentlich klein und wird dann viel grösser auf das Bild aufgemalt.

Was noch die Form des Umrisses des Vollmondes betrifft, so würde diese streng geometrisch genommen im Allgemeinen eine Ellipse sein, nämlich der Schnitt des aus dem Auge an die Mondkugel berührend gelegten (Umdrehungs)-Kegels mit der Bildfläche. Da aber selbst in den äussersten Fällen, wenn der Mond ganz am Bildrande steht, die kleine Axe jener Ellipse höchstens um $\frac{1}{30}$ bis $\frac{1}{20}$ kleiner als die grosse Axe wäre, so ist die Abweichung vom Kreise fast unmerklich und bleibt mit Recht unbeachtet.

Herr Hofrath Meidinger sprach über Blitzschläge auf Aussichtsthürme. Wie die Erfahrung zeigt, sind solche Thürme dem Blitzschlag besonders ausgesetzt und können beschädigt und zerstört werden, wenn sie keine Blitzableiter besitzen, ja auch können dann Menschen in oder an

denselben getroffen werden. Als Beispiele führte Redner den bekannten Blitzschlag auf dem steinernen Thurm der Yburg im Juni 1884 an, bei welchem eine in dem anstossenden kleinen Restaurationslokal sitzende Dame getödtet wurde, ferner einen Blitzschlag in den steinernen Thurm der Burg von Kronberg im Taunus im Juli 1893, bei welchem im Innern ein auf der Treppe gehender Arbeiter getödtet wurde (die Thürme wurden in beiden Fällen nur wenig beschädigt), endlich einen Blitzschlag in den hölzernen Thurm des Hardberges bei Oberabsteinach im Odenwald im Mai 1895, wodurch derselbe fast völlig zerstört wurde. Der Redner betonte die Nothwendigkeit, steinerne und hölzerne Thürme mit Blitzableitern zu versehen, die den Aufwand für deren Bau nur um ein Geringes erhöhen. Bloss eiserne Thürme, die in den letzten Jahren mehrfach gebaut wurden, z. B. auf der Büchenbronner Höhe bei Pforzheim bedürfen eines besonderen Blitzableiters nicht, sie bilden in ihrem Material selbst den wirksamsten; nur der Anschluss eines längeren Drahtes an den Boden kann sich hier noch dienlich erweisen.

An der an die beiden Vorträge sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich die Herren **Ammen, Lehmann und Christiani**.

478. Sitzung am 12. Juli 1895.

Anwesend 31 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**.

Der Vorsitzende machte Mittheilung von dem Eintreffen der Todesnachricht des Präsidenten der Kaiserlich Leopold Karoli deutschen Akademie der Naturforscher in Halle, Geh. Rath Professor Dr. H. Knoblauch, sowie von einer Einladung zur Enthüllung des Denkmals für G. S. Ohm in München am 5. Juli.

Herr Geh. Rath **v. Struve** berichtet über eine kurz zuvor unter dem Titel „La Vite sul Pianeta Marte“ erschienene kleinere, populär gehaltene Schrift des berühmten Mailänder Astronomen G. v. Schiaparelli. Der Verfasser hat seine Schrift in drei Kapitel getheilt, von denen die beiden ersten summarisch die vornehmlich durch Schiaparelli selbst während eines Vierteljahrhunderts fortgesetzten Beobachtungen über

die Oberflächengestaltung des Planeten, wie sie in unseren Fernröhren erscheint, erhaltenen Ergebnisse zusammenstellt. Ihnen zufolge haben wir im Allgemeinen Mars als einen im Wesentlichen unserer Erde analogen Weltkörper anzusehen, auf dem die Wechsel der Jahreszeiten, atmosphärische Niederschläge u. s. w. während des 23 unserer Monate dauernden Umlaufs um die Sonne sich ebenso periodisch wiederholen, wie bei uns. Insbesondere tritt diese Analogie in dem Wechsel zu Tage, welchem das Aussehen der Umgegend der beiden Marspole je nach den Jahreszeiten unterworfen ist. Je nachdem auf der nördlichen oder südlichen Halbkugel des Planeten Winter herrscht, bedeckt sich nämlich die Umgebung des entsprechenden Pols in weiter Ausdehnung, wie es die weisse Farbe andeutet, mit Schnee, welcher darauf bei eintretender wärmerer Witterung allmählig abnimmt und schliesslich im Hochsommer in der Regel bis auf eine Reste wieder verschwindet. Auch darin besteht grosse Analogie mit der Erde, dass die Axe des Planeten beiläufig gleiche Neigung zur Ekliptik hat wie unsere Erdachse, sowie dass die Umdrehungszeit um diese Axe nur um beiläufig 40 Minuten unserer Tagesdauer übertrifft.

Ein bedeutender Unterschied zwischen Mars und Erde besteht dagegen darin, dass, während bei uns der Ozean, indem er die Kontinente umgibt, sich ununterbrochen zwischen den beiden Polargegenden erstreckt, ein solcher, wie es die dunklere Färbung andeutet, auf Mars nur den Südpol in bedeutender Ausdehnung umgibt. Die ganze übrige Oberfläche des Planeten, die sich durch hellere Färbung kennzeichnet, ist als ein zusammenhängender, sich über das Niveau des südlichen Ozeans erhebender Kontinent anzusehen, auf dem sich zerstreut kleinere dunklere Flecken zeigen, welche wir nach ihrer Färbung für Seen von relativ geringem Umfange zu halten haben. Der Marscontinent bietet aber zugleich eine Erscheinung, für welche auf unserer Erde kein Analogon besteht. Es ist nämlich derselbe von einem Netz dunkler gerader Linien durchzogen, welche sich bisweilen durchkreuzen, aber immer in einen der genannten kleinen Seen oder in den südlichen Ozean münden. Diese zuerst von Schiaparelli entdeckten und als Kanäle bezeichneten Linien sind

in neuester Zeit auch von verschiedenen anderen Astronomen sicher erkannt und übereinstimmend beschrieben worden. Ihre an und für sich schon ihrer Natur nach schwer zu erklärende Erscheinung gewinnt noch ein erhöhtes Interesse durch den Umstand, dass die Linien bald deutlicher, bald schwächer erscheinen, auch zu Zeiten ganz verschwinden, besonders aber dadurch, dass häufig in kleinem Abstände von einander parallele Linien erscheinen, die offenbar ein zusammengehöriges System mit der ersteren bilden.

Diese Erscheinungen, verbunden mit dem Umstande, dass, wie Schiaparelli es in einem früheren Aufsätze nachgewiesen hat, auf Mars Regen nicht vorkommt und dass überhaupt nur ganz ausnahmsweise leichte Wolken in grosser Erhebung über dem Planeten beobachtet sind, bilden die vornehmlichsten Grundlagen der Spekulationen, die er im dritten Abschnitt seiner Schrift niedergelegt hat. Hier ist der Phantasie viel freies Spiel geboten, aber man muss zugeben, dass die von Schiaparelli gemachten Hypothesen geeignet sind, allen beobachteten Erscheinungen Genüge zu leisten. Er geht von dem Gedanken aus, dass die sog. Kanäle zur Regulierung und zweckmässigen Benutzung des Abflusses des sich zur Winterzeit um den Nordpol herum aufhäufenden Schnees, nach dessen Aufthauen bei wärmerer Witterung, in den südlichen Ozean dienen. Der um den Südpol sich lagernde Schnee könne beim Aufthauen nur vielleicht eine kleine Erhöhung des Niveaus des Ozeans selbst erzeugen und höchstens die nächst anliegenden Theile des Kontinents ein wenig befruchten helfen. Der Abfluss des nördlichen Schnees würde sich ohne geregelte Regulierung in kurzer Zeit vollziehen und während der langen übrigen Zeit des Jahres würde der Kontinent der zur Entwicklung organischen Lebens nach unseren Begriffen erforderlichen Feuchtigkeit beraubt sein. Die Bezeichnung als Kanäle für jene Linien, welche zunächst wohl durch ihre geradlinige Erscheinung angeregt sein mag, dürfe nicht in aller Strenge gelten. Hiergegen spräche schon der Umstand, dass sie, nach den Messungen, häufig eine Längenausdehnung von über 1000 km haben und ihre Breite, mit Einschluss der Doppellinien, sich auf 100 bis 200 km, ja bisweilen auf noch mehr beläuft.

Wären das also mit Wasser gefüllte Kanäle, so wären es kleine langgestreckte Meere, wie wir deren hier auf Erden zum Beispiel im Adriatischen oder Rothen Meere von ähnlichen Dimensionen aufzuweisen haben. Dass es nicht solche Meere sind, dagegen spricht der Umstand, dass bei Bestehen der Doppelbildungen (Geminationen, wie sie Schiaparelli nennt) das zwischenliegende Terrain in derselben Färbung erscheint, wie der übrige Kontinent. Schiaparelli ist daher geneigt, das ganze durch jene Doppellinien eingeschlossene Terrain als mit kulturfähigem Boden angefüllt anzusehen, dem durch eine Reihe kleinerer, zwischen den Doppelbildungen gelegener und denselben parallel laufender Kanäle die nöthige Feuchtigkeit zugeführt wird. Eine solche Theilung in mehrere Kanäle, welche in gewisser, durch Dämme und Schleussen regulirter Zeitfolge die vom Nordpol kommenden Wasser durchfliessen, würden dessen zu raschem Abfluss in den südlichen Ozean entgegentreten und andererseits das anliegende Terrain genügend bewässern. Letzteres würde dabei auch, indem es sich mit Pflanzen bedeckt und dadurch weniger Licht zurückstrahlt, zum Erkennen der Linien beitragen. Gewiss würden diese Annahmen alle an den Linien bisher wahrgenommenen Erscheinungen befriedigend erklären, aber freilich müssten wir dabei, nach unseren für die Erde geltenden Auffassungen, zur Herstellung der Dämme und Kanäle, sowie in der Regulirung des Abflusses, die Mitwirkung von den Planeten bewohnenden intelligenten Wesen annehmen. Hierin hätten wir also die erste Andeutung von der Existenz solcher Wesen auf dem benachbarten Planeten zu erkennen.

Wenn nun auch gegen die den vorstehenden Aufstellungen zu Grunde liegenden Hypothesen manche Bedenken erhoben werden können, so ist es doch jedenfalls interessant, zu sehen, auf welche Weise ein so scharfer Denker, wie Schiaparelli, bemüht ist, eine plausible Erklärung für die räthselhaften Erscheinungen zu finden, wenn er auch selbst seinen Ausführungen nur den Charakter eines ersten Versuchs beilegt.

Hierauf hielt Postrath Christiani einen Vortrag über die Abnahme der Blitzgefahr in Orten mit Fernsprecheinrichtung, aus dessen Inhalt wir Folgendes mittheilen:

Seit beiläufig 25 Jahren werden in der wissenschaftlichen Welt Erörterungen gepflogen über die Zunahme der Blitzgefahr und ihre vermuthlichen Ursachen. Professor v. Bezold eröffnete die Berathung, indem er auf die Erscheinung aufmerksam machte, dass in Bayern die jährliche Zahl der Blitzschäden im Verhältniss zur Zahl der gegen Feuer versicherten Gebäude eine beständige Steigerung aufweise. Seine Mittheilungen regten zu weiteren Forschungen auch an anderen Orten an und überall kam man zu ähnlichen Ergebnissen. Im Jahre 1880 fasste Dr. Holtz, damals Assistent am Physikalischen Institut zu Greifswald, die vorhandenen Beobachtungsreihen mit seinen eigenen Ermittlungen zusammen und bestätigte auf Grund eines umfangreichen Materials die Steigerung der Blitzschläge, wobei er zugleich den Nachweis versuchte, dass man es nicht mit einer rein meteorologischen Erscheinung, sondern mit Aenderungen zu thun habe, die sich durch den Einfluss der fortschreitenden Kultur auf die Beschaffenheit der Erdoberfläche erklären lassen. Später sind noch andere Schriften über den gleichen Gegenstand erschienen, die sich fast alle auf die Aufzeichnungen der Feuerversicherungsgesellschaften stützen und nur die versicherten Gebäude in Betracht ziehen. Aus einer so einseitigen Statistik darf man natürlich nur mit grosser Vorsicht allgemeine Schlüsse ziehen. Es hat denn auch nicht an Stimmen gefehlt, welche die Richtigkeit der Behauptung, dass die Blitzgefahr in stetem Zunehmen begriffen sei, überhaupt leugnen.

Was zunächst die Häufigkeit der Gewitter angeht, so scheint im Grossen und Ganzen weder eine Zunahme noch eine Abnahme zu bestehen. Zeitliche Schwankungen kommen zwar vor, insofern als es bekanntlich gewitterreiche und gewitterarme Jahre gibt; aber eine bestimmte Periodizität lässt sich nicht nachweisen, und oft steht der Steigerung an einem Orte eine gleichzeitige Abnahme an dem anderen gegenüber. Begrenzte Landstriche lassen häufiger eine gewisse Regelmässigkeit erkennen als grosse Ländergebiete. Im Allgemeinen kann man sagen, dass der Süden von Deutschland gewitterreicher ist als der Norden, und der Westen gewitterreicher als der Osten. Baden gehört zu den gewitterreichsten Bezirken.

Was sich gesteigert haben soll, ist auch nicht die Häufigkeit der Gewitter, sondern die Zahl der Einschläge, also die zur Erde gehenden Blitzentladungen. Da kommt es nun auf die Grösse der Beobachtungsfäche und die Anzahl der bedrohten Punkte, wie Gebäude, Bäume und dergleichen an; auch die Höhe und Bauart der Häuser, die Bewässerungs- und Bewaldungsverhältnisse spielen eine grosse Rolle. Vergleiche sind also schwer zu ziehen; immerhin ist die behauptete Zunahme der Blitzeinschläge durch die bisherigen Untersuchungen wenigstens wahrscheinlich gemacht worden. Die Gründe dieser Erscheinung sieht man in der fortschreitenden Entwaldung, in der zunehmenden Verwendung des Eisens und sonstiger Metalle als Baumaterial, in der Einführung von Gas- und Wasserleitungen u. a. m.

Die Vermehrung der Metalltheile wirkt aber nicht immer schädlich, sondern kann auch zum wirksamen Schutzmittel gegen Blitzgefahr werden, wenn dem elektrischen Funken dadurch ein zusammenhängender Weg zur Erde geboten wird. Beweis dafür sind die Blitzableiter; in ausgedehnter Masse aber auch die Telegraphen- und Telephonleitungen. Die Telegraphenverwaltungen haben von jeher viel durch Gewitterstörungen zu leiden gehabt, weil ihre Anlagen als hervorragende Punkte und metallische Verbindungen den Blitz anziehen. Schon die hölzernen Telegraphenstangen, wenn sie vom Regen benetzt sind, können als Auffangvorrichtungen für Blitzschläge gelten. In weit höherer Masse aber besitzen diese Eigenschaft die eisernen Telephonständer auf den Dächern: diese wirken geradezu als Blitzableiter, da jeder Träger eine gute Erdverbindung aus Drahtseil besitzt.

Berücksichtigt man, dass die Leitungen Stadt und Land überspannen und sich innerhalb der grösseren Orte zu dichtmaschigen Netzen entwickelt haben, so begreift man einerseits, dass die Telegraphenanstalten und Fernsprechcentralen dem Einfluss der Gewitter in hohem Masse ausgesetzt, andererseits aber auch, dass sie zur Anstellung von Beobachtungen über die Blitzgefahr in besonders günstiger Lage sind.

Wie die Reichstelegraphenverwaltung ihre Einrichtungen gegen diese Blitzgefahr schützt, wurde im Verlauf des Vor-

trags unter Vorzeigung der verschiedenen Blitzableiter eingehend erläutert, kann aber hier ausser Betracht bleiben. Dagegen wollen wir die Mittheilung hervorheben, dass die genannte Verwaltung schon seit 1882 eine sorgfältige, über ihr ganzes Gebiet sich erstreckende Gewitterbeobachtung organisirt hat. Mit den Aufzeichnungen, die sich sowohl auf die oberirdischen, wie auf die unterirdischen Linien erstrecken, wurden zuerst 740 Anstalten beauftragt; vom Jahre 1884 ab kamen weitere 125 Anstalten hinzu, und jetzt beträgt die Gesamtzahl der Beobachtungsstationen über 1000. In Baden und Hohenzollern nehmen folgende Orte an den Beobachtungen bezüglich der oberirdischen Telegraphenanlagen Theil:

Im Bezirk der Oberpostdirektion Karlsruhe: Achern, Baden, Bruchsal, Eberbach, Heidelberg, Karlsruhe, Mannheim, Mosbach, Oppenau, Pforzheim, Philippsburg, Tauberbischofsheim und Wertheim.

Im Bezirk der Oberpostdirektion Konstanz: Donaueschingen, Elzach, Emmendingen, Engen, Freiburg, Furtwangen, Gammertingen, Hechingen, Konstanz, Lahr, Lörrach, Messkirch, Müllheim, Neustadt, Säckingen, Schiltach, Sigmaringen, Stockach und Waldshut.

Die beobachtenden Anstalten erstatten nach jedem Gewitter an ihre vorgesetzte Oberpostdirektion eine Meldung, aus der die betroffenen Leitungen, die Zeit der Beobachtung, Art der Erscheinungen, Richtung des Gewitters, etwaige Betriebsstörungen und sonstige Wahrnehmungen, insbesondere über vorgekommene Einschläge, zu ersehen sein müssen.

Bei den Beobachtungen über den Einfluss der Gewitter auf die unterirdischen Leitungen ist namentlich festzustellen, ob Störungen sich nur dann bemerkbar machen, wenn Gewitter in der Nähe solcher Orte auftreten, an denen die Kabel zu Betriebszwecken mit der Erde verbunden sind, oder auch dann, wenn sie an einem Zwischenpunkte oberhalb der unterirdischen Linien auftreten. Es haben deshalb alle Telegraphenanstalten, die von der Zugrichtung der Kabellinien berührt werden, sich an den Beobachtungen zu betheiligen.

Die Meldungen der Anstalten werden bei den Oberpostdirektionen in Jahresnachweisungen zusammengefasst, die

dem Reichspostamt in Berlin vorzulegen sind. Dort strömt also die gesammte Gewitterstatistik des Reichstelegraphengebietes zusammen und bildet ein Material von einzig dastehender Reichhaltigkeit und Zuverlässigkeit.

Bei den regelmässigen Beobachtungen der Telegraphenanstalten waren Anzeichen hervorgetreten, die darauf schliessen liessen, dass die Telephonnetze einen gewissen Einfluss auf die Häufigkeit der Blitzschläge und die Blitzgefahr, und zwar in günstigem Sinne, ausüben. Um über diesen Punkt volle Klarheit zu erlangen, hat das Reichspostamt seit 1892 eine besondere Gewitterbeobachtung für die Orte mit Fernsprecheinrichtung organisirt, die sich namentlich darauf richtet, ob in solchen Orten die Gewitter im Allgemeinen weniger häufig und weniger zerstörend auftreten, als in Orten ohne Sprechnetz, sowie ob etwa in Stadttheilen mit dichtem Telephonnetz weniger Blitzbeschädigungen vorkommen, als in Stadttheilen, wo Linien und Leitungen nur in geringer Zahl und in grösseren Abständen vorhanden sind. Auch bei diesen Ermittlungen werden nur die zur Erde gehenden Blitze vermerkt, und die unmittelbar durch Blitzschlag herbeigeführten Beschädigungen von den übrigen Blitzschäden gesondert, die durch den sogenannten Rückschlag verursacht werden. Die Oertlichkeit, wo der Blitz eingeschlagen, der Weg, den er genommen hat, sowie alle diejenigen Umstände, die sein Zustandekommen begünstigt haben können, z. B. die Lage des Gebäudes auf einer Anhöhe, die Nähe hoher Bäume und dergleichen, müssen aus den Aufzeichnungen ebenso genau zu ersehen sein, wie Zweck und Bauart der getroffenen Gebäude, sowie der Umfang des Fernsprechnetzes nach der Länge der Linien und Leitungen für jeden Beobachtungsort anzugeben.

Aus den bisherigen Beobachtungen lässt sich nun trotz ihrer kurzen Dauer schon mit Sicherheit der Schluss ziehen, dass durch die Telephoneinrichtungen die Wirkung der Gewitter abgeschwächt und die Blitzgefahr vermindert wird, indem einerseits die Leitungen einen grossen Theil der auf der Erdoberfläche sich ansammelnden Elektrizität aufnehmen, vertheilen und mit der atmosphärischen Elektrizität schon vor dem Zustandekommen von Blitzschlägen allmählich zum

Ausgleich bringen, während andererseits die Blitze mit Vorliebe die ihnen durch die Telephonanlagen gebotenen ausgedehnten und gut unterhaltenen Ableitungen benutzen, um unschädlich zur Erde zu gelangen.

Im Jahre 1894 wurden beispielsweise im Bezirk der Oberpostdirektion Karlsruhe von 4374 Gebäuden an Beobachtungsorten ohne Sprechnetz vier und von 37 444 Gebäuden an Orten mit Sprechnetz nur zwei vom Blitz getroffen. Das macht, auf 100 000 Gebäude bezogen, im ersten Falle 91 und im zweiten 5 Einschläge. Die Wahrscheinlichkeit der Blitzbeschädigung stände also hiernach für Orte ohne und mit Telephonnetz im Verhältniss von 18:1. Auf mathematische Genauigkeit können diese Zahlen natürlich keinen Anspruch erheben; aber so viel geht doch unzweifelhaft aus ihnen hervor, dass die Blitzgefahr an Orten mit Fernsprecheinrichtung wesentlich geringer ist, als an Orten, die dieser Einrichtung noch entbehren, und dass die Sicherheit der Gebäude um so grösser ist, je näher sie den Gestängen und Leitungsdrähten der Telephonnetze liegen. Am besten geschützt sind die Häuser, auf denen sich ein mit guter Erdleitung versehener Telephonständer befindet. Dieses Ergebniss mehrjähriger Beobachtung steht auch mit der Theorie in gutem Einklang; denn die dichtmaschigen Leitungsnetze der Fernsprechanlagen bilden in Verbindung mit den zahlreichen Eisenträgern, von denen jeder wie eine Auffangstange wirkt, ferner mit den vielen Erdleitern, den damit in Zusammenhang gebrachten Gebäudeblitzableitern, Gas- und Wasserleitungsröhren einen vollständigen Drahtkäfig, der die umschlossenen Häuser allen elektrischen Einwirkungen von aussen eben so sicher entzieht, wie der englische Physiker Faraday in seinem berühmten Experiment es an seiner eigenen Person nachgewiesen hat.

479. Sitzung am 8. November 1895.

Anwesend 50 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. Wiener.
Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Dr. R. Knittel, Buchhändler,
und Oberst Chr. v. Schmalz.

Herr Dr. Ristenpart hielt einen Vortrag über: Die Wanderungen des Erdpols nach dem neuesten Stande

der Forschung, indem er einen vor Jahresfrist über die Aenderungen der geographischen Breite gehaltenen Vortrag durch die Mittheilung der seither hier von ihm angestellten Beobachtungen und die daraus sich ergebenden Folgerungen ergänzte. Das Phänomen besteht nicht in einer Aenderung der Lage der Erdaxe im Raume, sondern in einer Verschiebung derselben im Innern des Erdkörpers oder vielmehr in einer Verschiebung der Erde durch die im Raume feststehende (sich selbst parallel bleibende) Erdachse, indem in Folge dessen letztere an stets anderen Punkten der Erdoberfläche austritt. Der Pol, um welchen die tägliche Umdrehung stattfindet, ist also von Tag zu Tag ein anderer, und die ununterbrochene Reihenfolge aller Punkte, denen successive auf der Erdoberfläche der Name Pol zukommt, bildet eine recht verschlungene Kurve, deren Deutung die Aufgabe der astronomischen Theoretiker ist. Einen Kreislauf des Erdpoles um die Hauptträgheitsaxe folgerte schon Euler in einer Periode von 305 Tagen, sobald zu irgend einer Zeit einmal die Hauptträgheitsaxe und die Umdrehungsaxe nicht zusammenfielen. Doch konnten zu diesem Zwecke in Pulkowa 1842 und 1868, in Greenwich 1872 angestellte Beobachtungen keine in diesem Zeitraum erfolgende Aenderung der geographischen Breite mit Sicherheit nachweisen und gingen auch in der Angabe dieser Schwankung sehr auseinander. 1884 aber entdeckten zufällig gleichzeitig Küstner in Berlin und Chandler in Cambridge (Mass.) Aenderungen der Polhöhe in längeren Beobachtungsreihen, im Gesamtbetrage einer halben Bogensekunde. Nach dem Bekanntwerden dieser wurde 1889 auf mehreren Sternwarten systematisch begonnen, die geographische Breite zu beobachten und im Jahre 1892 trat auch die hiesige Sternwarte in diese Arbeit ein. Die Absicht war dabei die, das Gesetz der Veränderungen kennen zu lernen, um dann aus ihm für die beobachtende Astronomie und Geodäsie die Daten zu entnehmen, welche erlauben, aus der bekannten mittleren Breite die für einen bestimmten Tag geltende abzuleiten. Die Schwierigkeit, ein solches Gesetz zu finden, wurde aber dadurch vergrößert, dass sich sowohl die Periode der Breitenänderungen als auch die Grösse derselben veränderlich zeigte,

erstere zwischen einem Jahr und 15 Monaten, letztere sank bald unter den Anfangs gefundenen Werth. Es lag also nicht eine einfache Kreisbewegung des Poles vor, sondern vielmehr die Bewegung um einen Punkt, den Trägheitspol, welcher seinerseits auf der Wanderung begriffen war. Hierfür lieferte die Theorie auch eine Erklärung, indem Massentransporte auf der Erdoberfläche, wie sie z. B. durch die Meeresströmungen veranlasst werden können, falls durch diese eine erhebliche Ansammlung von Wasser auf der einen Hemisphäre gegenüber der anderen erzeugt wird, aber auch Veränderungen im Luftdruck, wenn diese ausgedehnte Flächen auf nur einer Seite der Erdaxe betreffen, im Stande sind, den Trägheitspol um wenige Hundertelbogensekunden zu verschieben. Die Periode dieser, in letzter Linie von der Sommerwärme bedingten Vorgänge ist ein Jahr und so ist das Phänomen der Polhöhenänderungen denn so zu erklären, dass der Trägheitspol im Laufe eines Jahres um eine mittlere Lage herumschwankt und zwar in einer Ellipse, wie die Diskussion der Beobachtungen zeigt, deren grosse Axe $30/100$ und deren kleine $8/100$ Bogensekunden beträgt, während um den so bewegten Trägheitspol der Rotationspol in einem Kreise von $16/100$ Bogensekunden im Zeitraum von 14 Monaten herumwandert. So entsteht ein sehr verwickeltes Gesetz, das der amerikanische Astronom Chandler nach vielen anderen Versuchen in eine mathematische Formel gefasst hat, um damit auch die zukünftigen Polbewegungen voraussagen zu können. Von der relativen Kleinheit aller hier vorgehenden Veränderungen erhält man einen Begriff, wenn man erwägt, dass eine einzige Bogensekunde auf der Erdoberfläche 30.87 Meter Länge entspricht. Zur Prüfung des von Chandler zuletzt gegebenen Gesetzes wurden dann die Resultate der hiesigen Beobachtungen herangezogen; dieselben umfassen gegenwärtig seit 18. März 1892 5236 einzelne Bestimmungen der geographischen Breite, und da deren Zahl bis zur Verlegung der Sternwarte nach Heidelberg jedenfalls auf über 6000 gestiegen sein wird, ist alsdann die Breite des Pfeilers, auf welchem das Beobachtungsinstrument stand, mit einer Schärfe bestimmt, wie die sehr weniger Punkte auf der Erdoberfläche; es liegt daher sowohl im Interesse der Geodäsie, wie der

Astronomie, ihn als einen Fundamentalpunkt für die internationale Erdmessung zu erhalten. Der wahrscheinlichste Werth für die Polhöhe dieses Punktes ist $49^{\circ} 0' 29'' 03$. Ein anderes selbständiges Ergebniss der hiesigen Polhöhenbeobachtungen ist eine Neubestimmung der Konstante der Aberration, d. h. des Winkels, um welchen ein von der Sonne kommender Lichtstrahl von seiner wahren Richtung abgelenkt erscheint, weil die Erde in Bewegung begriffen ist (30 km in der Sekunde). Bisher nahm man mit W. Struve's Bestimmung aus dem Jahre 1843 für diesen Winkel $20'' 4451$ an, die hiesigen Beobachtungen setzen ihn bis jetzt auf $20'' 4858$ herauf in sehr naher Uebereinstimmung mit dem Mittelwerthe von 34 der besten seither erlangten Beobachtungsreihen. Die durch eine graphische Darstellung ermöglichte Vergleichung der hier beobachteten Breitenänderungen mit den von Chandler's Formel vorhergesagten bestätigte dieselbe nicht, und zu dem gleichen Ergebniss kam Professor Albrecht vom geodätischen Institut in Potsdam, als er die Ergebnisse aller an den Messungen beteiligten Sternwarten bis zur Mitte dieses Jahres behufs Ableitung von Gesammtergebnissen und Vorlegung derselben an die Anfang Oktober d. J. in Berlin zusammengetretene Konferenz für internationale Erdmessung bearbeitete.

Es sind zweifellos noch Wirkungen unregelmäßiger Art vorhanden, sei es nun meteorologischer Natur, sei es, dass sie Vorgängen im Erdinnern verdankt werden, welche eben der scharfen Fassung durch ein bestimmt formulirtes Gesetz spotten. So bleibt denn, um eine klare Vorstellung von den Wanderungen des Poles zu erlangen, nur der von Professor Albrecht eingeschlagene Weg, aus den Beobachtungen von sehr in Länge vertheilten Sternwarten, für welche die Breitenänderungen zur selben Zeit ziemlich verschieden sind, empirisch die Bahn des Erdpoles abzuleiten. Eine graphische Darstellung derselben im Massstabe 1 : 20 erleichterte die Vorstellung von diesen Bewegungen. Der Pol ging von 1890.0 angefangen anfangs in sich verengender, unregelmässiger Spirale um einen festen Punkt herum, aber um die Jahreswende 1893/94 zeigt sich eine grössere Störung und seit dieser Zeit ist die Figur der Polbewegung eine wunderbare Zickzacklinie. Ihren

Zweck, dem praktischen Bedürfniss einer Kenntniss der Abweichung der augenblicklichen Polhöhe von der mittleren zu genügen, erfüllt diese graphische Darstellung allerdings. Man kann aus ihr für jeden Zeitpunkt (freilich nur der Vergangenheit) die rechtwinkligen Koordinaten des momentanen Poles ableiten und daraus die Breitenschwankung für Orte bekannter geographischer Länge leicht berechnen. Nun beruht die Ableitung vor Allem des letzten Zuges der Polbewegung auf den Beobachtungen von nur fünf Sternwarten: Kasan, Potsdam, Karlsruhe, Strassburg und Bethlehem (U. S. A.), die sich freiwillig zu dieser, alle übrigen in gleichem Masse interessirenden Arbeit entschlossen. Diese schon sehr geringe Zahl kann durch den jeder Zeit möglichen Rücktritt einer der Sternwarten, in einer für die Genauigkeit der Kenntniss der Polbewegung bedrohlichen Weise vermindert werden; deshalb hat die internationale Erdmessungskonferenz beschlossen, ihrerseits die Beobachtung der Polwanderungen in die Hand zu nehmen und, ohne die freiwillige Kooperation auszuschliessen, vier Sternwarten eigens zu diesem Zwecke einzurichten und mit dieser Aufgabe zu betrauen, welche auf genau derselben geographischen Breite und in Länge um je 90° von einander entfernt liegen sollen. Diese Anordnung erlaubt, dieselben Sterne zur Beobachtung zu benutzen und dadurch die Beobachtungsfehler, welche bei diesen peinlich genauen Untersuchungen besonders zu fürchten sind, möglichst auszuschliessen. Doch muss eine solche Arbeit viele Jahre fortgesetzt werden, um zu zeigen, ob ein Gesetz oder ob Regellosigkeit in den Bewegungen des Erdpols auf der Erdoberfläche obwaltet.

Die sehr lebhafteste Diskussion eröffnete Herr Geh. Rath v. **Struve**, der frühere Direktor der russischen Hauptsternwarte Pulkowa, mit dem Ausdruck der Anerkennung für die erreichte Genauigkeit der Beobachtungen, er wies darauf hin, dass man die Breitenänderungen vielleicht nicht ausschliesslich als Bewegungen des Poles bezeichnen dürfe, da durch die besprochenen Massentransporte auch die Richtung der Schwere, von welcher die geographischen Breiten gleichfalls abhängig sind, geändert werden könnte, welcher Ansicht auch Herr Professor **Haid** beistimmte, die von Chandler gegebenen

Formeln habe er nie für mehr als Interpolationsformeln gehalten. Herr Staatsrath v. **Trautschold** hält die Frage der Polverschiebungen auch für den Geologen für sehr interessant, da man durch grössere derartige Verschiebungen in vorgeschichtlicher Zeit wohl die sechs geologischen Eiszeiten erklären könne. Der Vortragende bestreitet indess, dass Verschiebungen in so grossem Betrage nach dem Erstarren der Erdrinde noch hätten eintreten können. Herr Professor **Futterer** zieht zur Erklärung etwaiger grösserer Verschiebungen das Einsinken ganzer Gebirge in die Erde heran — ein solches war z. B. das heutige Belgien — und bringt Belege für die Massentransporte, die durch die von den Meeresströmen geführten Eisberge besorgt werden; indess zeigt der Vortragende zahlenmässig, dass ein solches Einsinken immerhin nur so verschwindende Bewegungen der Erdaxe (im Betrage von wenigen Sekunden) bewirkt, dass es die Eiszeit nicht erklären kann. Herr Dr. **Schultheiss** erklärt, dass anomale Luftdruckvertheilungen nur für sehr wenig ausgedehnte Bezirke bestehen und immer durch entgegengesetzte ausgeglichen werden, also ohne merkenswerthen Einfluss auf das Trägheitsmoment seien. Herr Professor **Hald**, der den diesjährigen Verhandlungen der Konferenz für internationale Erdmessung beiwohnte, berichtet, dass die Kosten der Errichtung der Stationen für den internationalen Polhöhendienst auf 44 000 M. veranschlagt seien, dass aber bis zur wirklichen Einrichtung desselben wohl noch einige Jahre vergehen würden. Herr Professor **Volz** fragt, ob man es bei dem Phänomen der Breitenänderungen vielleicht nur mit einem Verschieben der festen Erdrinde auf dem flüssigen Erdkern zu thun habe, was aber wenig wahrscheinlich ist. Herr Professor **Platz** geht nochmals in längeren Ausführungen auf die Eiszeit ein und bemerkt, dass auch andere astronomische Erklärungsgründe hier zu Unrecht herangezogen seien. Herr Dr. **Mie** führt an, man könne Temperaturschwankungen (bis zu 1° mittlerer Jahrestemperatur), wie sie die Eiszeit bedingen, auch erklären durch den wechselnden Kohlensäuregehalt der Luft, da die Kohlensäure die Eigenschaft habe, die von der Sonne kommenden Lichtstrahlen zwar durchzulassen, die von dem Erdboden zurückgeworfenen Wärmestrahlen aber nicht.

Herr Professor **Schroeder** weist noch auf den stärkeren Feuchtigkeitsgehalt der Luft als mögliche Ursache der Eiszeit hin. Die Ergebnisse des Vortrags und der Diskussion kurz zusammenfassend, schloss Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener** alsdann die anregende Sitzung.

480. Sitzung am 29. November 1895.

Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**. Auwesend 65 Mitglieder. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. H. Wislicenus, Assistent der Chemie, Lehramtspraktikant K. Dienger, Professor E. Arnold an der technischen Hochschule.

Herr Geh. Hofrath **Engler** hielt einen Vortrag über das System der Elemente. Die etwa 70 Elemente, in die sich die Materie zerlegen lässt, werden nach dem System von Mendelejew und Lothar Meyer in Gruppen gebracht, deren einzelne Glieder derart miteinander korrespondiren, dass an gleichen Stellen der verschiedenen Gruppen sich bestimmte Eigenschaften jeweils wiederfinden. Dabei treten in einigen dieser Elementgruppen Lücken auf, für welche die betreffenden Elemente noch fehlen, deren Existenz jedoch vorhergesagt werden kann. In der That sind einige dieser fehlenden Glieder in den letzten Jahren aufgefunden worden. In dem vor kurzer Zeit als Bestandtheil unserer Atmosphäre entdeckten elementaren Gas Argon ist nun aber ein Element aufgefunden worden, dessen Einreihung in das bisherige System nicht möglich war, was zu neuen Betrachtungen führte. Julius Thomson gelangte auf Grund des elektrochemischen Verhaltens der Elemente und der Valenz ihrer Atome zur Aufstellung einer neuen Elementenreihe, deren Glieder sich gegenüber den übrigen Elementen durch elektrische Indifferenz und chemische Inaktivität auszeichnen. In dieser Reihe lässt sich das Argon, welches schon seinen Namen seiner Inaktivität verdankt, sehr wohl unterbringen; auch auf Grund anderer Eigenschaften. Sofern sich die Thomson'sche Theorie als richtig erweist, lässt sich eine weitere Anzahl solcher inaktiver Elemente vorhersehen. — Im Anschluss daran berichtete Vortragender ausführlicher über das Argon, dessen Menge in unserer Luft ca. 1 Prozent beträgt und welches man unterdessen in einer Reihe von Mineralien, auch in den Gasen,

die aus Quellwassern sich entwickeln, so z. B. auch in der Quelle von Wildbad, nachgewiesen hat.

Eine weitere wichtige Folge der Entdeckung des Argons war die Auffindung des Heliums, eines bis jetzt nur in der die Sonne umgebenden Gashülle, und zwar in der sogenannten Chromosphäre mittels des Spektralapparates beobachteten Elementes, auch auf der Erde. Neben Argon findet es sich insbesondere in einer Reihe von Mineralien, z. B. im Cleveit von Norwegen und in Quellgasen, so auch in denen von Wildbad. Von höchstem Interesse ist aber das Auftreten des Heliums in helleuchtenden Fixsternen, vor Allem in solchen des Orion, und auch in dem plötzlich mit hellem Licht im Jahre 1892 neu aufgetretenen Stern Nova Aurigae, dessen Intensität aber wieder rasch abnahm, zeigten sich die Heliumspektrallinien in aussergewöhnlicher Stärke. Das Element ist sonach im Weltall, wie es scheint, sehr verbreitet. Nach seinem Atomgewicht, auch nach seinem sonstigen Verhalten, lässt es sich der Thomson'schen Gruppe indifferenten Elemente vorerst unschwer einreihen. Weitere Untersuchungen über das Helium und noch ein weiteres sich mit demselben meist findendes Element sind abzuwarten.

So wie eine nähere Betrachtung des Elementensystems auf Grund der Analogie mit anderen Körperklassen, namentlich der organischen Chemie, dazu führt, die Elemente als aus noch unbekanntem Urelementen gebildete Kombinationen zu betrachten, so erweckt auch die Auffindung gewisser zusammengesetzter Stoffe, so insbesondere der Ammoniumbasen und der von Victor Meyer in neuester Zeit entdeckten Jodoniumbasen, von denen die ersteren mit den Verbindungen der Alkalimetalle Kalium, Natrium etc., die letzteren mit denen des elementaren Metalls Thallium höchst auffällige Aehnlichkeit zeigen, die Hoffnung, dass der künstliche Aufbau unserer Elemente dereinst doch noch gelingen werde. Der Vortragende schloss mit der Bemerkung, dass, wenn auch die Alchemisten in dem Suchen nach dem Stein der Weisen, mit dem sie Gold zu machen hofften, nach unserem damaligen Wissen einem Phantom nachgejagt hätten, die heutige Wissenschaft die künstliche Darstellung von Metallen und also auch von Edelmetallen — mag die Lösung des Problems auch noch

in weiter Ferne liegen — doch nicht mehr als Absurdität betrachten könne.

481. Sitzung am 12. Dezember 1895.

Anwesend 45 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren Aerzte: Dr. O. Brugger,
Dr. L. Gutsch, Dr. F. Levinger.

Herr Dr. **K. Doll** hielt einen Vortrag über „Die Geschichte der Pocken und der Schutzpockenimpfungen“. Derselbe ist bereits im 11. Band abgedruckt worden. Der Vortrag rief eine lebhaftige Diskussion hervor, an welcher sich die Herren **Ammon, Engler, M. Doll, Kaiser, Meidinger, Schiff, Tross, Wilser** beteiligten.

Herr Dr. **Tross** regte die Frage der Möglichkeit eines dem Blitzschlag (Donner) vorausgehenden Zischens an; er glaubte mit Bestimmtheit ein solches wahrgenommen zu haben. Hierüber entstand eine längere Verhandlung, wobei verschiedene Anschauungen geltend gemacht wurden; es nahmen an derselben Theil die Herren **Wilser, Meidinger, Hemberger, Schiff, Volgt**.

482. Sitzung am 10. Januar 1896.

Anwesend 22 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Dr. **Meidinger**.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Kommerzienrath Th. Henning
und Privatier L. Rabeneck.

Herr Professor Dr. **K. Futterer** berichtete über das Erdbeben von Laibach, welches im Frühlinge vergangenen Jahres die Bewohner dieser Stadt sowie des weiteren Umkreises längere Zeit hindurch in Angst und Schrecken hielt und eine grosse Anzahl von Gebäude theils ganz zerstörte, theils dem Einsturze so nahe brachte, dass sie nicht mehr bewohnbar waren. In der Nacht vom 14. zum 15. April erfolgte 11^h 16' der erste Stoss, der schon sehr heftig war und bis 7 Uhr von zahlreichen mehr oder minder kräftigen Erschütterung gefolgt wurde. Auch an den nachfolgenden Tagen kam die seismische Thätigkeit nicht zur Ruhe und dauerte bis Anfang Mai mit stärkeren und schwächeren Stössen weiter; vom 2. bis zum 16. Mai konnte man immer

noch 2 bis 3 schwache Stösse wahrnehmen. Wie bei allen Erdbeben hatten besonders die Gebäude in Laibach und dessen Umgebung zu leiden, welche nicht auf dem festen anstehenden Gestein, sondern auf Geröllablagerungen des Flusses oder anderen lockeren Böden standen. Die Wirkungen äusserten sich im Einsturze von Kaminen und Brandmauern und in starken Rissen bei den nicht eingestürzten Gebäuden. Auf dem Friedhofe waren die Denksteine in charakteristischer Weise gedreht worden, und zwar alle in gleichmässiger Weise in ihrer Lage verändert, beziehungsweise gedreht, so dass man zur Erklärung dieser Verschiebungen verschieden gerichtete, schnell auf einander folgende Bodenbewegungen annehmen muss. Die Ausdehnung des Erdbebens war eine recht beträchtliche; in Triest, Cilly, Treviso stürzten noch Schornsteine ein; bis Florenz, Salzburg und Wien wurden die heftigsten Stösse deutlich gefühlt, und die feinen Seismometer in Potsdam registrirten die Erdbebenwellen, deren Geschwindigkeit 3,5 km in der Sekunde betrug.

Für die Frage, wie derartige katastrophenartige Bewegungen des festen Erdbodens entstehen können, hat die Geologie verschiedene Antworten. Einmal pflegen sie sehr häufig mit Vulkanausbrüchen zusammen aufzutreten oder jenen vorherzugehen; sie dehnen sich dann mehr oder weniger weit über das dem Vulkane benachbarte Gebiet aus und sind sehr häufig von furchtbaren zerstörenden Wirkungen begleitet. Von einem derartigen vulkanischen Erdbeben kann natürlich bei Laibach keine Rede sein, ebensowenig kommt eine zweite Kategorie von Erderschütterungen in Betracht, welche auf Unterwaschungen und Einsturz von grossen Höhlungen im Erdinnern zurückgeführt werden. Sie sind zwar in den Karstgebieten, wo ein grosser Reichthum an natürlichen Höhlen und grossen unterirdischen, vom Wasser erzeugten Höhlenräumen kein Mangel ist, nicht selten, sind aber in ihren Wirkungen auf kleinere Gebiete beschränkt. Es bleibt nun nur noch eine Gattung von Erdbeben übrig, welche als tektonische bezeichnet werden, weil sie ihre Ursache in dem Bau und der Struktur der festen Erdrinde haben und durch Verschiebungen oder Absenkungen bestimmter Theile derselben an Verwerfungslinien erzeugt werden.

Die feste Erdrinde ist nicht starr, wie man sie sich gewöhnlich vorzustellen pflegt, sondern hat im Laufe der unmessbar langen geologischen Zeiträume gewaltige Veränderungen erlitten. Hier sind die ursprünglich horizontal im Meere abgelagerten Schichten zu hohen Gebirgen aufgetürmt, dort sind grosse Stücke in die Tiefe gesunken und heute dehnt sich Meer aus, wo einst Festland mit Gebirgen war. Das Gebiet der nördlichen Adria ist durch solche mechanische Erdkrustenbewegungen schon seit alten geologischen Zeiten in starkem Masse betroffen. Der Geologe sieht tief im Gebirgsbau der Alpen, schon vom Gardasee über Meran und dem Pusterthale und der Drau folgend eine grosse Bruchlinie verlaufen, an die sich im Osten andere nach SO. gerichtete Verwerfungen anschliessen, und dadurch ist der Umriss des nördlichen Adriatischen Meeres schon in alten Perioden geologischer Geschichte vorgezeichnet. Jüngere Einbrüche folgten denselben Leitlinien, und so sehen wir die nördliche Adria als den tiefsten meererfüllten Theil eines grossen Bruchfeldes, das von der Höhe der Ostalpen und der dalmatinischen Gebirge treppenartig wie die Reihen eines Amphitheaters absinkt und in seinem Centrum das Meer birgt. Alle diese Bewegungen führten zu Erdbeben und da sie nicht auf einmal, sondern allmählich vor sich gingen, fand die Bildung des Einbruches des Adriatischen Meeres während langer Zeiträume statt. Aber auch heute sind diese Bewegungen noch nicht abgeschlossen. Längs der alten Bruchlinien finden immer noch Verschiebungen statt und das Zittern und Beben der Erde gibt davon Zeugnis. Gerade über Laibach läuft eine von Nordwest nach Südost gerichtete Bruchlinie, andere liegen bei Triest, bei Fiume, Agram; solche mit west-östlicher und nord-südlicher Richtung bei Belluno und in den Karnischen sowie Venetianer Alpen und an den meisten derselben hat man von starken Erdbeben Kenntniss, z. B. Klana 1870, Belluno 1873, Agram 1880 u. a. Dass in diesem Gebiete die tektonischen Bewegungen noch nicht zur Ruhe gekommen sind, zeigt auch das Laibacher Erdbeben 1895, und auch damit dürfte noch kein Ende sein.

Herr Dr. **Schultheiss** bemerkte, dass der Beginn des Laibacher Erdbebens auch in Hohenheim bei Stuttgart durch einige der dort aufgestellten Seismometer angezeigt worden

sei; als Zeitpunkt des ersten Stosses habe sich $11^h 18\frac{1}{2}'$ M.E.Z. und als Richtung die von Süd nach Nord ergeben.

Herr Dr. **Schultheiss** berichtet sodann, dass es den Herren Elster und Geitel in Wolfenbüttel gelungen sei, experimentell nachzuweisen, dass es, wie schon Helmholtz und Bezold auf Grund theoretischer Betrachtungen als möglich hingestellt haben, Luft gibt, die mit Wasserdampf übersättigt ist. Die beiden Forscher bedienten sich zu diesem Zwecke einer etwa zwei Liter Luft enthaltenden Flasche, auf deren Boden sich Wasser befand. Komprimirt man die Luft in der Flasche vermittelst eines Gebläses und lässt man sie dann durch Oeffnen eines Hahnes wieder rasch ausströmen, so entsteht ein leichter Nebel, weil die Luft durch die plötzliche Ausdehnung abgekühlt und dadurch ein Theil des in ihr enthaltenen Wasserdampfes kondensirt worden ist. Wird der Versuch öfters wiederholt und wird jeweils nur sorgfältig filtrirte Luft eingepumpt, so kommt es nicht mehr zur Nebelbildung, weil die zur Kondensation des Wasserdampfes nöthigen feinen Staubtheilchen, welche vorher in der Flasche enthalten waren, aufgebraucht sind. Lässt man aber kurz nach einer abermaligen Expansion der Luft einen elektrischen Funken in der Flasche überspringen, so tritt sofort Nebel ein, weil theils durch losgerissene Elektrodenmaterie, theils durch Oxydationsprodukte von Stickstoff neue Stäubchen gebildet worden sind. Augenscheinlich war nach dem Oeffnen des Hahnes die Luft eine kurze Zeit hindurch mit Wasserdampf übersättigt.

Herr Staatsrath v. **Trautschold** erwähnte die merkwürdigen Beobachtungen von Professor Röntgen in Würzburg über eine neue Art Lichtstrahlung, wovon Tags zuvor die ersten Nachrichten in die Zeitungen gelangt waren. Inzwischen haben die meisten Blätter eingehend über die Sache berichtet.

Herr Hofrath **Meidinger** ergriff hierauf das Wort zu verschiedenen Mittheilungen. Zuerst besprach derselbe ein Verfahren zur Herstellung der so zuträglichen, und Manchem eine angenehme Speise darbietenden Sauer Milch — aus gekochter Milch. Durch Kochen wird die Milch von allen in ihr enthaltenen lebenden Bakterien befreit und kann deshalb keinen Krankheitsstoff in den Körper übertragen, wie solches bei ungekochter Milch möglich ist. Bei regelmässiger

täglicher Bereitung der Sauermilch verfährt man zweckmässig in der folgenden Weise: die Milch wird gekocht, abkühlen lassen und, wenn sie auf Zimmerwärme (etwa 15° R. im Winter) gekommen ist, versetzt mit einem Esslöffel voll Sauermilch des vorhergehenden Tages, die man vor dem Genuss abgeschöpft und in einem Glas aufbewahrt hat. Man verrührt gut und lässt die Milch alsdann im warmen Zimmer stehen bis zum anderen Morgen (im Ganzen 18 bis 24 Stunden); sie zeigt sich dann ganz fest. Man kann sie jetzt geniessen oder für späteren Genuss in einen kalten Raum stellen, damit die Zersetzung nicht weiter fortschreite; im warmen Zimmer länger aufbewahrt, zeigt sich bald Ausscheidung von Wasser und die Milch wird zu sauer, auch mehr dickbrockig. Die so richtig bereitete Sauermilch hat einen besonderen Wohlgeschmack, etwas verschieden von dem der aus ungekochter Milch bereitet; man zieht sie bald der letzteren vor. Verrührt bildet sie eine milde rahmartige Masse. Der Redner zeigte eine Probe bei ihm derartig bereiteter Sauermilch vor und gab sie den Anwesenden zu kosten.

Herr Hofrath **Meidinger** theilte zum Weiteren einige Ergebnisse von im Laufe dieses Winters in seinem Arbeitszimmer angestellten Heizversuchen mit Oefen mit. Es ist bekannt, dass die Temperatur eines geheizten Raums am Boden niedriger ist als unter der Decke, und dass diese Unterschiede bei starker Heizung grösser sind als bei schwacher; auch hängt ihre Grösse bei gleich starker Heizung von der Beschaffenheit des Ofens ab, von der Art und Weise, wie er die Wärme aussendet, ob mehr durch Strahlung oder durch direkte Luftheizung. Der grösste Gegensatz in dieser Hinsicht besteht zwischen dem Amerikaner Ofen und dem Meidinger'schen Füllofen; bei ersterem sind die Unterschiede kleiner als bei letzterem. Es wurde deshalb als ein besonderer Vorzug des Amerikaner Ofens angesehen, dass er einen Raum gleichmässiger durchheize. Die Versuche haben nun dem Redner das auffallende Ergebniss geliefert, dass in Bezug auf die tiefere Region des Zimmers, in der wir uns aufrecht bewegen, also zwischen Boden und Kopf (1,80 m Höhe) so gut wie kein Unterschied in den Temperaturverhältnissen bei gleich starker Erwärmung des

Lokals in Kopfhöhe besteht; die Art und Weise, wie ein Ofen im Allgemeinen die Wärme abgibt, ist ohne Einfluss auf die Erwärmung des unteren Raums. Es konnte dies auch bei dem Füllofen des Redners noch besonders konstatiert werden; ob derselbe nackt ohne Mantel, oder mit unten und oben offenem, oder mit unten geschlossenem oder mit oben geschlossenem Mantel gefeuert wurde — die Temperaturen des Zimmers in Kopfhöhe und am Boden blieben ganz unverändert. Der Ofen fühlt sich unter den verschiedenen Bedingungen verschieden warm aussen an oder er strahlt verschieden stark, aber in einigem Abstand vom Ofen, wo man die Strahlung nicht mehr empfindet, herrscht durch den ganzen Raum die gleiche Temperatur in der Luft — der Raum mag auch sehr lang sein, z. B. eine Kirche. — Das gleiche Resultat ergab die Heizung mit Gasöfen, sogar die Heizung mit offenen Flammen. In letzterem Falle zeigt sich noch, dass es in Bezug auf die Temperatur des Bodens gleichgültig war, ob die Flammen am Boden oder fast unter der Decke brannten; je höher die Flamme, um so mehr verminderte sich der Unterschied der Temperaturen zwischen Kopf und Boden, um so gleichförmiger also die Temperatur in der Luftschicht, in welcher wir uns bewegen. Die Decke wurde dabei allerdings immer wärmer. Die Erwärmung des Bodens unter diesen Umständen kann sich bloss durch eine Strahlung von der Decke und den höheren Wandtheilen nach dem Boden erklären; dieselbe ist ohne Zweifel überhaupt von grossem Einfluss auf die Erwärmung des Bodens. Als wichtiges praktisches Resultat ergibt sich aus den Versuchen, dass in Bezug auf die Erwärmung der unteren Luftschichten unserer Wohnungen bis über Kopfhöhe alle Oefen gleichwerthig sind; es bleibt hinsichtlich ihrer Wirkung nur noch die Strahlung übrig, die in der Nähe des Ofens die Wärmeempfindung sehr steigert, so dass sie selbst belästigen kann. Mantelöfen mit Luftheizung unterdrücken die Strahlung fast vollständig, so dass ein Raum bis an den Ofen selbst ganz gleichmässig warm erscheint.

An die verschiedenen Mittheilungen der Redner knüpfen sich rege Diskussionen, an welchen sich die Herren **Schiff, Platz, Tross, Ammen, Mie** und **Hilger** betheiligten.

483. Sitzung am 31. Januar 1896.

Anwesend 48 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr O. Reuss, Buchdruckereibesitzer.

Der Vorsitzende macht davon Mittheilung, dass unser Ehrenmitglied Herr Geh. Rath Prof. Dr. E. v. Sandberger seinen 70. Geburtstag demnächst feiere; es wird beschlossen, demselben einen Glückwunsch seitens des Vereins zu senden.

Herr Dr. **Alb. Lang** hielt einen Vortrag über die Weismann'sche Theorie. Auf dem Gebiete der Vererbungs- und Entwicklungsfrage stehen sich zwei Theorien schroff gegenüber. Die Theorie der Epigenesis nimmt an, dass sich das Individuum immer aus dem Ei neu entwickle und hält die Vererbung erworbener Eigenschaften für den Hauptfaktor der Artbildung; die andere betrachtet die Einzelentwicklung als eine Evolution, eine Entfaltung der im Keime latenten Anlagen und verwirft das Prinzip der Erwerbung erworbener Eigenschaften; die fortschreitende Entwicklung der Organismenwelt beruht nach ihr lediglich auf Selectionsprozessen. Die Naturzüchtung stützt sich dabei auf ihre drei Faktoren: die Vererbung, den Kampf um's Dasein und die Variabilität der Individuen.

An der Spitze der modernen Evolutionisten steht Professor Weismann in Freiburg.

Die Entscheidung über die beiden Erkenntnissprinzipien liegt in der Lösung der Frage, ob eine Vererbung erworbener Eigenschaften anzunehmen ist oder nicht.

Die Evolutionisten verneinen dieselbe. Die Thatsachen entscheiden in letzter Instanz. Weismann hat nun in seinen letzten Schriften eine Reihe von Thatsachen angeführt, die eine Vererbung von im Einzelleben — individuellen Leben — erworbenen Eigenschaften als Erklärungsprinzip der Umwandlung der Charaktere (Thierformen) nicht zulassen.

So beobachten wir bei gewissen Insekten Instinkte, die nur einmal im Leben ausgeübt werden, wo also von einer höheren Ausbildung derselben durch Uebung und deren Uebertragung auf die Nachkommenschaft nicht die Rede sein kann. Weiter ist bekannt, dass sich Veränderungen bloss passiv funktionirender Theile, d. h. solcher, deren Funktion nur auf ihrer Anwesenheit beruht, wie z. B. das Haarkleid der Säuge-

thiere, die Färbung der Chitinpanzer der Gliederthiere u. s. w. auf die Nachkommenschaft übertragen können. Dies sind aber Veränderungen, die nicht im Einzelleben erworben wurden, weil ihre Funktion eben bloss in ihrer Anwesenheit besteht, oder weil sie fertig und unveränderlich auftreten. Solche Umgestaltungen können wir uns nur durch die Wirkung von Selektionsprozessen erklären.

Eine andere Gruppe von Erscheinungen tritt bei den sogenannten Neutra, Arbeiterinnen der Ameisen etc., und anderen sozialen Insekten auf. Diese ungeschlechtlichen Formen haben tiefgreifende Aenderungen im Lauf der Zeiten erfahren, die sie aber, da sie unfruchtbar sind, nicht vererbt haben können. Ihre Existenz ist nur auf Grund von Selektionsprozessen zu verstehen. (Redner führt diese Erscheinungen im Einzelnen aus.) Da diese Umbildungen progressive und regressive sind, muss ausser der positiven Naturzüchtung auch eine negative, d. h. ein Aufhören der Selektion, wirksam gewesen sein, in Folge deren die überflüssigen Organe von der Höhe der Ausbildung herabsinken mussten, weil eben die Individuen, welche dasselbe in weniger vollkommener Ausbildung besaßen, im Kampf um's Dasein nicht untergingen.

Da nun diese Abänderungen bei einer so grossen Gruppe von Thieren nicht durch Vererbung erworbener Eigenschaften entstanden sein können, wohl aber durch die Wirkung der natürlichen Zuchtwahl, da letztere auch alle sonstigen Anpassungen erklären kann, müssen wir sie als einzig mögliches und wirklich existirendes Prinzip ansehen. Sie bringt das Zweckmässige hervor und erhält es, indem sie die von der Natur gebotenen Variationen benützt; hört ihre Kontrolle auf, dann tritt ihr Gegentheil in Wirkung, die Panmixie. Letztere führt den Schwund des überflüssigen Organs oder Organtheils herbei. (Verkümmerung des Nahrungstriebes bei sklavenhaltenden Ameisen.)

Selektion und Panmixie arbeiten mit den Variationen. Welches sind aber die Ursachen und Gesetze der Variationen? Das ist eine sehr problematische Frage. Beim Variiren eines Organs oder Organtheils handelt es sich um Schwankungen der Ernährung und der Assimilationskraft seiner Theilchen.

Schwankungen, die nach unten oder oben — nach „besser“ oder „schlechter“ — stattfinden können. Letztere werden zum Schwinden eines Organs führen müssen, wenn die Selektion aufhört, denn nach der Richtung „besser“ kann ein Organ auf der Höhe seiner Ausbildung nicht variiren, selbständige Abweichung seiner Theile würde dasselbe verschlechtern. Nur eine Variation ist die beste, alle anderen stellen Entartungen dar und müssen schwinden. Nun ist aber doch Variiren nicht gleichbedeutend mit Schwinden! Wie kommt es, dass die Variationen nach „schlechter“ dabei vorwiegen? Auf Grund seiner Determinantenlehre versucht Weismann auch diesem Problem näher zu treten.

Alle erblichen Variationen beruhen auf Variationen des Keimplasmas, der Vererbungs substanz, die in den Kernen der Keimzellen lagert; und zwar ist es die sogenannte Chromatinmasse derselben, die in Gestalt von stark färbbaren Stäbchen, Körnchen oder Schleifen (Cromosomen) längst bekannt ist. Diese Vererbungs substanz besteht aus verschiedenen Qualitäten, die bei der Zelltheilung während der Embryogenese vielfach vertheilt werden (erbungleiche Theilung). Die Chromatinsubstanz aller Zellkerne eines Individuums stammt in letzter Linie von der der Keimzellen ab. Der verschiedene Charakter der Zellen ist bestimmt durch die Verschiedenheit des Chromatins.

Die Entwicklung eines Individuums ist demnach nichts weiteres, als eine stufenweise Qualitätsänderung der Kernsubstanz der Eizelle.

Von dem in den Keimzellen liegenden Keimplasma, dem Anlagenplasma oder Idioplasma trennt Weismann scharf das Plasma der Körperzellen, das Morphoplasma. Letzteres ist nicht im Stande, einen neuen Organismus aus sich hervorgehen zu lassen. Beide Plasmaarten bestehen aus kleinsten Lebenseinheiten, den Biophoren. Diese sind nicht als einfache chemische Molekel zu denken, denn sie sind Träger der Lebensfähigkeit, folglich auch aller Zelleigenschaften; sie sind demnach verschieden und ungemein variabel. Durch Austreten aus dem Kern bestimmen sie die Zelleigenschaften. Aus den allereinfachsten durch Urzeugung entstandenen Biophoren sind die andern durch Theilung hervorgegangen.

Daraus lässt sich die Vererbungsfähigkeit der einzelligen Thiere leicht verstehen. Komplizirter ist die der vielzelligen. Die hier spielenden Vorgänge veranlassen Weismann zur Annahme von Lebensseinheiten II. Grades, wenn man so will, die aus so viel Biophoren des Kleinplasma zusammengesetzt sind, als selbständig variirende Theile in dem von ihnen bestimmten Organe vorhanden sind. Weismann nennt diese Biophorengruppen von bestimmter Architektur Determinanten. Dieselben besitzen auch die Fähigkeit der Theilung. Da nun diese Determinanten am richtigen Ort zu richtiger Zeit in Aktion treten, ist anzunehmen, dass sie im Keimplasma bestimmt angeordnet und in mehrfacher Anzahl vorhanden sind, und zwar wieder zu Einheiten höherer Ordnung verbunden, die Weismann Iden nennt, Ahnenplasmen. Diese letzteren bedingen die historische Struktur des Keimplasmas. Die Iden werden während der Ontogenese in ihre Determinanten zerlegt, so lange bis in jeder Zelle (oder Zellkomplex) bloß noch eine, nämlich die sie bestimmende Determinantenart liegt. Die oben genannten Chromosomen (färbare Körperchen) stellen vielleicht solche Iden vor, die in verschiedener aber regelmässiger Ordnung zu Komplexen, den Idanten, angeordnet sind. Die Kerntheilung wäre dann nichts anderes als eine Halbierung der Ide durch Längsspaltung der Idanten (erbgleiche — erbungleiche Theilung).

Auf diesem Vorgang würde z. B. die Vererbung des Bauplans des Thiers basiren. Da nun jeder Organismus vom Keimplasma aus determinirt ist, so wird auch jede bleibende Veränderung der Organismen vom Keimplasma aus verursacht werden.

Jede in der Stammesgeschichte der Thiere auftretende Abänderung beruht demnach auf Variationen des Keimplasmas, sie braucht aber natürlich bis zum nachweisbaren Auftreten ungeheure Zeiträume. (Darwin.) Die variirenden Einheiten des Keimplasmas unterliegen auch der sogenannten Intras Selektion, dem Kampf der Theile, aus dem das Zweckmässige siegreich hervorgeht. Die Konstanz eines Körpertheils beruht darauf, dass alle minder guten Variationen seiner Determinanten im Keimplasma aller Individuen derart ausgejätet werden, dass schliesslich in dem von Eltern

auf Kinder kontinuierlich vererbten Keimplasma nach vielen Generationen lauter gute Determinanten des betreffenden Theils zu liegen kommen.

Kleinere Schwankungen, bedingt durch ungleichmässige Ernährung, werden unter den kleinsten Einheiten immer noch vorkommen.

Wenn nun ein Organ überflüssig wird, so hört die Einwirkung der Selektion in Bezug auf dasselbe auf. Seine anfangs noch lebenskräftigen Determinanten verschwinden allmählig, da die schlechteren nicht zu Grunde gehen. Die Individuen, welche das Organ auf Kosten der benachbarten Organe in hoher Ausbildung besitzen, werden im Kampf um's Dasein unterliegen. Da sich das Schwächerwerden der Determinanten durch die Kontinuität des Keimplasmas vererbt, wird schliesslich ein vollkommener Schwund des Organs eintreten müssen.

Diese Erklärung des Schwindens eines Organs ist weittragender, als die, welche sich auf die Vererbung funktionseller Abänderungen stützt, weil sie nicht nur die Vererbung der Wirkung vom Gebrauch eines Organs erklärt, sondern auch das Schwinden bloss passiv funktionirender Theile.

Woher kommen aber die dazu nöthigen Variationen? Unzweifelhaft besteht ein Zusammenhang zwischen der Nützlichkeit und dem Auftreten einer Variation, wie aus der Steigerung der Charaktere bei der künstlichen Zuchtwahl hervorgeht. Auf ganz ähnliche Weise, wie das Schwinden eines Organs zu denken ist, geschieht die Entstehung einer nützlichen Anpassung, bloss in positivem Sinn, d. h. dadurch, dass die schlechteren Variationen beseitigt werden. Den Anstoss zur Abänderung gibt der Nützlichkeitsgrad eines Organs. Eine solche harmonische Abänderung, eine Anpassung, ist also nicht auf die Vererbung erworbener Eigenschaften zurückzuführen, sondern sie wird durch Selektionsprozesse hervorgerufen, die mit den zweckmässigen Variationen des Keimplasmas arbeiten. Wir müssen also die Vererbung erworbener Eigenschaften als Erklärungsprinzip abweisen, da sie nicht existirt, und somit bleibt uns nichts übrig, als das Selektionsprinzip als alleinigen Faktor bei der Entwicklung der Organismenwelt anzunehmen.

An die Ausführungen des Vortragenden schloss sich eine lebhaft^e Debatte. Herr Dr. **Wilser** theilt mit, dass man in jüngster Zeit die Existenz der Vererbung erworbener Eigenschaften experimentell nachgewiesen habe, will aber in einem demnächst stattfindenden Vortrag seine Stellungnahme gegen den Weismannismus präzisiren. Herr **Ammon** kann noch weitere Momente zur Stütze der Evolutionstheorie Weismann's hinzufügen, die er der neuesten noch nicht im Druck erschienenen Schrift Weismann's entnimmt. Herr Professor **Nüsslin** glaubt, dass man das Prinzip der Vererbung erworbener Eigenschaften nicht abweisen könne, und hält die Annahme beider Prinzipien (im Sinne Darwin's) ganz gut vereinbar. Auch Herr Dr. **Hilger** führt einige Fälle an, die die Annahme einer Vererbung erworbener Eigenschaften nothwendig erscheinen liessen. Herr **Ammon** und Herr Dr. **Lang** erwidern auf die Einwürfe, bezeichnen sie als nicht ausschlaggebend, da auch auf Grund der Weismann'schen Theorie leicht eine Erklärung für sie gebracht werden kann.

Ein Schlusswort des Vorsitzenden, Herrn Geh. Hofrath **Wiener**, spricht auch für die Annahme und Vereinbarkeit beider Prinzipien der Selektion und der Vererbung erworbener Eigenschaften.

484. Sitzung am 7. Februar 1896.

Anwesend 90 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**.

Im physikalischen Hörsaal der Technischen Hochschule, in Anwesenheit Ihrer Grossherzoglichen Hoheiten der Prinzen **Wilhelm** und **Karl**, Ihrer Kaiserlichen Hoheit der Prinzessin **Wilhelm**, Gräfin **Rhena** und mehrerer Mitglieder der I. Kammer, hielt Herr Hofrath Dr. **Lehmann** einen Experimentalvortrag über die Röntge-X-Strahlen. Der Vortrag, welcher von dem Redner in den folgenden drei Wochen noch fünfmal für verschiedene Korporationen und Vereine abgehalten wurde, findet sich unter den Abhandlungen abgedruckt.

485. Sitzung am 21. Februar 1896.

Anwesend 51 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Wiener**. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. **E. Brian**, Arzt; Dr. **Jul. Holderer**, Referendär; **J. Leutz**, Lehramtspraktikant; **P. Lüders**;

Studirender; Dr. L. Müller, Arzt; Dr. A. Steiner, Arzt; E. Stein, Apotheker in Durlach; H. Wellmann, Beorath; Dr. M. Wanderlich, Arzt.

Der Vorsitzende bringt das Programm der Gründung eines Vereins für wissenschaftliche Photographie in Berlin zur Kenntniss.

Herr Dr. Wilsor hielt einen Vortrag über Auslese und Kampf um's Dasein. Auslese und Kampf um's Dasein sind heutzutage in aller Munde; die wenigsten aber, die diese Schlagwörter unserer Zeit gebrauchen, sind sich klar darüber, was die Auslese oder Naturzüchtung vermag, wie der Kampf um's Dasein wirkt. Da die Theorie der Vererbung im Verein schon mehr als genug erörtert worden, will der Vortragende hineingreifen in's volle Menschen- und Thierleben. Er führt zunächst aus eigener Erfahrung und der befreundeter Aerzte eine Reihe unzweifelhafter erblicher Wirkungen von im Leben erlittenen Verletzungen oder Veränderungen an, wobei er absichtlich die zu hunderten in der Litteratur zerstreuten Fälle nicht beizieht, und fügt bei, dass die Frage eigentlich durch die Versuche von Charrin und Gley, sowie einiger Augenärzte experimentell entschieden sei. Die von diesen Aerzten zu bakteriologischen Zwecken gemachten Einspritzungen Entzündung erregender Flüssigkeiten haben bei den Jungen der Versuchsthiere Verkümmernug der betreffenden Körpertheile zur Folge gehabt. Folgender Versuch, der in jedem Kaninchenstall ausgeführt werden kann, wird Anhängern und Gegnern der Weismann'schen Theorie empfohlen: man impfe je ein Auge eines jungen Kaninchenpärchens mit giftigem Eiter, so dass das betreffende Auge durch Entzündung zu Grunde geht; es ist 1000 gegen 1 zu wetten, dass unter den Nachkommen dieses Pärchens solche mit verkümmerten Augen sich befinden werden. Man wendet ein, eine solche Einwirkung von Körpertheilen auf die Keimzellen sei schwer zu begreifen; aber stehen denn nicht alle Zellen eines Thieres in innigster Lebensgemeinschaft? Dass die Keimzellen einen bestimmenden Einfluss auf den ganzen Körper ausüben, wird täglich durch die Kastration bewiesen. Männliche wie weibliche Hämmlinge verändern ihren ganzen Bau, verlieren die Geschlechtsabzeichen und

übern. sich einer neutralen Mittelform. Dass nicht alle während des Lebens erlittenen Beschädigungen vererbt werden, ist ein Glück. Die Natur hat zur Erhaltung der Form und Gesundheit zwei mächtige Hilfsmittel, die erhaltende Vererbungs-kraft und die geschlechtliche Fortpflanzung, die jede Abweichung zu verhüten und zu verwischen streben. Eine Vererbung kommt nur dann zu Stande, wenn gleiche oder sehr ähnliche Veränderungen sich begegnen oder wenn — wie bei Verletzungen — ein länger dauernder Reiz (z. B. Entzündung) stattgefunden hat. Dass erworbene Schädigungen der Gesundheit — abgesehen von der einfachen Uebertragung von Ansteckungsstoffen — häufig zum Nachtheil der Kinder und Enkel sich vererben, ist eine uralte Erfahrung — besonders empfindlich in dieser Hinsicht ist das Nervensystem, und die in erschreckender Weise zunehmende Zahl der Geistes- und Nervenkranken ist die Folge — darüber sind die Aerzte einig — der vielen Schädigungen, denen in unserem Kulturleben das Nervensystem ausgesetzt ist und die sich auf die Nachkommenschaft übertragen. Eine Erklärung dieser betrübenden Thatsache vom Standpunkt der „Selektionisten“ ist ganz unmöglich. Alle Erfahrungen sprechen für die Möglichkeit, unter Umständen sogar die Nothwendigkeit der Vererbung erworbener Veränderungen. Die Behauptung, dass eine solche unter allen Umständen unmöglich sei, ist unbewiesen und unbeweisbar, sie ist aber eine unerlässliche Voraussetzung der Weismann'schen Hypothese. Eine andere Voraussetzung ist die Annahme, dass die Naturzüchtung artenbildend wirke. Auch hiefür hat noch Niemand ein Beispiel anzuführen vermocht. Wir sehen im Gegentheil sehr oft, dass sich neue Rassen und Arten bilden allein durch Anpassung an neue Verhältnisse und Vererbung. Da es in der Natur bei plötzlich eintretenden Veränderungen oft heisst: „Friss Vogel oder stirb“, so geht dies manchmal sehr rasch, während die Selektionisten mit ganz ungeheuerlichen Zeiträumen rechnen müssen. Als Beispiel werden die Wildpferde der Russischen Insel bei Wladiwostok angeführt, die sich in einigen zwanzig Jahren aus eingeführten zahmen Pferden entwickelt, vollständig den dortigen Verhältnissen angepasst und dabei sehr stark vermehrt haben. Die An-

passung der Pflanzen bei Ausschluss jeder Auslese ist von Gaston Bonnier durch einwandfreie Versuche erwiesen. Gewiss gelangen nicht alle Keime zur Entwicklung, nicht alle Lebewesen zur Reife und Fortpflanzung. Wie vielen unglücklichen Zufällen müssen sie entgehen, wie viele Fährlichkeiten sind zu überwinden! Im Allgemeinen werden diejenigen am Leben bleiben, die die kräftigste Gesundheit haben; das wird immer ausschlaggebend sein, auf einzelne Eigenschaften oder Vorzüge kann es nicht ankommen. Unter den Gliedern einer Rasse wird insoferne ein Kampf um's Dasein walten, als die Stärkeren die Schwächeren von den Futtersitzen und den Weibchen verdrängen. Auch dieser Kampf führt zum Ueberleben der Starken. So wirkt die Auslese innerhalb einer Rasse oder Art, und die Folge ist ein gleichmässig tüchtiger Gesundheitszustand, da die Kümmerlinge den Wettbewerb und die Gefahren des Lebens nicht aushalten und dadurch ausgemerzt werden. Die zwischen den verschiedensten Gliedern der Rasse mögliche geschlechtliche Fortpflanzung wird durch ihre ausgleichende Macht alle etwa auftretenden Abweichungen vom Durchschnitt der Rasseform sofort wieder verwischen und der Erfolg ist eine grosse Gleichartigkeit der ganzen Rasse. Diese durchgehende Gesundheit und Gleichförmigkeit finden wir bei allen wilden Rassen und den im Naturzustande lebenden Völkern. Eine Naturzüchtung tritt dann ein, wenn räumliche Sonderung die Vermischung auf bestimmte Gebiete einschränkt, dann macht sich die örtliche Anpassung aller für die Fortpflanzung in Betracht kommenden Einzelwesen in der Vererbung geltend und so entstehen neue Abarten und Rassen. Sind die Rassen durch längere Sonderentwicklung befestigt, so tritt bei Berührung mit anderen ein Kampf um's Dasein ein, jede sucht die andere zu vertilgen oder zu verdrängen, und die stärkere, d. h. bei Rassen die besser ausgestattete und angepasste, trägt den Sieg davon. So zeigt sich auch die andere Voraussetzung der Selektionisten, dass die Einzelauslese artenbildend wirke, als unhaltbar. Dass eine auf solch unsicherer Grundlage aufgebaute Theorie die Erscheinungen des Lebens und der Natur nicht zu erklären vermag, kann uns nicht wundern. In die schlimmste Lage gerathen ihre Anhänger,

wenn sie die Instinkte und die in Rückbildung begriffenen Theile erklären sollen. Den Begriff Instinkt hat der Vortragende seiner Zeit mit „Erbübung“, Haacke mit „Erbgedächtniss“ verdeutsch; man könnte auch sagen „Erbgewohnheit“, und in diesen Ausdrücken ist die Erklärung des Begriffs enthalten. In welcher Verlegenheit würden die Selektionisten gerathen, wenn sie ihrerseits eine Verdeutschung vorschlagen sollten. Wie bequem ist doch so ein Fremdwort für unklare Begriffe! Das allnåbliche Schwinden unnöthig gewordener Theile erklärt Weismann durch „Panmixie“, d. h. Aufhören der Naturzüchtung dieses besonderen Theils, ohne beweisen zu können, dass früher eine solche bestanden hat. Aber auch dann, wenn diese Voraussetzung richtig wäre, würde „Panmixie“ keinen Rückgang, sondern nur Stillstand und Gleichmässigkeit des Theils hervorbringen. Weismann scheint dies in neuerer Zeit selbst eingesehen zu haben und hat sich auf die „Germinalselektion“, eine neue Erfindung von ihm, zurückgezogen. Dass eine solche nicht besteht, zeigt das Auge des Grottenmolches, das erst während des Lebens völlig schwindet, zeigt das von einer Körperseite zur andern wandernde Auge der Plattfische. Noch andere Naturerscheinungen wie z. B. die Wiedererzeugung verlorener Körpertheile bei niederen Thieren kann Weismann nur sehr gezwungen und durch Aufstellung immer neuer „Hilfshypothesen“ erklären. Da eine Verständigung mit den „Selektionsfanatikern“, so dürfen wir sie wohl nennen, unmöglich erscheint, ist es für den Forscher, der ein Verständniss der Naturvorgänge unfruchtbaren Grübeleien vorzieht, am gerathensten, diese graueste aller Theorien künftig ganz unbeachtet zu lassen und sich „des Lebens goldenem Baum“ zuzuwenden.

Ein Gutes hat auch diese Verirrung gehabt: sie hat eine ernete gründliche Prüfung und Sichtung der Lehren Darwin's hervorgerufen. Das ist, so hoch man auch Darwin als Forscher und Menschen stellen mag, das Recht der Wissenschaft. Die „Pangenesis“, die ihr Erfinder selbst als „vorläufigen“ Erklärungsversuch bezeichnet hat, ist heute wohl von allen Forschern verlassen, aber auch die Einzelanlese, auf die Darwin in seinem bahnbrechenden Werke seine Lehre begründet (*Origin of species by means of natural*

selection), hält, wie schon auseinander gesetzt, die Prüfung nicht aus. Darwin hält überhaupt die Einzelauslese und den Rassenkampf nicht streng auseinander. Die Grundlage aber für jede Artenbildung ist die vererbte Anpassung und Wirkung des Gebrauchs, bezw. Nichtgebrauchs. Auch der Irrthum des grossen englischen Forschers hat wahrscheinlich sein Gutes gehabt; denn die Zuchtwahllehre hat für den ersten Anblick und den Durchschnittsdenker etwas ungemein Bestechendes und hat dadurch sicher mit beigetragen zu dem raschen Siegeslauf, den die Entwicklungslehre unter Darwin's Fahnen genommen. Als wahrer Begründer dieser Lehre muss aber der seiner Zeit weit voraus geeilte Lamarck betrachtet werden. Er hat nicht nur den wahren Grund der Artenbildung erkannt, er hat auch schon die Bedeutung des Rassenkampfes und der räumlichen Sonderung hervorgehoben und den Instinkt in völlig zutreffender Weise erklärt. Je mehr die Entwicklungslehre Gemeingut wird, desto mehr wird man die Verdienste dieses Mannes anerkennen müssen. Einen wesentlichen Fortschritt bedeuten jedoch die Eimerschen Wachstumsgesetze. Auf Grund der neuen Einsicht gewinnt die Thiergeographie eine ganz neue Bedeutung, auch für die Weltgeschichte; denn was wir so nennen, ist ja nur ein winziger Bruchtheil der Menschengeschichte und diese wieder ein unendlich kleiner Abschnitt der Erdgeschichte. Auch auf diesem Wege gelangen neue Forscher, wie besonders Haacke, zu der Ansicht von dem nordenropäischen Ursprung der höchst entwickelten Menschenrasse, einer Ansicht, die zuerst vom Vortragenden, mehr auf Grund geschichtlicher, archäologischer und sprachlicher Beweismittel, vor 15 Jahren ausgesprochen worden ist.

An den Vortrag knüpfte sich eine sehr lebhaftige Diskussion, an welcher sich ausser dem Vortragenden die Herren Lang und Ammon betheiligten, welche Vertreter der Hypothese Weismann's sind und ebenso entschieden dessen Anschauungen zur Geltung brachten. Zu einem Ausgleich der Gegensätze konnte es nicht kommen. Die zahlreich erschienenen Mitglieder folgten mit hohem Interesse den Darlegungen, die sie über eine so wichtige Zeitfrage orientirten.

486. Sitzung am 6. März 1886.

Anwesend 48 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. Engler.

Die Sitzung war in erster Linie den in unserem Lande vorkommenden Erdbeben gewidmet. Herr Oberbaudirektor **Messell** erinnert daran, wie das rheinisch-schwäbische Erdbeben vom 24. Januar 1880 Anlass dazu gegeben habe, dass der Naturwissenschaftliche Verein in seiner Sitzung vom 6. Februar 1880, an welcher Seine Königliche Hoheit der Grossherzog theilzunehmen geruht hatte, eine Kommission zur Untersuchung der in Baden stattfindenden Erdbeben eingesetzt hat, nachdem wenige Monate zuvor die Schweizerische Naturforschende Gesellschaft in gleicher Weise vorgegangen war. Der Beschluss war auf Antrag des Professors **Sohncke**, seit 1883 Ehrenmitglied des naturwissenschaftlichen Vereins, erfolgt; **Sohncke** konnte darauf hinweisen, dass die Erdbeben auch in unserem Lande keineswegs so seltene Erscheinungen sind, wie man gemeinhin annimmt; — in den der Sitzung vorangegangenen sieben Wochen hatten in Baden drei Erdbeben stattgefunden. Der Antrag wurde von Hofrath Dr. **Knop** warm unterstützt. Als Mitglieder der Kommission wurden mit dem Rechte der Verstärkung durch Kooptation geeigneter Kräfte in der gleichen Sitzung gewählt: die Professoren **Jordan**, **Knop**, **Sohncke** und **Rentner Gust. Wagner**. Diese Erdbebenkommission hat alsbald eine lebhafte Thätigkeit entfaltet, wovon die Verhandlungen und Veröffentlichungen des Vereins sprechendes Zeugnis geben. Allein das Zusammenwirken der genannten Kommissionsmitglieder hat nicht lange gewährt; 1882 war Professor **Jordan** einem Ruf an die Technische Hochschule in Hannover, 1883 Professor **Sohncke** einem solchen an die Universität Jena gefolgt und **Gust. Wagner** nach Achern verzogen. An Stelle von **Jordan** trat dann sein Nachfolger auf den Lehrstuhl für Geodäsie an der hiesigen Hochschule, Professor **Dr. Haid**, und die Besorgung und theilweise Neuorganisation des Meldewesens ward von dem durch Redner geleiteten Centralbureau für Meteorologie und Hydrographie übernommen. In dieser Zusammensetzung hat die Erdbebenkommission ihre Thätigkeit fortgesetzt und Hofrath **Knop** in der Sitzung vom 5. November 1886 hierüber, wie über die in der Erdbeben-

kommission und deren Meldewesen eingetretenen Aenderungen dem Verein berichtet. Knop konnte damals feststellen dass seit Ende 1879 bis 1886 nicht weniger als 25 Erdbeben in Baden beobachtet und, soweit es sich nicht um unbedeutende „sporadische Beben“ handelte, von der Kommission näher untersucht, bearbeitet und zum Gegenstand von Veröffentlichungen gemacht worden waren. Dasselbe geschah in den folgenden Jahren mit einer Anzahl weiterer Erdbebenerscheinungen. An den Bearbeitungen hatten sich auf Wunsch der Erdbebenkommission auch dem Verein nicht angehörige Gelehrte Dr. Kloos, Dr. H. v. Eck in Stuttgart und Dr. Gerhard in Gebweiler betheiligt. Nun kamen aber die Jahre, in welchen Hofrath Knop durch körperliche Leiden mehr und mehr gehindert war, der Erdbebenforschung sich wie vordem zu widmen, und nach seinem Ableben (1893) war die Thätigkeit der Kommission gelähmt. Knop's Nachfolger im Lehramt hat seine Hauptthätigkeit anderen, der Erdbebenforschung ferner liegenden Gebieten seines Faches zugewendet, ist auch bald einer Berufung an die Universität Giessen gefolgt. Der Vereinsvorstand hat deshalb das Beobachtungsmaterial des Erdbebens vom 13. Januar 1895 gerne dem Herrn Dr. v. Langenbeck in Strassburg zur Bearbeitung überlassen; die Arbeit ist im 11. Band abgedruckt. Der derzeitige Vertreter der Geologie an unserer Technischen Hochschule, Professor Dr. Futterer, hat sich nun auf Ersuchen sofort bereit gezeigt, mit der Erdbebenforschung sich zu befassen, und auch schon das Erdbeben vom 21. Januar d. J. auf Grund der zahlreich eingelaufenen Meldungen studirt und bearbeitet. Redner stellt den Antrag, durch Vereinsbeschluss die Erdbebenkommission wieder aufleben zu lassen, und schlägt vor, ausser Professor Dr. Haid und Professor Dr. Futterer den Meteorologen Dr. Schultheiss als Mitglied der Kommission zu wählen.

Der Vorsitzende stellt den Antrag zur Berathung. Mit allgemeiner Zustimmung wird die Erdbebenkommission wieder eingesetzt und werden als Mitglieder gewählt: Professor Dr. Futterer, Professor Dr. Haid, Oberbaudirektor Honsell und Dr. Schultheiss.

Herr Professor Dr. Futterer hielt hierauf einen längeren Vortrag über das Erdbeben, welches am 22. Januar d. J.

früh Morgens weitere Theile von Mittel- und Oberbaden in heftiger Weise betroffen und wie schon lange kein anderes mehr in demselben Grade Beunruhigung hervorgerufen hatte.

Erweckt es im Menschen im Allgemeinen schon ein unheimliches Gefühl der Unsicherheit, wenn er die Erdfesten unter sich erzittern fühlt und den Boden schwanken sieht, so wird diese Wirkung noch verstärkt, wenn des Nachts donnerndes Tosen die Schlafenden weckt, wenn Krachen der Balken des Hauses, Klirren von Fenstern und Geräthen im Zimmer mit so heftigen Bewegungen sich vereinen, dass nur Sichfesthalten schützen kann, um nicht aus dem Bett geworfen zu werden, und dass leichtere Gegenstände umfallen und alle Bilder an der Wand schwanken oder herabfallen.

Alle diese Erscheinungen sind von verschiedenen Orten berichtet worden und man begreift die Stärke dieses Bebens, welches als das stärkste seit Menschengedenken bezeichnet wurde.

Es ist die Aufgabe der Erdbebenforschung, die Ursachen dieser gewaltsamen Vorgänge, welche sich bis zu Katastrophen steigern können, zu ergründen und ihren Zusammenhang mit den geologischen Verhältnissen des betreffenden Gebietes festzustellen. Sie bedarf dazu aber möglichst eingehender und sorgsamer Berichte über die Elemente, auf welche sie ihre Schlüsse aufbauen muss, und welche in der genauen Ermittlung der Eintrittszeit und Dauer der Erschütterung, deren Intensität und Richtung, sowie deren Wirkungen für jeden einzelnen Beobachtungsort bestehen. Solche Berichte sind nun in der stattlichen Zahl von fast 500 eingelaufen, dank dem Eifer der Behörden, welche, wie die Wasser- und Strassenbaudirektion, die Oberpostdirektionen und das Meteorologische Centralbureau alsbald Berichte einforderten, ebenso auch dank dem Interesse vieler Privatleute, welche bereitwillig ihre Wahrnehmungen mittheilten. So sind wir denn in der Lage, für das betroffene badische Gebiet ein vollständiges Bild jenes Erdbebens zu entwerfen und die Vorgänge, welche mit ihm eintraten, sowie seine Wirkungen zu schildern. Eine Beschränkung dieses Berichtes auf Baden ist deshalb geboten, weil die Erschütterungen weit über die

Grenzen des Grossherzogthums hinausgriffen, in Württemberg bis Hall und Ulm, in der Schweiz bis tief in die Alpen, im Westen im Elsass und auch noch in Frankreich gefühlt wurden, und weil zuerst die Publikation der in jenen Ländern gesammelten Berichte abgewartet werden muss, ehe eine Reihe von theoretischen Fragen erörtert werden kann. Da der Ursprungsort der Erschütterung, der Herd des Erdbebens, bei uns in Baden im östlichen Theile des Feldbergmassives in der Tiefe zu suchen ist, so stellen sich die in Württemberg, sowie den nächstliegenden Theilen der Schweiz verspürten schwächeren Erschütterungen als die entferntesten äussersten Theile des Verbreitungsgebietes dar und zeigen demgemäss auch nur noch geringere Intensitätsgrade; über die Erscheinungen im Elsass und Frankreich wäre es verfrüht, schon ein Urtheil zu äussern, ehe vollständiges Material vorliegt.

Die Eintrittszeit der ersten und stärksten Erschütterung wird selbst bei den Angaben in mitteleuropäischer Zeit ziemlich verschieden von $12^{\text{h}}42'$ bis $12^{\text{h}}50'$ angegeben. Aus hier nicht näher zu erörternden Gründen spricht die grösste Wahrscheinlichkeit dafür, dass das Erdbeben ziemlich gleichmässig um $12^{\text{h}}50'$ eingetreten ist. Es folgten dann in verschiedenen Zwischenräumen eine Reihe schwächerer Erdbeben, sog. Nachbeben, welche an manchen Orten bis weit in den Morgen hinein anhielten.

Allgemeiner verspürt und gemeldet wurden Nachbeben, welche um 1^{h} , $1^{\text{h}}15'$, $1^{\text{h}}30'$, $1^{\text{h}}45'$, 2^{h} , ca. $2^{\text{h}}45'$, 3^{h} eintraten, nur an vereinzelten Orten wurden um halb 4 Uhr, kurz vor oder nach 4 Uhr und Morgens zwischen 6 und 7 Uhr noch weitere schwache Nachbeben wahrgenommen; in Donauschingen sogar noch am 23. Januar. Es ist ein für die Beobachtung als sehr ungünstiger Umstand in's Gewicht fallendes Moment, dass das Erdbeben Nachts eintrat und dass viele der schwachen Nachbeben der Beobachtung entgingen.

Die Dauer des ersten und zugleich Hauptbebens wird verschieden angegeben, wie auch der Vorgang der Erschütterung im centralen Gebiete ein anderer war als in den vom Erregungsgebiete weit entfernten Orten. In Freiburg z. B. betrug die Dauer 5 bis 6 Sekunden, von denen 3 bis 4 auf die Erschütterung selbst, je eine auf Getöse und Geräusch

kommen, welches derselben vorausging und nachfolgte. Von St. Blasien wird als Dauer auch 3 bis 4 Sekunden angegeben, von Badenweiler aber 10 Sekunden, wie denn überhaupt die Dauer einer Erscheinung sehr leicht überschätzt wird. Die Nachbeben waren jeweils nur eine oder wenige Sekunden fühlbar.

Das Erschütterungsgebiet umfasste, wenn man zunächst das Hauptbeben in's Auge fasst, den ganzen südlichen Theil Badens, etwa von Baden-Baden ab; der nördlichste Punkt, an dem von vereinzelt Personen noch eine leichte Erschütterung wahrgenommen wurde, ist Pforzheim; in der Rheinebene wurde kaum etwas verspürt, ausser an einigen dem Gebirgsrande nahe liegenden Orten, auch der Kaiserstuhl blieb frei; nach Osten und Süden greift es aber weit über Baden hinaus.

Innerhalb dieses grossen Schüttergebietes kann ein Areal als „Gebiet stärkerer Erschütterungen“ ausgedehnt werden, dessen Grenzen im Westen von Achern längs dem Hauptgebirgsabfall zur Rheinebene über Offenburg-Lorch-Freiburg-Kandern laufen, dann von Lörrach nach Osten in die Gegend von Stühlingen, nördlich nach Donaueschingen über Schiltach zur Hornisgrinde reichen. Im Wesentlichen ist es das Gebiet des aus Grundgebirge (Granit und Gneis) bestehenden Schwarzwaldes, das derart umgrenzt ist und sich dadurch auszeichnet, dass hier die Erschütterungen stärker waren als ausserhalb desselben. Besonders an der Westgrenze, die hier geologisch durch starke Verwerfungen und Störungslinien bestimmt ist, sind Orte stärkerer Erschütterung häufig. Dasselbe ist auch noch in der Gegend von Titisee-Neustadt-Lenzkirch der Fall, wo auch besonders starke Grade des Erdbebens auftraten; dieses Gebiet charakterisirt sich als Epicentrum, d. h. als dasjenige Areal, welches direkt über dem Herde des Erdbebens in der Tiefe liegt und die stärksten Erschütterungen am unmittelbarsten auszuhalten hatte. Geologisch ist gerade das Gebiet des Epicentrum sehr complicirt gebaut. Granite und Gneise, stark verworfene Ablagerungen der Steinkohlenzeit und mächtige Ergüsse feuerflüssiger Gesteine (Porphyre) nehmen am geologischen Aufbau theil und es ist unverkennbar, dass hier schon in alter geologischer Zeit der Sitz

mächtiger plutonischer Kräftewirkungen war. Haben sich diese Gewalten wieder einmal geregt?

Auch alle Nachbeben gingen vom gleichen Ursprungsort aus; sie verbreiteten sich besonders im südlichen Schwarzwalde, einzelne reichten auch nach Norden bis über Achern hinaus, hielten sich aber in den Grenzen des Gebietes stärkerer Erschütterung. Das Epicentrum des Hauptbebens ist von ihnen allen auch betroffen worden und das beweist ihren gemeinsamen Ursprung.

Auch die Bewegungs- und Fortpflanzungsrichtung der Erdbebenerschütterung ist eine derartige, dass sie radial vom Epicentrum nach allen Richtungen hin ausstrahlt. Nur längs Dislocationslinien am Rheinthalrande zeigt sich die bemerkenswerthe Erscheinung, dass die Richtung abgelenkt wird und in nordsüdlicher Richtung verläuft; im centralen Theile bestand die Erschütterung vorwiegend aus Stössen, in den äusseren randlichen Gebieten ist wellenförmige Bewegungsart vorherrschend; die von unten kommenden Stösse im Epicentrum pflanzen sich als Wellen auf der Oberfläche weiter und erklären so diese Beobachtung.

Das Erdbeben war von Schallphänomenen begleitet, welche meist als gleichzeitig mit demselben angegeben werden, an vielen Orten aber auch vorher oder nachher oder sowohl vor wie nach der eigentlichen Erschütterung beobachtet wurden; ohne dass eine bestimmte Gesetzmässigkeit zu erkennen wäre. An vielen Stellen, besonders an den Grenzen des Verbreitungsgebietes, wurde nur donnerartiges Getöse wahrgenommen, ohne dass eine Erschütterung eintrat. Der Eindruck, welchen das Getöse machte, ist sehr verschieden: Rauschen oder Brausen wie das eines Windstosses, Rollen wie das eines Eisenbahnzuges oder eines schwer beladenen Fuhrwerkes bezeichnet die schwächeren Grade; das Schallphänomen konnte sich aber auch lokal so steigern, dass es mit Spreng- oder Böllerschüssen oder mit dem Krachen eines in der Nähe einschlagenden Blitzschlages verglichen wurde.

Eine in ihren Ursachen und ihrem Zusammenhang mit den Erdbeben noch sehr wenig aufgeklärte Erscheinung ist die von Licht- oder Blitzschlägen, welche in Folge des Erdbebens auftreten sollen; auch bei diesem Erdbeben werden

solche Phänomen von fünf Orten gemeldet; aber leider sind keine ganz sicheren und ausführlicheren Mittheilungen darüber eingelaufen.

Die Wirkungen dagegen, welche die Erschütterung auf Gebäude und Mauern sowie frei bewegliche Gegenstände ausübte, sind zum Theil sehr heftige gewesen. Fenster zersprangen, Bilder und Vogelkäfige fielen von den Wänden, in den Mauern und an den Decken entstanden Risse, wo die volle Stärke des Erdbebens zur Geltung kam. Viel häufiger sind Bewegungen von Lampen, Bildern, Uhren, sowie von Gläsern und Waschgefässen zu verzeichnen. Die Angaben über die Verschiebung von Gegenständen, wie z. B. Schränken und anderen Möbeln ermöglichen eine genauere Bestimmung der Stossrichtung des Erdbebens und gerade ihnen muss bei der Berichterstattung eine erhöhte Aufmerksamkeit geschenkt werden.

Die Beängstigung, welche das mitten in der Nacht auftretende Erdbeben in den Menschen erweckte, theilte sich auch den Hausthieren mit, deren Unruhe und Gebrüll vielfach wahrgenommen wurde.

Eine weitere Folgenwirkung des Erdbebens, die in ihrem Zusammenhange noch weiterer Aufklärung bedarf, ist die, dass auf dem Kandel ein sonst stark laufender Brunnen ausblieb und erst nach acht Tagen wieder Wasser brachte; bei dem Erdbeben vom 13. Januar 1895 soll er sogar drei Wochen lang ausgeblieben sein.

Dies eben angeführte Erdbeben hat eine sehr grosse Aehnlichkeit sowohl nach Ursprungsart wie Verbreitungsgebiet mit dem diesjährigen; nur an Intensität stand es etwas zurück und erreichte daher nicht die äussersten Grenzen, welche in diesem Jahre das Verbreitungsgebiet umziehen; aber immerhin reichte es auch bis in die Schweiz und benachbarte Theile Württembergs sowie einige Punkte des Elsass, und hatte seinen Herd ebenfalls im Osten des Feldbergmassives. Auch in noch früheren Jahren, z. B. 1885 wurden ähnliche Erdbeben beobachtet.

Die erfolgreiche Vermehrung unserer Kenntnisse über die in Baden eintretenden Erdbeben ist wesentlich ein Verdienst des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe, der, von

den Behörden in dankenswerther Weise unterstützt, sich die Erforschung der Erdbeben zur Aufgabe gestellt hat. So steht denn zu hoffen, dass auch bei zukünftigen derartigen Erscheinungen der Eifer und das Interesse in weiteren Kreisen der Bevölkerung Badens nicht erlahmen wird und dass jeder, der Gelegenheit hat, seine Beobachtungen zur wissenschaftlichen Bearbeitung mittheilen möge.

Es ist von Seiten der neu konstituirten Erdbebenkommission beabsichtigt, Fragebogen in grosser Anzahl überall zur Vertheilung zu bringen und gleichzeitig auch eine kleine populäre Anleitung zur Beobachtung mitzugeben, welche den Interessenten darauf aufmerksam macht, auf welche Punkte bei der Berichterstattung besonders Werth zu legen ist und in welcher Weise jene Fragebogen auszufüllen sind. Mögen auch diese Zeilen den Zweck haben, das Interesse für diese Naturerscheinungen, welche in Baden keine Seltenheit sind, aber glücklicher Weise nie in zerstörender und katastrophenartiger Weise auftreten, wach zu halten und dadurch deren wissenschaftliche Kenntniss zu fördern.

An diesen Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren Staatsrath **v. Trautscholt**, Postrath **Christiani** und Oberbaudirektor **Honsell** beteiligten. Letzterer betont, dass die Bemühungen der Reichspostbehörden um die Erdbebenbeobachtung besondere Anerkennung verdienen, wie aber auch die Organe der Forstverwaltung, der Wasser- und Strassenbauverwaltung, die meteorologischen Beobachter, Lehrer und viele Privatpersonen ein reiches Beobachtungsmaterial gerade für das Erdbeben vom 21. Januar d. J. geliefert hat. Es empfehle sich, von der zu veröffentlichenden Bearbeitung dieses Bebens eine recht grosse Zahl von Sonderabdrücken herstellen und im Lande, namentlich in dem betroffenen Gebiete vertheilen zu lassen. Redner weist dann noch auf das Räthselhafte der hinsichtlich des Schallphänomens bei den Erdbeben gemachten Beobachtungen hin.

Herr Dr. **O. Pfeiffer** machte hierauf Mittheilungen über Acetylgas, unter Vorführung eines von demselben zusammengestellten Apparates zur Entwicklung und Ansammlung des Gases.

Nachdem es vor beiläufig zwei Jahren Moissan in Paris und fast gleichzeitig Willson in Amerika gelungen ist, Calciumcarbid mit Hilfe des elektrischen Lichtbogens herzustellen, durch Verschmelzen eines pulverförmigen Gemisches von Kohle und gebranntem Kalk, ist das daraus zu gewinnende Acetylen (ein im gewöhnlichen Leuchtgas in nur sehr geringer Menge vorkommender schwerer Kohlenwasserstoff) in die Reihe der technisch verwerthbaren Gase eingetreten; dasselbe dürfte im Laufe der Zeit in der Beleuchtungsindustrie eine grosse Rolle spielen. Man erhält es aus dem Carbid, einer steinharten, oft schlackenartig geflossenen Masse, beim Zusammenbringen mit Wasser, wobei sehr energisch die Umsetzung vor sich geht; und zwar werden aus 1 kg Carbid der Theorie nach 331 l Gas gebildet (aus dem heute gelieferten technischen Produkt werden bis 300 l erhalten).

Die bemerkenswertheste Eigenschaft des Acetylgases besteht in seinem hohen Leuchtvermögen. Brennt man es in dickerem Strahle, so russt die Flamme äusserst stark, weniger aus gewöhnlichen Steinkohlengas- oder Oelgasbrennern. Zur klaren Verbrennung muss man es aus sehr feiner Oeffnung (besonderer Schnitt- oder Rundbrenner) und unter grösserem Druck (ca. 55 mm Wasser) austreten lassen; man erhält so eine glänzende, rein weisse Flamme, die eine gewöhnliche Steinkohlengasflamme von gleichem Konsum an Helligkeit um etwa das 15fache, Gasglühlicht um das 3fache übertrifft. Den Raummengen nach ist es allerdings etwa 8,8 Mal so theuer, denn 1 cbm Acetylgas kostet zur Zeit noch etwa 1,60 M., gewöhnliches Leuchtgas (in Karlsruhe) 18 Pf. Vergleicht man aber die Kosten gleicher Lichtmengen, auf welche es hier doch allein ankommt, so ergibt sich folgendes Bild:

100 Kerzenstärken Licht	brauchen Gas	kosten
	pro 1 St. in l	Pf.
von Kohlengas aus Schnittbrenner	937	16,5
von Gasglühlicht	192	3,5
von Acetylgas	62,5	10,3

Auch bei gewöhnlichen Brennern lässt sich mit Acetylen eine klare Flamme erzielen, wenn man es vor der Verbrennung mit Luft mischt (2 Luft auf 3 Gas), und bietet diese Flamme den Vortheil, in beliebiger Grösse gebrannt werden zu können,

ohne zu russen; dabei verlangt sie nur geringen Druck (15 bis 20 mm). Es wäre bedenklich, die Mischung etwa in einem Gasometer vorzunehmen, da bei grösserem Luftquantum (schon bei 1,2 Luft auf 1 Gas) das Gemenge explosibel wird; sie darf erst in der Leitung erfolgen. Um dies gefahrlos und automatisch zu bewerkstelligen, schlägt der Vortragende vor, eine Gasuhr einzuschalten, deren Trommeln mit derjenigen einer zweiten, aber kleineren Gasuhr fest gekuppelt ist. Die Fassungsräume der beiden Apparate sollen so bemessen sein, dass der erstere 3 l Gas fördert, während der zweite, indem die Trommel durch die Bewegung mitgenommen wird, 2 l fördert, und zwar Luft, welche durch ein Zweigrohr in die Leitung vor der Gasuhr geschöpft wird. Zur Bewegung der beiden Trommeln würde ein Drucküberschuss des Gasentwicklers nöthig sein.

Ein zur bequemen Erzeugung des Gases vorgeführter Apparat besteht aus einer über Wasser schwimmenden Glocke mit innerem korbartigen Einsatz zur Aufnahme von Calciumcarbid. Oben ist die Gasableitung mit Hahn. Sinkt die Glocke bei offenem Hahn nieder, so kommt das Carbid mit dem Wasser in Berührung und es entwickelt sich Gas, so lange, als solches gebraucht wird. Bei Hahnschluss hebt sich die Glocke und bringt das Carbid wieder über den Flüssigkeitsspiegel, die Gasbildung ist in der Hauptsache abgebrochen. Für eine Nachentwicklung in Folge der Wasserdämpfe bietet die Glocke, die jetzt nur als Gasometer dient, genügenden Spielraum. Der Gasdruck bleibt dabei annähernd konstant. Das mit dem beschriebenen Apparat von dem Redner erzeugte Licht wirkte geradezu überraschend durch seine Lichtfülle und blendende Weisse.

487. Sitzung am 1. Mai 1896.

Anwesend 21 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. Wieser.

Generalversammlung.

Herr Hofrath Dr. Meidinger legt einen Bericht über die Thätigkeit des Vereins im verflossenen Geschäftsjahr vor. Herr O. Bartning berichtet über den Stand der Kasse des Vereins. Herr Direktor Trentlein hat die Rechnung geprüft und richtig befunden.

Herr Oberbaudirektor **Hensoff** machte Mittheilung, dass Herr Professor **Futterer** als Vorsitzender der Erdbebenkommission ernannt und Herr Postrath **Christiani** als Mitglied derselben beigezogen worden sei.

Herr Dr. **Schultheiss** berichtete über einige von ihm näher untersuchte Eigenthümlichkeiten des Klimas von Freiburg i. B. Dort weht bekanntlich am Abend ein aus dem Thale der Dreisam kommender Südostwind, der Höllenthalwind, welcher für überaus kalt gilt und welcher der Stadt den ganz unverdienten Ruf, ein rauhes Klima zu besitzen, verschafft hat. Nach der von Hann gegebenen Erklärung solcher Bergwinde, welche aus allen in Ebenen mündenden Thälern herausblasen und welche durchaus nicht bloss eine Eigenthümlichkeit von Freiburg sind, entstehen diese im Wesentlichen dadurch, dass die an den Berghalden durch Ausstrahlung erkaltete und dadurch verhältnissmässig schwer gewordene Luft thalwärts fliesst; unter Tags werden dagegen durch die Erwärmung der Luft an den Hängen bergwärts wehenden Winde, die Thalwinde, verursacht. Der Bergwind weht in Freiburg aus dem Grunde besonders stark, weil das Dreisamthal bei seiner Ausmündung in die Ebene eine beträchtliche Verengerung erfährt; er bläst nicht nur am Abend, sondern immer dann, wenn die durch die allgemeine Luftdruckvertheilung hervorgerufenen Winde nur schwache sind, auch die ganze Nacht hindurch bis zum andern Morgen; von den um diese Zeit beobachteten Winden ist der Südost der häufigste. Der Thalwind ist in Freiburg ebenfalls vorhanden, und zwar tritt er als Nordwest auf; da er aber nur schwach weht, so scheint er meist nicht beachtet zu werden. Mit der durch den Höllenthalwind hervorgerufenen Abkühlung, welche in manchen Stadttheilen das Sitzen im Freien fast unmöglich macht, ist nur scheinbar der Umstand nicht gut in Einklang zu bringen, dass die in Freiburg beobachteten Temperaturen, insbesondere jene am Abend 9 Uhr, zu hoch im Vergleich mit denen der Nachbarstationen sind. Die Lösung des Widerspruches hat schon im Jahre 1884 Professor Dr. Thomas in Freiburg mit Recht darin gesucht, dass der Höllenthalwind nicht kalt, sondern im Gegentheil warm sei, da er sich thalabwärts bewege und sich deshalb nach physikalischen Gesetzen

erwärmen müsse; als rasch bewegte Luft rufe er eben nur das Gefühl des Kalten hervor. Redner konnte den ziffermässigen Beweis dafür erbringen; der Höllenthalwind verursacht in der That in fast allen Monaten ein Steigen der Temperaturen um nahezu den gleichen Betrag, um welchen es in Freiburg Abends zu warm ist; zugleich ist er entsprechend der Theorie der Fallwinde verhältnissmässig trocken. Die Windverhältnisse von Freiburg sind demnach ganz eigenthümliche, die wesentlich verschieden von denen anderer Orte in der Rheinebene sind. Während in Karlsruhe fast nur Südweste und Nordoste vorkommen (44 bzw. 27 % aller Winde) treten die ersteren in Freiburg etwas zurück (22 %) und die anderwärts seltenen Windrichtungen aus Südost und Nordwest wehen in 19 bzw. 19 % aller Fälle.

Eine weitere Eigenthümlichkeit des Klimas von Freiburg besteht darin, dass dort häufig Südwestwinde, die anderwärts feucht sind, trocken und verhältnissmässig warm auftreten; es ist dies ohne Zweifel eine durch die Vogesen hervorgerufene Föhnwirkung. Stärkere Südwestwinde senken sich dort längs der Bergseiten und kommen in den Thälern und in der Ebene warm und trocken an. Durch eine leichte Föhnwirkung ist auch die Entstehung des in der südlichen Rheinebene auf der elsässischen Seite bestehenden Trockengebietes, das zu den regenärmsten in Deutschland gehört, und in dem die jährliche Niederschlagssumme unter 500 mm herabgeht, zu erklären. Es ist demnach durchaus möglich, dass die Föhnwirkung manchmal bis in das Breisgau sich erstreckt, wie sich ja auch der Alpenföhn bis weit in das Vorland hinaus geltend macht. Auch der Schwarzwald, insbesondere der südlich von Freiburg gelegene Schauinsland, kann unter Umständen Anlass zu Föhn geben; denn es kommen starke Südwinde vor, bei denen wesentlich höhere Temperaturen und geringere relative Feuchtigkeit, als zu gleicher Zeit an anderen Orten beobachtet werden können. — Verschiedene Umstände tragen also dazu bei, das Klima von Freiburg zu einem besonders warmen zu machen; wegen der Lokalwinde ist es aber dort nicht so drückend und erschlaffend, wie in den frei in der Rheinebene gelegenen Orten.

An den Vortrag schloss sich eine Diskussion, an welcher sich die Herren **Ammon** und **Meidinger** beteiligten.

Herr Dr. **Wilser** machte einen Nachtrag zu seinem Vortrag vom 21. Februar. Wirkliche Beobachtungen der Natur, wie die von Eimer, Standfuss, Retzius, Gräfin v. Linden u. a. sprechen immer deutlicher gegen die gekünstelte Weismann'sche Theorie; die logischen Schwächen derselben hebt besonders E. Wolff hervor. Auch an diese Mittheilung knüpft sich eine erregte Diskussion mit den Herren **Ammon, Hilger, Tross** und **Wiener**.

488. Sitzung am 15. Mai 1896.

Anwesend 52 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. A. Bongartz, Arzt, und
H. Cramer, Lehramtspraktikant.

Der Vorsitzende macht Mittheilung von einem Schreiben, durch welches der Direktor der Deutschen Seewarte in Hamburg, Herr Geh. Admiralitätsrath Dr. Neumayer, Kenntniss gegeben hatte von einer beabsichtigten Expedition zur Durchforschung der Südpolarregion. Auf Antrag des Vorstandes wird dem Unternehmen ein Beitrag von 100 M. bewilligt.

Herr Geh. Hofrath **Engler** zeigte ein Mineral aus dem Posidonienschiefer des Lias bei Rothmalsch vor; es ist eine Muschel, *Gryphaea arcuata*, mit Erdöl in der Höhlung; er knüpft daran eine Erklärung der Bildung. An der Diskussion beteiligten sich die Herren **Futterer, Platz, v. Trautschold**.

Herr Dr. **Mie** hielt einen Vortrag über die Bedeutung der Hertz'schen Mechanik für die mechanische Erklärung der Naturwissenschaften, derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

489. Sitzung am 5. Juni 1896.

Anwesend 37 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Professor Dr. R. Scholl an der
Technischen Hochschule.

Herr Professor Dr. **Futterer** gab eine Schilderung von Land und Leuten im Süd-Ural auf Grund von Beobachtungen und Erfahrungen, die er während zweier dorthin ausgeführter Reisen zu sammeln Gelegenheit hatte. Im Gegensatz zu der sonst üblichen Art geographischer Beschreibungen,

die nur in einer Aneinanderreihung heterogener Elemente besteht und die Frage nach dem Grunde für die heutigen Zustände meist ganz ausser Acht lässt, schilderte der Vortragende zunächst eingehend die geologische Zusammensetzung des südlichen Theils des Uralgebirges, entwickelte daraus die Entstehungsgeschichte desselben und brachte dann nicht nur die morphologischen Erscheinungen wie Bodenplastik und Anordnung sowie Eigenthümlichkeiten der Flussläufe mit derselben in kausalen Zusammenhang, sondern konnte auch zeigen, in wie weit auch die gesammten biologischen Faktoren, Auftreten und Verbreitung von Thier- und Pflanzenformen, die Siedelungen der Menschen und die ethnologischen Verhältnisse in eine Abhängigkeit von jener gebracht werden können.

Der Ural tritt mit ganz verschiedenartiger Physiognomie einem Beschauer entgegen, je nachdem derselbe von Westen oder von Osten aus der westsibirischen Steppe sich dem Gebirge nähert. Im ersteren Falle kann man z. B. mit der sibirischen Bahn schon tief in das Gebirge eindringen, ohne dass der Charakter desselben, die parallelen, von Nord nach Süd streichenden Kettenzüge klar zur Erscheinung kommen. Von Osten sieht man dagegen schon aus grosser Ferne einen meridional verlaufenden Gebirgswall mit regelmässiger Kammlinie auftauchen: es ist das der Hauptzug des Ural, der auch die Wasserscheide zwischen dem Wolgagebiete und den sibirischen Flusssystemen bildet, obwohl bedeutend höhere Gebirgszüge noch westlich von ihm liegen.

Die Aussicht von einem der höheren Gipfel, der Riesen des Süd-Ural, wie Iremel und Jamantau, zeigt eine ununterbrochene Folge dunkelbewaldeter Höhenzüge, zwischen denen breite flache Thäler ebenfalls Waldbedeckung tragen oder von grossen Sümpfen eingenommen sind. Nach Osten ebnen sich die Bergzüge allmählich ein zur monotonen, unabsehbar weiten Steppe Westsibiriens.

Der geologische Bau zeigt, dass das ganze Gebirge durch Zusammenfaltung der Schichten der Erdrinde entstanden ist. Die faltende Kraft wirkte von Osten nach West, so dass im Osten zuerst hohe Gebirgsketten entstanden, an die sich im Westen immer neue angliederten. Die Entstehung und Auf-

richtung des Ural gehört in das Alterthum geologischer Geschichte, während des ganzen Mittelalters und der Neuzeit derselben unterlag es den abtragenden Wirkungen des fließenden Wassers und der Zerstörung durch Verwitterung. Was wir heute als Ural bezeichnen, ist nur noch die Ruine eines einst viel höheren und stolzeren Gebirges, das einen Charakter dem der Alpen ähnlich besessen haben muss.

Die grosse Waldbedeckung bildet eines der kostbarsten natürlichen Hilfsmittel des Ural und ermöglicht den ausgedehnten Betrieb von Hüttenwerken und Hochöfen.

Der grosse Erreichthum, welcher den mittleren Theil des Ural besonders auszeichnet, setzt sich auch in den Südu-ral fort, wo Eisen neben Kupfer, Mangan und Gold die Haupterze für die Hüttenindustrie bilden. Redner zeigte eine Anzahl von Erzstufen vor, unter denen besonders die verschiedenen Arten des Goldvorkommens zum Theil durch ausgezeichnete Belegstücke vertreten waren und sehr hohen wissenschaftlichen Werth besaßen.

In den Goldwäschen werden zuweilen Goldklümpchen von erheblicher Grösse gefunden und auch in den Adern im Serpentinegebirge kommen recht bedeutende Anreicherungen des edlen Metalles vor. Die Goldlagerstätten von Kotschkar liegen im Granitgebiete und enthalten das Gold in Erzen, die aus Schwefel- und Arsenkies bestehen; nur wo die Kiese oxydirt sind, sieht man „Freigold“ mit blossen Auge. Im Uebrigen kann es durch chemische Prozesse aus den unzersetzten Erzen extrahirt werden.

Ueberall, wo neue Goldlager gefunden werden, entstehen sofort Ansiedelungen, wie denn überhaupt die Ostseite des Gebirges die allein stärker bevölkerte ist; im Innern sind nur dürftige Dörfer und Kohlenweiler. So weit die Bevölkerung aus den noch muhamedanischen Baschkiren besteht, hat sie nur im Winter feste Wohnungen; im Sommer ziehen sie mit ihren Pferdeheerden, welche ihren ganzen Reichthum bilden, nomadisirend in der Steppe umher und leben fast ausschliesslich von Stutenmilch. Missjahre wie 1892, in welchem in Folge der lang andauernden Trockenheit und Hitze im Sommer die ganze Ernte und alles Gras vertrocknet war, schädigen die Baschkiren ausserordentlich; trotz aller

Hilfe von Regierung und Privaten gingen ganze Familien zu Grunde.

Das beste Element der Bevölkerung bilden die Altrussen; die Fabrikarbeiter sind zum Theil die Nachkommen der noch im vergangenen Jahrhundert in den Ural deportirten Verbrecher, und haben daher oft recht bedenkliche Eigenschaften.

In Folge des Baues der sibirischen Bahn steht die ganze Industrie im Ural unzweifelhaft im Zeichen eines lebhaften Aufschwunges. War bisher nur einmal Gelegenheit im Jahre, die fertigen Produkte auf Kähnen durch die Flüsse zur Wolga und auf den Markt in Nishnij-Nowgorod bringen zu können, so ist durch den Bahnbau schon jetzt eine Aenderung eingetreten und weitere Zweigbahnen werden die Möglichkeit des Transportes zu jeder Jahreszeit bringen.

Der ganze Osten ist ja zunächst auf den Ural angewiesen und man richtet sich dort schon jetzt, den kommenden Anforderungen gewachsen zu sein. Die heutigen Zustände rechtfertigen dort jedenfalls die Aussicht auf raschen und dauernden Aufschwung.

Der Ural ist heute ein Kulturzentrum gegenüber den unmittelbar angrenzenden westlichen und östlichen Gebieten; er wird diese Rolle auch weiterhin in der Zukunft beibehalten.

An den interessanten Vortrag knüpfte sich eine weitere Besprechung. Auf eine Anfrage des Vorsitzenden in betreff des Vorkommens des Platins machte Herr Staatsrath v. **Traut-schold** die folgenden Mittheilungen auf Grund eigener Beobachtungen. Das Platin kommt allein im Ural rein vor, während an den wenigen anderen Orten immer zusammen mit Gold; dort auch reichlich, so dass der Ural fast allein die Welt mit dem Metall versieht. Es findet sich nahe unter dem 58. Breitengrad in zwei Thälern des Katschkamargebirges, von denen das Thal des Wissim nach Westen, das des Iss nach Osten läuft, in letzterem sind die Mengen jedoch nur gering. Das Metall ist in feinkörnigem Zustand mit Lehm gemengt und wird durch Waschen daraus gewonnen. Es stammt aus den Zersetzungsprodukten der Diorit- und Uralitporphyre und wird in letzterem auch gefunden; neuerdings hat man es auch in Verbindung mit Chromeisenstein beobachtet. Die Hauptgruben bezw. Wäschen befinden sich im

Besitz der Familie Demidov, welche seit 1825 ununterbrochen das Metall gewinnt und in den Verkehr liefert.

490. Sitzung am 26. Juni 1896.

Anwesend 36 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. Engler.

Herr Hofrath Dr. **Bunte** hielt einen Vortrag über das Gasglühlicht, mit Experimenten.

Die Versuche, ein intensives Licht durch Glühen fester Körper zu erhalten, datiren weit zurück. Schon im ersten Viertel dieses Jahrhunderts (1826) suchte Drummond mit seinem aus einem Kalk- oder Magnesiacylinder bestehenden Hydroxenlicht dieses Ziel zu erreichen, indem er den Cylinder mit einer durch Sauerstoff angeblasenen Wasserstoffflamme auf Weissgluth erhitzte. Beim Platingas von Gillard (1846), das für die Beleuchtung von Narbonne Verwendung fand, wird ein Netz aus dünnem Platindraht durch eine nicht leuchtende Gasflamme erhitzt. Tessié du Motay erhitzte 1867 in der Flamme von Leuchtgas mit beigemischtem Sauerstoff Zirkonstifte. 1878 schien das Auftreten des elektrischen Lichtes, das sich in Deutschland vorzüglich an den Namen W. Siemens knüpft, das Ende der Gasbeleuchtung herbeiführen zu sollen, da neben den mächtigen elektrischen Bogenlampen von 600, 1000 Kerzen und mehr die Gasflammen von nur 16 bis 20 Kerzen Helligkeit nicht mehr genügten.

Erst durch das Aufkommen der Regenerativlampen von Fr. Siemens konnte die Gasbeleuchtung mit der elektrischen Beleuchtung auf die Erzeugung grosser Lichtmengen wieder konkurriren.

Durch die Steigerung des Lichtbedürfnisses machte sich jedoch die Wärmeentwicklung bei der Gasbeleuchtung in unangenehmer Weise fühlbar.

Die Entdeckung des elektrischen Glühlichtes durch Edison im Jahre 1881 schien, da sie ohne lästige Wärme jede Helligkeit zu erzeugen gestattete, der Gasbeleuchtung den Rest geben zu sollen.

Inzwischen hatte sich eine Wendung vorbereitet, durch welche die intensive Wärmeentwicklung des Gases für die Lichterzeugung ausgenützt wurde. Der Chemiker Auer von

Welsbach, ein Schüler Bunsens, befasste sich mit der Idee, die Heizkraft des Gases auszunützen und dieselbe in Licht umzuwandeln, wobei es galt, einen Körper zu finden, der nicht schmilzt und zugleich ein schlechter Wärmeleiter ist. Bei der Suche nach einem solchen Stoff richtete er sein Augenmerk auf die schon 1806 bekannten, in Norwegen zuerst entdeckten seltenen Erden Thorite und Monazite, in welchen neue, bisher wenig bekannte Elemente, namentlich Cerium enthalten sind, ferner Didym, Erbium, Lanthan, Thorium, Zirkonium und Yttrium.

Schon Bunsen hatte sich in den 60er Jahren mit der Untersuchung dieser Elemente befasst und gefunden, dass sie bei hohen Temperaturen ein besonders helles Licht auszustrahlen vermögen. Hier setzte sein Schüler Auer ein und an Weihnachten 1886 drang zum ersten Male die Kunde von seiner phänomonalen Entdeckung in die Welt. Man prophezeihte einen Umschwung im Beleuchtungswesen. Dem Gas gehörte die Zukunft.

Anfangs verwandte Auer hauptsächlich Zirkon mit andern seltenen Erden gemischt für seine Glühstrümpfe. Neuerdings bestehen letztere ausschliesslich aus ungefähr 99 Proz. Thor und 1 Proz. Cer. Entscheidend für seine Entdeckung war der Gedanke einer Verbindung verschiedener Elemente, welche er als Erdenlegirung bezeichnet. Die ersten Versuche, welche 1890 zu Eisenach einer Versammlung von Gasfachmännern vorgeführt wurden, missglückten. Rastlos arbeitete Auer indessen weiter, so dass er 1893 in Wien mit dem heutigen wesentlich verbesserten Gasglühlicht vor die Welt treten konnte. Ein Umstand schien der weiteren Ausbreitung des Auerlichtes hindernd in den Weg treten zu sollen. Es war dies der damals noch verhältnissmässig hohe Preis dieser Erden. Die damaligen Preise waren Phantasiepreise. Ein Kilogramm Thorium kostete beispielsweise Ende der 80er Jahre bedeutend mehr als ein gleiches Quantum Gold. In Folge der grossen Nachfrage stieg jedoch auch das Angebot, und als man in Nordkarolina und in Brasilien grosse Lager Monazit entdeckte fiel auch der Preis rapid. Heutzutage ist das Angebot der thorhaltigen Mineralien bereits so gross, dass z. B. vor zwei Jahren eine holländische Firma sich erbot, jährlich 10 000

Tonnen Monazit, d. h. 30 000 kg Thorium zu liefern, genug, um aus dieser einzigen Fundstelle das Material zur Herstellung von 60 Millionen Strümpfen zu gewinnen. Zu einem Strumpf braucht man nämlich $\frac{1}{2}$ gr Thoriumoxyd. 1 gr Thoroxyd kostet, als Mineral, ca. 3 Pf. Allerdings ist vom Mineral, welches ungefähr 3 Proz. Thor enthält, bis zum gebrauchsfertigen Strumpf noch ein weiter Weg. Dennoch ist der heutige Verkaufspreis der Strümpfe, 2,50 M. das Stück, auch wenn man die Verarbeitung sehr hoch anschlägt, noch viel zu hoch. Reines Thoroxyd kostet jetzt als Hydrat 40 Pf. pro 1 gr, so dass ein Strumpf für ungefähr 20 Pf. Erden enthält und der Rest auf die Darstellungskosten zu schlagen wäre.

Es ist daher wohl zu erwarten, dass in Folge der Konkurrenz der Preis der Glühkörper bald sinken und binnen kurzer Zeit auch der weniger Bemittelte in der Lage sein wird, seine Wohnung billig und hell zu beleuchten.

Die Herstellung des Auer'schen Gasglühlichts geht auf folgende Weise vor sich:

Ein feiner Tüllstoff in der Form eines Dochtes wird mit den Nitraten der genannten Metalle getränkt, getrocknet und gelangt alsdann zum Versandt an die Installateure. Die sogenannten Strümpfe werden alsdann von oben, dem verschlossenen Theil, angezündet, das Salz zersetzt sich, der Tüll verbrennt und es bleibt die Erde als zartes Gewebe zurück. Durch Gasgebläse wird letztere hart gebrannt und nun ist das ganze Fabrikat gebrauchsfähig. (Der ganze Prozess wurde vom Redner durch Experimente vorgeführt.) Besonders interessant gestaltete sich die Darstellung der verschiedenen Lichteffecte, welche, je nachdem der Strumpf mit Cerium oder Yttrium oder Thorium getränkt ist, ein trüb-rothes, bezw. zitronengelbes oder fahl-blaues Licht von 2 bis 5 Kerzen aufweisen. Sobald dem Thor 1 Proz. Cerium hinzugefügt wird — dies ist Auer's Erfindung — wird die Leuchtkraft auf 50 bis 60 Kerzen gesteigert. Eine stichhaltige wissenschaftliche Erklärung dieser eigenthümlichen Erscheinung fehlt bis jetzt.

Die wirthschaftliche Bedeutung des Auerlichts zeigt sich nicht nur in der enormen Billigkeit, sondern auch in der geringen Belästigung durch die Wärmeentwicklung. Der

Preis des Auerlichts stellt sich pro Stunde und 20 Hfl auf 0,5 Pf. gegenüber 2 des Petroleums, 2,5 bei Leuchtgas, 3,6 bei elektrischem Glühlicht. Was dem elektrischen Licht noch einen Vorzug vor dem Auerlicht gibt, ist neben der geringeren Wärmeentwicklung die leichtere Handhabung der Anzündungs- und Löschvorrichtungen. Indessen ist in letzterer Hinsicht durch Einrichtung einer Fernlöschvorrichtung ganz ähnlich der elektrischen eine bedeutende Besserung eingetreten.

Der einzige „dunkle“ Punkt in der Gasbeleuchtungsfrage ist demnach nur noch in der Gasrechnung zu finden. Doch auch diesem Missstand wird zweifellos bald abgeholfen werden durch die Einführung des in England schon seit mehreren Jahren bekannten und viel benützten Gasautomaten. Dieser wird in England umsonst in's Haus geliefert. Gegen Einwurf eines Penny erhält der Hausbewohner ein gewisses Quantum Gas. Ist dieses Quantum (beispielsweise in Deutschland 500 Liter für 10 Pf.) erschöpft, so braucht man nur wieder 10 Pf. einzuwerfen und man erhält dasselbe, bzw. für 20 Pf. das doppelte Quantum u. s. f. Diese überaus praktische Einrichtung wird in Deutschland, sobald die einschlägigen Punkte durch die Eichamtsbehörden erledigt sind, zweifellos Eingang finden.

Bezüglich des Spiritusglühlichts lässt sich ebenfalls, was Leuchtkraft betrifft, nur Gutes sagen. Den einzigen Uebelstand bildet immer noch die Gefahr, welche durch ein Umstossen der Lampen, Explodiren etc. entstehen kann. Der Preis stellt sich etwas höher als der des gewöhnlichen Petroleumlichts (1,8 gegen 1,5 Pf.).

Es knüpfte sich an den Vortrag noch eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren **Engler**, **Meldinger** und **Döll** beteiligten.

491. Sitzung am 10. Juli 1896.

Anwesend 99 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. P. Helbing, Arzt.

Herr Professor Dr. **Scholl** hielt einen Vortrag über Reaktionsgeschwindigkeit und den sogen. Landolt'schen Versuch, mit Experimenten.

Eines der wichtigsten wissenschaftlichen Probleme der heutigen Chemie ist die Frage nach den Gesetzen der chemischen Verwandtschaft, der chemischen Affinität oder Reaktionsfähigkeit, d. h. der bei stofflichen Umwandlungen der Materie thätigen Kräfte. Diese Gesetze, welche in den Affinitätskoeffizienten einen zahlenmässigen Ausdruck finden, können nach verschiedenen Methoden abgeleitet werden, deren eine auf der Bestimmung der Reaktionsgeschwindigkeiten, d. h. der bei einem chemischen Vorgange in der Zeiteinheit umgewandelten Stoffmengen beruht. Diese Methode ist naturgemäss nur bei solchen chemischen Prozessen anwendbar, welche einen der Messung zugänglichen zeitlichen Verlauf nehmen. Das gilt z. B. für die Inversion des Rohrzuckers, für die Verseifung von Methylacetat, die Spaltung von Acetamid unter dem Einflusse verdünnter Säuren. Die hierbei für verschiedene Säuren erhaltenen Zahlen bilden ein Mass für ihre Affinitätsgrössen.

Ein Beispiel derselben Art, für die Demonstration durch seinen verblüffenden Verlauf ganz besonders geeignet, ist der Vorgang, welcher dem Landolt'schen Versuche*) zu Grunde liegt. Werden Lösungen von schwefliger Säure und von Jodsäure in dem Verhältnisse zusammengebracht, dass auf drei Molekeln der ersteren mehr als ein Molekel Jodsäure treffen, so bildet sich freies Jod. In konzentrirten Lösungen erfolgt diese Ausscheidung von Jod augenblicklich, ganz verdünnte Lösungen dagegen, welche man zur leichteren Erkennung des Jods mit Stärke versetzt, bleiben anfangs ganz klar, plötzlich nach einigen Sekunden bis Minuten tritt blitzartig die Ausscheidung von Jod und damit tiefe Bläuung ein. Bei aufeinander folgenden Versuchen unter denselben Bedingungen bleibt die Zeitdauer bis zum Eintritt der Bläuung konstant und ist mit der Uhr für Demonstrationszwecke mit dem Metronomen bestimmbar. Trotzdem hat sich die Reaktion zum Studium der Reaktionsgeschwindigkeiten von Jodsäure und schwefliger Säure nicht geeignet erwiesen, und zwar besonders aus dem Grunde, weil die Vorgänge, welche sich in der Flüssigkeit abspielen, so lange diese noch völlig klar ist,

*) Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft XIX. 1317 und XX. 745.

ziemlich verwickelt und einzeln in ihrem zeitlichen Verlaufe schwer bestimmbar sind. Es liess sich daher nur die Abhängigkeit der ganzen Reaktionsdauer von einem ursprünglich angewandten Mengenverhältniss der Körper ermitteln. Trotzdem hat Landolt mit Hilfe eines aus einer sehr umfangreichen Versuchsreihe abgeleiteten mathematischen Ausdrucks, der für jede gewählte Konzentration an schwefliger Säure und Jodsäure die Zeitdauer der Reaktion berechnen liess, durch Uebertragungen, welche in Kürze nicht wiedergegeben werden können, die Wirkungskoeffizienten für die Reaktionsfähigkeit von Jodsäure und schwefliger Säure freilich nur in rohen, aber doch annähernd richtigen Werthen bestimmt.

Er hat ferner die Beobachtung gemacht, dass die Reaktionsdauer einer gegebenen Mischung von Jodsäure und schwefliger Säure durch die Gegenwart scheinbar indifferenten Stoffe, z. B. von Säuren in erheblicher Weise verkürzt werden kann. Als die Wirkung äquivalenter Mengen verschiedener Säuren geprüft wurde, zeigte sich, dass diese Säuren in derselben Reihenfolge abnehmend ihre Wirkung äusserten, welche auch auf anderem Wege festgestellt und als Mass für ihre Stärke, d. h. ihre Reaktionsfähigkeit erkannt worden ist.

Herr Professor **Platz** machte hierauf Mittheilung von einem Forlenfund bei Absuchung eines Brunnenschachtes in 12 m Tiefe bei der hiesigen Patronenfabrik. Beide Vorträge riefen eine lebhafte Diskussion hervor, an der sich die Herren **Bunte, Engler, Lehmann, Meldinger, Schielermacher** und **Futterer** betheiligten.

492. Sitzung am 23. Oktober 1896.

Anwesend 62 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. **Engler**.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Fr. **Haber**, Privatdozent an der Technischen Hochschule.

Der **Vorsitzende** widmete dem am 31. Juli verstorbenen Geh. Hofrath Professor Dr. **Wiener**, Mitglied des Vereins seit 1864 und erster Vorsitzender seit 1893, einen warmen, ehrenden Nachruf, schilderte die erhebende Todenfeier und theilt mit, dass ihm seitens des Vereins durch den Schriftführer am Grabe ein Kranz niedergelegt worden war.

Weiter legte der **Vorsitzende** die von dem Verein herausgegebene Festschrift zum 70. Geburtstage Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs am 9. September vor. Dieselbe wurde mit dem folgenden Begleitschreiben Seiner Königlichen Hoheit übergeben:

Durchlauchtigster Grossherzog!
Gnädigster Fürst und Herr!

Euerer Königlichen Hoheit naht sich am heutigen Festtage in Ehrerbietung auch der Naturwissenschaftliche Verein von Karlsruhe, um zu Allerhöchst Ihrem siebenzigsten Geburtstage seine aufrichtigsten Glückwünsche darzubringen.

Die Spanne Zeit, auf welche wir heute zurückblicken — lang für das Leben des Einzelnen, aber kurz im grossen Werdeprozess der Natur — umfasst eine der bedeutungsvollsten Epochen in der Entwicklung der menschlichen Kultur aller Zeiten.

Dank den genialen Entdeckungen einzelner ihrer Jünger hat die Naturwissenschaft sich darin zu nie geahnter Höhe emporgeschwungen und ihrer Saat sind für unser Kulturleben reiche Früchte ent wachsen. Unser Blick in die Ferne des Weltraums ist erweitert, in die innersten Theile der Materie vertieft und verschärft worden. Die Erkenntniss des Wesens und des Zusammenhangs der verschiedenen Formen einer unvergänglichen Energie und ihre Verwerthung in der Anwendung des Dampfes, der Elektrizität und der chemischen Kräfte haben unserer gewerblichen Produktion und unserem Verkehrswesen eine neue Gestalt gegeben und neue Bedingungen des Lebens, neue soziale Zustände geschaffen.

In unermüdlicher Fürsorge haben Euere Königliche Hoheit an dieser Entwicklung theilgenommen und Baden zu einer Heimstätte, wie für alle idealen Bestrebungen menschlichen Geistes, so vor Allem auch für die Pflege der Naturwissenschaften gemacht. Blühende Institute verdanken Allerhöchst Ihrer Fürsorge ihre Entstehung und mit Stolz denken wir daran, dass die Namen und Thaten eines Helmholtz, eines Bunsen und Kirchhoff, Redtenbacher, Grasshof, Hertz und so vieler anderer hervorragender Männer für alle Zeiten mit unserem engeren Heimthlande verknüpft sind.

Seinem aufrichtigen Dank für all' diese hochherzige und huldvolle Fürsorge glaubt der Naturwissenschaftliche Verein dadurch den würdigsten Ausdruck zu verleihen, dass er Euerer Königlichen Hoheit einige Zeugnisse seiner Arbeit in einer Festgabe, die auch einen letzten Gruss seines bisherigen hochverdienten Leiters enthält, überreicht.

Möge es Euerer Königlichen Hoheit vergönnt sein, im Vereine mit Allerhöchst Ihrer Hohen Gemahlin, noch lange

zum Blühen und Gedeihen von Wissenschaften und Künsten, und damit zum Wohle unseres engeren und weiteren Vaterlandes wirken zu können.

In tiefster Ehrerbietung

Der Naturwissenschaftliche Verein
von Karlsruhe.

Seine Königliche Hoheit ertheilte hierauf folgende Antwort:

An den Vorstand
des Naturwissenschaftlichen Vereins,
zu Händen des
Herrn Geheimen Raths Prof. Dr. Engler
Karlsruhe.

Lieber Geheimer Rath Professor Dr. Engler!

Der Vorstand des Naturwissenschaftlichen Vereins hat die Freundlichkeit gehabt, mir in sehr warmen und für meine Thätigkeit überaus anerkennenden Worten seine Glückwünsche zu meinem Geburtstag auszusprechen und ihnen eine Sammlung wissenschaftlicher Arbeiten als Festgabe beizufügen. Ich habe mich über diesen Beweis treuer und liebevoller Gesinnung sehr gefreut und spreche dem Verein von Herzen meinen Dank aus. Ich erinnere mich stets mit Freuden an die Anregung, die mir die Sitzungen des Vereins geboten haben, und ich werde mit Interesse den Inhalt der mir gewidmeten Festgabe, für die ich noch besonders dankbar bin, kennen lernen.

Mit den wärmsten Wünschen für das Gedeihen des Naturwissenschaftlichen Vereins verbleibe ich in vorzüglichster Werthschätzung

Ihr wohlgeneigter

Karlsruhe, den 22. September 1896.

Friedrich.

(Die in der Festschrift enthaltenen 6 Arbeiten von Chr. Wiener, K. Futterer, L. Wilser, Ch. Schultheiss, O. Lehmann und C. Engler finden sich am Anfang des zweiten Theiles dieses Bandes unter Abhandlungen.)

Der **Vorsitzende** gab ferner Kenntniss von der am 26. Oktober stattfindenden Enthüllung des Denkmals von Franz Grashof, welches der Verein deutscher Ingenieure seinem Mitbegründer und langjährigen Direktor in hiesiger Stadt gesetzt hat. Die Mitglieder des Naturwissenschaftlichen Vereins sind zur Feier eingeladen. (Die am 26. Oktober gehaltene Feier bestand in einem Festakt in der städtischen Festhalle und in der Feier am Denkmal. Der Akt in der

Festhalle wurde eröffnet durch den Gesang der Hymne aus Judas Maccabäus von Händel; nunmehr folgte eine Rede des Vorsitzenden des Vereins deutscher Ingenieure, Herrn Kommerzienrath Ernst Kuhn aus Stuttgart-Berg: Grashof als Gründer und Leiter des Vereins, sowie eine Rede des Herrn Geh. Hofrath Professor Hart: Grashof als Forscher und Lehrer; zum Schluss wurde der historische Marsch von Stamitz von einer Kapelle gespielt. — An dem Denkmal wurde zuerst ein Festmarsch von Gounod gespielt, darauf fand die Enthüllung des Denkmals durch den Vorsitzenden des Vereins statt und die Uebergabe desselben an die Stadt, dessen Uebernahme durch Herrn Oberbürgermeister Schnetzler erfolgte. Zahlreiche Kränze wurden dann mit kurzen Ansprachen von Vereinen und Hochschulen niedergelegt, auch vom Naturwissenschaftlichen Verein. Den Schluss bildete der Kaisermarsch von Wagner.)

Auf Antrag des Vorstandes ertheilte die Versammlung die Genehmigung, dass der Anthropologischen Kommission des Alterthumsvereins, ihrem Gesuch vom 12. Oktober entsprechend, ein letzter Beitrag von 100 M. zum Abschluss der begonnenen Untersuchungen bewilligt werde.

An Stelle Wiener's wird Herr Dr. Wilser als Vorstandsmitglied und Herr Geh. Rath Dr. Engler als erster Vorsitzender ernannt.

Herr Professor Fr. Schmidt hielt hierauf einen Vortrag über Photographie in natürlichen Farben. Herr E. Dolletschek schloss hieran einige Versuche mittelst eines Aethersauerstoffapparates von Unger und Hofmann in Dresden.

493. Sitzung am 6. November 1896.

Anwesend 54 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. R. Eskales, Chemiker.

Der Vorsitzende theilt mit, dass nach Vereinbarung des Vorstandes Herr Hofrath Dr. Lehmann das Amt des stellvertretenden Vorstandes übernehmen werde.

Herr Dr. K. Futterer hielt einen Vortrag über „Die Goldfelder Südafrika's mit besonderer Berücksichtigung Transvaals“.

Zunächst wies der Redner darauf hin, dass schon seit uralten Zeiten Afrika eine grosse Bedeutung für die Goldproduktion hatte. Schon die altegyptischen Könige bezogen reiche Goldschätze aus Nubien und die älteste auf einem Papyrus aufgezeichnete topographische Karte bezieht sich auf die Goldbergwerke in den Gebirgen zwischen dem Nil und dem Rothen Meere.

In den Zeiten um die Grenze von Mittelalter und Neuerer Zeit wurden die reichen Goldfelder Senegambiens, der Goldküste und deren Hinterländer, sowie auch die Golddistrikte am oberen Nil für die Goldproduktion von grossem Werthe, obwohl das edle Metall nur mit den primitivsten Methoden des Pochens der Erze und des Auswaschens gewonnen wurde.

Erst die jüngste Zeit vermochte nach Entdeckung der reichen Goldfelder Südafrika's auf mechanischem und besonders chemischem Wege die Goldextraktion aufs äusserste zu vervollkommen und dadurch die Produktion auf eine fast unerreichte Höhe zu bringen.

Um den relativen Werth der einzelnen Goldvorkommen richtig beurtheilen zu können, muss man die allgemeinen geologischen Verhältnisse des Auftretens der goldführenden Gesteine, die ausserordentlich verschieden sein können, genau kennen.

Es ist bekannt, dass das Gold in sogenannten „Seifen“ in den Anschwemmungen der Flüsse vorkommt; dorthin ist es wie der Sand und Kies, mit denen es zusammen auftritt, durch die mechanische Thätigkeit des Wassers gelangt und solche Goldseifen sind oft sehr reich, aber nach einiger Zeit des Betriebes werden sie erschöpft werden können. In diese Seifen ist das Gold demnach auf rein mechanischem Wege durch das Flusswasser gelangt; das setzt aber voraus, dass in dem Flussgebiete irgendwo goldhaltige Gesteine anstehen, durch deren Verwitterung und Zersetzung das Gold in die Flussanschwemmungen gelangte.

Man findet, dass das Gold entweder in Quarzadern oder stärkeren Quarzgängen auftritt, oder aber dass auch gewisse Gesteine, z. B. Schiefer oder Serpentine oder auch vulkanische Gesteine einen geringen Goldgehalt führen, der an sich nicht abbauwürdig ist, seiner Geringfügigkeit wegen, der aber das

Gold für die Seifen zu liefern im Stande ist, in welchen es mechanisch und chemisch angereichert wird.

Auch in den goldführenden Quarzgängen ist das Gold durchaus nicht gleichmässig vertheilt, sondern an gewissen Stellen, sogenannten Erzfällen, reichlicher vorhanden, während es in dazwischen liegenden Massen des Quarzes ganz fehlen kann. Daher kommt es, dass der Bergbau auf solchen Gängen oft reiche Lager trifft, dann aber wieder längere Zeit im tauben Gesteine arbeitet, ohne Gewinn zu bringen.

In Südafrika sind nun Goldlagerstätten von jedem Typus vertreten. Eine genaue, auch für den Nichtgeologen verständliche Beschreibung aller afrikanischen Goldvorkommen und ihrer Produktion seit den ältesten Zeiten ist vom Redner schon an anderer Stelle gegeben worden.*

In Deutschsüdwestafrika kommt Gold untergeordnet mit Kupfererzen vor in krystallinen Schiefen; daraus ist es auch in Seifenablagerungen gelangt, deren genauere Untersuchung vielleicht für die Zukunft einigen Erfolg verspricht. Auch in der Kapkolonie ist der Goldbergbau unbedeutend und die weiteren Strecken der Karoo und Kalahari, die von sedimentären Schichten zum Theil mit Kohlenführung gebildet werden, führen überhaupt kein Gold. Erst in Transvaal, wo wieder andere geologische Verhältnisse herrschen und weite Gebiete von Granit, Gneis und krystallinen Schiefen sowie von den die alte Schieferformation überlagernden Konglomeraten eingenommen werden, begegnet man reichen Goldfeldern.

Viele derselben, wie z. B. Komati, Dekaap, Lydenburg, Malmani, Marabastad Goldfeld, enthalten goldführende Gänge; hinsichtlich derselben gilt das oben über den Wechsel der Ertragsfähigkeit Gesagte. Dem gegenüber zeigen die berühmt gewordenen Distrikte von Johannesburg (Witwatersrand), Klerksdorp, und das Vryheid-Goldfeld ganz andere und wesentlich günstigere Verhältnisse.

Hier liegt das Gold in Konglomeraten, d. h. in Ablagerungen, welche ähnlich wie die Flusskiese an der Küste

* Dr. K. Futterer: Afrika in seiner Bedeutung für die Goldproduktion in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft. 191 S. 21 Illustrationen im Text, 9 Tafeln und eine grosse Uebersichtskarte der Goldvorkommen in Afrika. Berlin 1895.

eines Sees oder Meeres gebildet worden sind. Sie haben eine weite Ausdehnung, sind aber an der Oberfläche häufig durch Lavadecken verborgen. Man vermuthet, dass das Klerksdorp Goldfeld mit dem Mitwatersrande in Zusammenhang steht und dass die Konglomeratschichten in flachem muldenartigem Baue weit nach Süden reichen und im nördlichen Theile des Oranjefreistaates wieder an die Oberfläche kommen, so dass auch dort die Möglichkeit existirt, dieselben goldreichen Lagen im Konglomerate aufzufinden. Am Witwatersrande selbst gehen die Schichten ziemlich steil in die Tiefe, werden aber weiter unten flacher, so dass man sie auf den sogenannten „Deep Levels“ wieder erreichen konnte. In diesen Konglomeraten sind nun einzelne Zonen (Reefs) ziemlich gleichmässig goldführend, so dass man berechnen kann bei den bekannten Lagerungsverhältnissen, wie viel Gold von dort noch gewonnen werden kann. Die Zahlenwerthe für das Minimum der möglichen Produktion sind verschieden zu 5000, 6500 und von Schmeisser zu 6980 Millionen Mark berechnet worden.

Wissenschaftlich ist die Frage von hohem Interesse, wie das Gold in die Konglomerate gelangte, ob es durch Lösungen aus dem Erdinnern zugeführt wurde, oder ob es schon bei der Bildung der Konglomerate durch das fließende Wasser eingeschwemmt wurde, wie in eine Seifenablagerung. Schliesslich ist auch die Möglichkeit denkbar, dass es aus dem Meer- oder Seewasser, in welchem sich die Konglomerate bildeten, auf chemischem Wege niedergeschlagen wurde.

Im Nordosten Transvaals liegen noch die verschiedenen Goldfelder des Zoutpansberg-Distrikts unter Verhältnissen, die gleichartig sich auch nördlich des Limpopo bis zum Zambesi hin in Matabele- und Maschona-Land vorfinden. Es sind hier alte metamorphe Schiefer und Eruptivgesteine, in welchen das Gold in Gängen und Adern vorkommt und besonders nahe der Oberfläche reich auftritt; mit grösserer Tiefe verarmen hier aber die Goldlager.

Von hohem Interesse sind die alten Goldbergbaue aus vorgeschichtlichen Zeiten, die sich hier in ungeheurer Ausdehnung finden. Diese alten Goldgräber haben Werke von 4000 Meilen Gesamtlänge angelegt und eine Erdmasse

bewegt, die auf 800000 Tons berechnet wird. Die alten Ruinen ihrer Stadt Zimbabve weisen durch ihre Anlage und Bauart auf ein sabaeisches Volk, und Gussformen für Goldbarren, die man dort fand, haben dieselbe charakteristische Form wie solche phönizischen Ursprungs für Zinkguss, welche in Südengland gefunden wurden. Auch andere Umstände weisen darauf hin, dass man hier das biblische schätzerreiche Ophir suchen muss.

Dieselben geologischen Verhältnisse wie in Maschona- und Matabeleland sind auch noch nördlich von Zambesi bis in das deutsche Ostafrika hinein vorhanden, so dass es nicht unwahrscheinlich ist, dass auch hier Gold gefunden werden könne; von einzelnen Flüssen ist eine Goldführung im Sande schon seit länger bekannt.

Bei Tete am Zambesi kommen Steinkohlen vor, die jetzt auch im deutschen Gebiete entdeckt worden sind. Neuerdings ist auch Gold in Ostafrika in Gängen gefunden worden, so dass die Hoffnung nicht unberechtigt erscheint, dass dieses Vorkommen dereinst von grösserem Werthe für die Kolonie werden kann.

An den Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion, an der sich ausser dem Redner die Herren **Engler**, **Platz**, **Schröder** und **Hilger** beteiligten.

494. Sitzung am 20. November 1896.

Anwesend 67 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Medizinalrath Dr. Brunner in Durlach, Major a. D. K. v. Marschalck und Dr. A. Kronstein, Chemiker.

Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler** berichtete über den derzeitigen Stand der Ozon-Frage. Der Vortragende gab zunächst einen Ueberblick über unsere neueren Ansichten von dem Zustand der Gase unter besonderer Berücksichtigung der kinetischen Gastheorie, nach welcher die Gase aus fast unendlich kleinen Theilchen, den Molekülen, zusammengesetzt sind, von denen bei den verschiedensten Gasarten in gleichen Räumen eine gleich grosse Anzahl — in einem Liter etwa 22 000 Trillionen — vorhanden ist, und die sich um so schneller bewegen, je leichter sie sind. So hat man für das Sauer-

stoffmolekül eine Geschwindigkeit von 461 m, für das Wasserstoffmolekül von 1844 m in der Sekunde berechnet. Für gewöhnlich enthalten diese Moleküle immer noch mindestens zwei Atome. Doch gibt es auch Ausnahmen, wie z. B. die Dämpfe von Quecksilber, Cadmium und Zink, deren Moleküle nur aus einem Atom bestehen, auch haben die Versuche Viktor Meyer's gezeigt, dass wenn man Joddämpfe auf hohe Temperatur erhitzt, dessen vorher aus zwei Atomen bestehende Moleküle in solche von nur je einem Atom zerfallen. Eine ähnliche Spaltung zeigen die Gasmoleküle unter dem Einfluss elektrischer Entladungen, doch scheinen die dabei entstehenden positiv und negativ geladenen Theile, die Ionen, mit den Einzelatomen der Chemiker nicht identisch zu sein. Bei der Bildung des Ozons aus gewöhnlichem Sauerstoff spielen ohne Zweifel Vorgänge dieser Art eine wichtige Rolle. Durch Zufuhr von Energie in irgend einer Form, als Elektrizität, Wärme etc., werden aus den aus zwei Atomen bestehenden gewöhnlichen Sauerstoffmolekülen einzelne Atome oder Ionen ausgeschieden und indem sich je drei davon miteinander, oder ein einzelnes mit einem gewöhnlichen Sauerstoffmolekül verbinden, entsteht das aus drei Sauerstoffatomen bestehende Ozon. Dies kann erreicht werden, indem man Elektrizität durch Sauerstoffgas oder durch Luft sich entladen lässt, oder aber, wie von Einigen angegeben wird, indem man Sauerstoff oder Luft in geeigneten Apparaten zum Glühen erhitzt und wieder abkühlt, worüber Vortragender in letzter Zeit Versuche angestellt hat, oder endlich durch die sogenannten Autoxydationen. Die praktische Darstellung des Ozons beruht besonders auf dem ersteren und dem letzten Prinzip. In dem Siemens'schen Ozonerzeuger finden stille elektrische Entladungen durch das Medium des Sauerstoffgases statt, wobei das letztere theilweise in Ozon umgewandelt wird; nach einer anderen Methode lässt man feuchten Phosphor mit Luft oder verdünntem Sauerstoff einige Zeit in Berührung, wobei der Phosphor sich oxydirt, dabei einige Sauerstoffatome activirt, die dann das Ozon bilden. Diese Bildungsweisen wurden durch Versuche erläutert, auch wurden dabei die neuesten Versuche Van't Hoff's über Autoxydationen mit Triäthylphosphin und Aldehyden besprochen und dargethan, dass man die von diesem

Forscher beobachteten merkwürdigen Oxydationserscheinungen auch in anderer Weise als durch Spaltung des Sauerstoffs in + und — Ionen erklären könne. Vortragender theilt hierbei die Resultate seiner Versuche mit, welche ergaben, dass bei der Einwirkung gewöhnlichen Sauerstoffs immer ganze Moleküle Sauerstoff in Wirksamkeit treten und dass sich dabei primär stets Superoxyde, die dann ihren Sauerstoff hälftig an andere Körper übertragen (z. B. $(C_2 H_5)_3 P + O_2 = (C_2 H_5)_3 P < \overset{O}{\underset{O}{|}}$

welches dann 1 At. O abgibt), bilden. Das Endresultat ist dasselbe wie bei van't Hoff. Gewöhnlicher Sauerstoff wirkt sonach bei Oxydationen als ungesättigter Complex ($\overset{O}{|} - \overset{O}{|}$) und lagert sich zuerst als Ganzes unter Bildung von Superoxyden an. Auch bei Berührung des Terpentinöls mit Sauerstoff und bei den Aldehyd- und Ozonlampen spielen sich ähnliche Vorgänge ab.

Eingehend wurde dann auch der Ozongehalt der atmosphärischen Luft besprochen. Allerdings ist auch, wie Schöne sicher nachgewiesen hat, Wasserstoffsuperoxyd vorhanden, doch beweist der Vortragende durch seine eigenen Versuche, dass die Anwesenheit des Wasserstoffsuperoxydes das gleichzeitige Vorhandensein von Ozon durchaus nicht ausschliesst. In starker Verdünnung können beide sehr wohl nebeneinander bestehen. Jedenfalls aber ist nur relativ wenig in unserer Atmosphäre davon vorhanden: in 1 Million Liter Luft nach zahlreichen Versuchen nur 0,03 bis 1 Liter; doch in den Höhen mehr als in den Niederungen, im Freien mehr als in den Wohnräumen, Nachts mehr als bei Tag etc. Versuche in dieser Richtung sind im hiesigen Laboratorium im Gang.

Die sanitäre Bedeutung des Ozons beruht auf seiner ausnehmend stark oxydirenden Wirkung, welche die 30- bis 40fache des Chlors sein soll; es zerstört Bakterien, wie Typhus-, Milzbrand- und Cholerabazillen fast momentan, worauf jedenfalls auch seine stark luftreinigende Eigenschaft zurückzuführen ist, sowie der geringere Gehalt tieferer Luftschichten an Ozon, denn dieses wird, indem es die Staubtheile und Mikroben vernichtet, dabei selbst aufgebraucht. In etwas konzentrierter Form ist das Ozon ein heftiges Gift. Kleine Thiere werden schon in Luft mit $\frac{1}{240}$ Ozongehalt nach wenigen Stunden getödtet, Mäuse schon in Luft mit $\frac{1}{6000}$

Ozon. Tauben, überhaupt Vögel, vertragen viel mehr Ozon, was wohl darauf zurückzuführen ist, dass diese Thiere in den hohen ozonreicheren Luftschichten sich einem stärkeren Ozongehalt bereits angepasst haben.

Zahlreiche Versuche mit Inhalation ozonhaltiger Luft haben bis jetzt noch zu keinen sicheren Erfolgen geführt. Es mag dies daher rühren, dass man dabei mit zu starkem Ozon operirte, wodurch bei der heftigen Einwirkung auf die Respirationsorgane die gegentheilige Wirkung erzielt werden musste, gerade so wie dies mit gewissen heftigen Giften ja auch der Fall ist, die in ganz geringen Dosen als Medikamentstoffe vortreffliche Dienste leisten. Deshalb ist auch bei Gebrauch künstlich ozonisirter Luft für therapeutische Zwecke die grösste Vorsicht geboten.

An den durch Experimente erläuterten Vortrag schloss sich eine Diskussion an, an der sich insbesondere die Herren **Meldinger** und **Lehmann** beteiligten. Ersterer machte darauf aufmerksam, dass, wie er selbst bereits 1853 gezeigt hat, bei der Elektrolyse der Schwefelsäure an kleiner Platinanode reichliche Mengen von Ozon und Wasserstoffsperoxyd sich bilden, was als Beweis für das Nebeneinanderbestehen beider dienen kann.

495. Sitzung am 4. Dezember 1896.

Anwesend 60 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.

Im physikalischen Hörsaale der Technischen Hochschule hielt Herr Hofrath Dr. **Lehmann** einen Experimentalvortrag über das absolute Maasssystem. Derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

496. Sitzung am 19. Dezember 1896.

Anwesend 58 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren Dr. **Max Steude**, Sekretär,
und Dr. **M. Heilbronner**, Chemiker.

Der **Vorsitzende** machte Mittheilung von einem Gesuch der Erdbebenkommission um Bewilligung von Mitteln im Betrag von etwa 200 M. zur Versendung des letzten Erdbebenberichtes (abgedruckt unter den Abhandlungen dieses

Bandes), zum Druck und Herumsendung von 10 000 Stück Erdbebenmeldebogen, sowie zur Anschaffung eines Seismometers. Die Versammlung ertheilt ihre Genehmigung.

Herr Professor Dr. **Klein** hielt hierauf einen Vortrag über Bakterien und Stickstoff. An der Diskussion theilnahmen die Herren **Engler** und **Platz**.

497. Sitzung am 15. Januar 1897.

Anwesend 38 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Hofrath Dr. **Engler**. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. P. **Gräfenhan**, Professor im Kadettencorps, und Dr. **Spuler**, Privatdozent in Erlangen.

Herr Dr. **Wilser** machte einige „Anthropologische Mittheilungen“. Bei der zunehmenden Bedeutung der Rassefragen für die sozialen und historischen Wissenschaften muss eine kartographische Darstellung der europäischen Menschenrassen und ihrer Verbreitung willkommen sein. Als Beispiel einer solchen konnte der Vortragende eine zwar noch unvollkommene und nur die Schädelform berücksichtigende, aber doch ein anschauliches Bild gebende, von dem Amerikaner Ripley entworfene und in einer französischen Zeitschrift (*L'Anthropologie* VII 5) veröffentlichte Karte vorzeigen. Deutlich ist darauf zu erkennen, wie die Rundköpfe in einem nach Osten immer breiter werdenden Keil sich durch die Mitte unseres Welttheils vorgeschoben, an den natürlichen Schranken der hohen Gebirge und der Meeresarme aber ein Hinderniss gefunden haben. Dies und der Umstand, dass die Rundköpfe vor Alters in Europa viel seltener waren — erst gegen Ende der neueren Steinzeit treten sie vereinzelt auf —, lässt auf ihren aussereuropäischen Ursprung schliessen; ihr Verbreitungscentrum ist das mittlere Asien. Der Entwurf einer derartigen Rassenkarte stösst zur Zeit noch auf ziemliche Schwierigkeiten, theils wegen der in den einzelnen Ländern verschiedenen Ausdehnung und Ausführung der Untersuchungen, theils wegen der nöthigen Vergleichung von Schädelmaassen mit denen lebender Köpfe. Eine befriedigende Lösung der letzteren Frage war den Anthropologen nicht gelungen. Selbstverständlich ändert sich bei einem länglichen Körper das Verhältniss von Länge und Breite, wenn man ihn mit

einer ungefähr überall gleich dicken Hülle umgibt. Ebenso verhält sich auch der Schädel zum Kopf, und der Vortragende hat daher schon 1892 (Archiv für Anthropologie XXI.) vorgeschlagen, den Grundmassen des Schädels je 1,0 (entsprechend einer Dicke der Kopfschwarte von ungefähr 0,5 c) zuzuzählen und dann erst den Kopfindex, d. h. die Verhältnisszahl der Breite zur Länge, zu berechnen. Diese Umrechnungsweise ist genau, aber zeitraubend. Sie ergibt für die schmalsten Schädel, vom Index 60, einen um 2,0 höheren Kopfindex, einen Unterschied, der bei den runderen Köpfen immer kleiner, bei ganz runden mit Index 100 gleich 0,0 wird. Die Mittelzahl zwischen 2,0 und 0,0 ist aber 1,0. Will man daher bei ausgedehnten Untersuchungen kürzshalber nur ein einzige Durchschnittszahl anwenden, wobei die Fehler sich ausgleichen sollen, so muss man 1,0 wählen, denn die bisher meist gebrauchte Broca'sche Zahl 2,0 passt nur auf die ungemein seltenen Schädel, deren Breite $\frac{3}{5}$ der Länge beträgt, und ist für den Durchschnitt zu hoch.

Bei der Eintheilung der Menschenrassen wirkt die Aufstellung zu vieler Unterrassen, die ja doch nur der Mischung ihren Ursprung verdanken, verwirrend, auch werden geschichtliche Namen am besten vermieden, Für die Rundköpfe ist daher die passendste Bezeichnung *Homo brachycephalus asiaticus*, für die Langköpfe *Homo europaeus septentrionalis* (die hellfarbige Rasse, aus der alle „arischen“ Völker hervorgegangen) und *Homo europaeus meridionalis* (von der vorigen Rasse durch dunklere Färbung von Haaren, Augen und Haut sich unterscheidend). Wie zwei sich mengende Flüssigkeiten haben sich die Rassen seit alter Zeit gegenseitig durchdrungen und durchsetzt: dem Vordringen der Rundköpfe nach Westen entspricht eine Ausbreitung der Langköpfe nach Süden und Osten, mit dem Unterschiede, dass die Langköpfe, besonders der nordisch-arische Zweig, überall als Kulturträger auftraten. Zur Veranschaulichung dieser Thatsachen wurden Abbildungen des ältesten Kulturvolks im Zweistromland vorgezeigt, die in scharfer, treffender Zeichnung die Rassenmerkmale, besonders ausgesprochene Langköpfe, deutlich erkennen lassen. Demnach haben diese Vorläufer und Lehrmeister der Babylonier, die eine nichtsemitische Sprache

hatten, die Keilschrift erfanden und den Grund zur babylonischen Kultur legten, sicher der nordeuropäischen Rasse angehört. Bekanntlich ist der einzige einigermaßen „wissenschaftlich“ aussehende Grund, der in dem Kampfe um die Urheimath der Arier von den Anhängern der asiatischen Hypothese in's Treffen geführt werden konnte, die Uebereinstimmung des babylonischen, auf dem Dutzend beruhenden mit dem alteuropäischen Zahlssystem (Johannes Schmidt, *Abh. d. K. preuss. Akad. d. Wissensch.* 1890). Abgesehen davon, dass diese Zählweise sich auch ohne Völkerwanderung verbreitet haben könnte, wird durch das Angeführte ihr europäischer Ursprung wahrscheinlicher als der asiatische. So steht es um die Beweise für unsere asiatische Abstammung. Allmählich fallen sogar die Sprachforscher von diesem Glauben ab: der Vortragende konnte verschiedene Aussprüche von solchen, Hirt, Streitberg u. a., verlesen, wonach auf Grund rein sprachlicher Beweismittel Nordeuropa, ja sogar Skandinavien für das Ursprungsland der „Indogermanen“ erklärt wird. Der Widerstand, den aus alter Gewohnheit noch viele Sprachforscher der neuen Lehre leisten, ist daher kein wissenschaftlicher. Man hat sich schon darüber lustig gemacht dass der Vortragende, sein Thema möge lauten wie es wolle, immer dabei auf die skandinavische Abstammung zu sprechen komme. Das trifft zu, aber es ist nicht Schrulle oder Rechtshaberei, sondern diese Frage ist eben grundlegend für alles, was mit der „Wissenschaft vom Menschen“ zusammenhängt. An der lebhaften und eingehenden Besprechung beteiligten sich die Herren **Schröder, Ammon, Treutlein, v. Trautschold, Futterer** und **Engler**,

498. Sitzung am 12. Februar 1897.

Anwesend 26 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Dr. **Meldinger**.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: O. Suck, Hofphotograph;
Al. Martin, Kaufmann; Dr. K. H. Eitel, Apotheker; E. Würtemberger, Kunstmaler; M. Karle, Lehramtspraktikant;
K. Mispagel, Radirer.

Herr Professor **Futterer** hielt einen Vortrag über das Erdbeben, welches am 19. Januar in der Umgegend von

Lahr stattgefunden hatte; derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

Herr **O. Ammon** zeigte einen Atlas von 25 Tafeln vor, auf denen die von Ed. Piette in der Grotte von Mas d'Azil (Südfrankreich) gefundenen, mit rothem Ocker bemalten Flussgeschiebe einzeln abgebildet waren, ebenso die aus einer ausgehöhlten Wacke bestehende Farbenreischale und die Palette, eine ziemlich grosse flache Muschel. Auf die Deutung dieser aus der Uebergangsperiode zwischen der älteren und der neueren Steinzeit stammenden Funde liess sich der Redner nicht ein. Herr Dr. **Wilson** schloss einige weitere Bemerkungen an und verwarf wie der Vorredner die von Piette versuchte Deutung der Striche und Punkte als Zahlzeichen.

Herr Hofrath Dr. **Meldinger** sprach über die beiden ausserordentlich trüben Tage, den letzten Sonntag und Montag. Man musste Mittags 12 Uhr Gas brennen, um lesen zu können, obwohl es eigentlich nicht neblig war. Der nördliche Wind bringt sehr viel Rauch aus dem westfälischen Kohlen- und Industriegebiet zu uns. Die neblige Luft wird, wie man aus London weiss, am trübsten, wenn sie kleine Kohlentheilchen enthält, an die der Wasserdampf sich anhängt. Nun war vom Samstag auf Sonntag die Temperatur um fünf Grad gefallen, was auf Luftzufuhr aus nördlichen Gegenden schliessen liess, wenn auch vielleicht nur auf indirekte. Die Bedingung für die Kondensation des Wasserdampfes war gegeben, desgleichen für das Vorhandensein von viel Rauch. Das Zusammentreffen beider Umstände könnte die ausserordentliche Trübheit jener Tage einigermassen erklären. Herr Professor Dr. **Platz** machte einige Bemerkungen hierzu und fand die plötzliche Aufhellung vom Donnerstag auf den Freitag noch viel merkwürdiger. Redner bedauerte das Fehlen einer Windfahne auf dem dazu wie geschaffenen Lauterberg und wünschte auch die Markirung des 49. Breitegrades daselbst.

Herr Prof. Dr. **Gräfenhan** theilte mit, wie er durch Bienenstiche in das Handgelenk die Schmerzen und ein sogenanntes „Ueberbein“ verlor, die er sich durch eine Sehnenverstreckung lange Jahre vorher zugezogen hatte. Der Glaube, dass Bienenstiche (Ameisensäure enthaltend) gegen manche Leiden,

namentlich Gicht, heilsam seien, dürfte demnach nicht ganz abzuweisen sein. Herr Oberlehrer **Schweickert**, Bienenvater, erzählte, dass oft Leute zu ihm kommen, um sich vorsätzlich von Bienen stechen zu lassen; manche verlieren ihre Leiden, andere nicht, je nachdem. Herr Professor Dr. **Platz** erwähnte, dass das Auflegen und Umbinden von der Masse eines Ameisenhaufens ein überliefertes, in alten medizinischen Büchern zu findendes Volksmittel gegen Rheumatismus sei.

Zum Schlusse schilderte Herr Hofrath Dr. **Meidinger** die Gefahren, die sich daraus ergeben können, dass durchbrennende Oefen verschiedener Stockwerke in das gleiche Kamin münden. Wird im untern Stock geheizt, in einem oberen nicht, so kann bei plötzlichem Steigen der äusseren Temperatur Kohlenoxyd aus dem untern Stock in dem oberen zu den Ofenfugen herausdringen, weil der Mangel an Zug ihr Entweichen aus dem Kamin hindert. Hierdurch sind schon oft Erstickungsfälle vorgekommen, erst kürzlich wieder in Mannheim. An diesen Vortrag knüpfte Redner noch weitere Bemerkungen über Oefen und Ofenheizung, und begründete die praktische Folgerung, dass jedes Stockwerk seine eigenen Kamine haben sollte.

499. Sitzung am 19. März 1897.

Anwesend 22 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Dr. **Lehmann**.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. C. **Böse**, Assistent.

Herr Professor **Leutz** hielt einen Vortrag über die Anwendung des Horizontalpendels zu seismologischen Untersuchungen. Der Vortrag ist unter den Abhandlungen abgedruckt. An der sich anschliessenden längern Besprechung beteiligten sich die Herren **Haid**, **v. Struve**, **Lehmann** und **Böse**.

Herr Hofrath **Meidinger** machte hierauf noch Mittheilung von einem Heizversuch mittelst Gasbeleuchtung in der Festhalle. Näheres darüber findet sich bei den Abhandlungen unter dem Titel: Heizung von Wohnräumen.

Gemeinsame Versammlungen mit anderen Vereinen.

Auf Anregung der Deutschen Kolonialgesellschaft, Abtheilung Karlsruhe, betheiligte sich der Naturwissenschaftliche

Verein an den folgenden Vorträgen, welche im grossen Museums-
saale abgehalten wurden und zu denen auch die Angehörigen
der Mitglieder eingeladen waren. Es sprach:

Am 20. November 1895 Herr Dr. Hans Gruner aus
Jena über „Die deutsche Togo-Expedition im Jahre 1894/95“.

Am 18. April 1896 Herr Kapitän a. D. Emil Schmülling
aus München über „Transvaal und die Buren“.

Am 19. Februar 1897 Herr Hans Leder aus Jauernig
über „Sibirien“.

Am 26. Februar 1897 Herr Lieutenant Oskar Schmidt
aus Karlsruhe über „Der Sanaga-Fluss in Kamerun und die
Station Mzin“.

Am 5. März 1897 Herr Lieutenant Schloiter aus Berlin
über „Eine Reise nach dem Viktoria-Nyanza und die Dampfer-
frage auf unseren centralafrikanischen Seen“.

Auf Anregung des Deutsch-Oesterreichischen Alpenvereins,
Sektion Karlsruhe, betheiligte sich der Naturwissenschaftliche
Verein an dem folgenden, ebenfalls im grossen Museumssaal
gehaltenen Vortrag:

Am 12. April 1897 Herr S. Simon von Interlaken über
die „Jungfrau-Bahn“.

500. Sitzung am 7. Mai 1897.

Anwesend 56 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler.
Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Major K. Hoffmann; Dr.
A. Lang, Lehramtspraktikant; Dr. F. Krumm, Arzt.

Generalversammlung.

Herr Hofrath **Meldinger** liest einen Bericht über die
Thätigkeit des Vereins im verflossenen Jahre vor.

Der **Vorsitzende** machte davon Mittheilung, dass die
Bearbeitung von Reutti's Werk: „Lepidopteren Badens“ durch
Herrn Dr. Spuler in Erlangen eingegangen sei und jetzt
zum Druck gegeben werden könne. Ueber die näheren Be-
dingungen wären noch Verhandlungen mit der Druckerei zu
pflegen.

Hierauf wird zur Neuwahl des Vorstandes für die nächsten
zwei Jahre geschritten. Durch Akklamation wird der seit-
herige Vorstand wiedergewählt.

Herr Geh. Rath **Engler** hielt einen Vortrag über seine Reise nach **Egypten** und an das **Rothe Meer**. In diesem ersten Vortrag will Redner zunächst seine allgemeinen Wahrnehmungen, die er bei einem kurzen Besuche **Egyptens** machte, mittheilen, um später in einem zweiten Vortrage einen Bericht über seine Studien, die er an der Küste des **Rothen Meeres** über das in den dortigen **Korallenriffen** sich findende **Petroleum** machte, abzustatten.

In Gesellschaft mehrerer Freunde trat Vortragender seine Reise den 22. Januar 1897 von **Karlsruhe** aus an. Es ging über **Mailand-Ancona** nach **Brindisi** und von da mittelst des englischen Dampfers „**Arkadia**“ nach **Port Said**, wobei der Uebergang aus dem noch feuchtkalten Süden **Italiens** nach dem in sonnigem Glanze erstrahlenden **Norden** der **Landenge von Suez** mit ihren heissen Sandflächen und **Palmengruppen** einen überraschenden und bezaubernden Eindruck machte. Im **Hafen von Port Said** herrschte ungemein reges Leben, in seiner Wirkung noch erhöht durch das Geschrei der die Schiffe beladenden und entladenden **braunen Orientalen**. Die **Bewohner des Landes der Pharaonen**, gleichgültig welchen Stammes, lieben es nämlich bei gemeinsamen **Arbeiten** in **rhythmischen**, aber, im Gegensatz zu **Italien**, **unharmonischen Lauten** ihre Arbeit zu begleiten und scheinbar zu erleichtern, was sich bei grösseren Gruppen in lautem **taktmässigem Schreien** äussert. Auch die **Ruderer** haben diese **Gewohnheit**, wobei immer ein **Vor-Schreier** vorhanden ist. Noch denselben **Abend** ging es mit **sinkender Sonne** in den **Suezkanal** und durch diesen hindurch, später bei **elektrischem Licht**, bis **Ismailia**, wo **Nachts 2 Uhr** mittelst **Lokaldampfers** gelandet wurde. Hier war Vortragender der einzige, welcher am **Zollamt Schwierigkeiten** bekam, offenbar nur weil er das **Unglück** hatte, **direct** nach einer kleinen **Katastrophe** zur **Revision** zu kommen. Ein anscheinend **angetrunkener englischer Officier** in **Civil** verlangte, dass man seine **13 Kisten** und **Koffer** **uneröffnet** passiren lasse und setzte dies dem **energisch protestirenden egyptischen Zollbeamten** gegenüber auch durch, nachdem er demselben mit seinem **Rohrstock** einige **Schläge** auf den **Bauch** applicirt hatte. Der **Beamte** liess nun seinen **Zorn** an dem zunächst **Folgenden**

aus, indem er unter den wiederholten Rufen „vous etes Russe“ seine Koffer durchwühlte, um endlich an den von ihm mitgebrachten photographischen Platten, die hoch verzollt werden mussten, seine Wuth zu kühlen.

Ismailia bildet eine von Lesseps inmitten der Wüste geschaffene künstliche Oase von wunderbarer Schönheit: grossartige öffentliche Palmenhaine und private Palmgärten mit reizenden Villen an breiten Alleen; daneben allerdings dann auch ein arabischer Stadttheil mit allem Schmutz, Geschrei und Elend der dortigen Ureinwohner. Von dem Chef des sehr guten Hotels Victoria, früher Kellner im Hotel Sommer in Badenweiler, wurde Vortragender als alter Bekannter begrüsst.

Des anderen Tages ging es mittelst Eisenbahn nach Cairo, wo der Zug Abends 5 Uhr eintraf. Schon auf der Fahrt hatten die Pyramiden von Gizeh über die Wüste herübergewinkt. Sie machen, gleich einem grossen Dom oder der Kette der Hochalpen, und aus denselben optischen Gründen, auch schon in grosser Ferne einen gewaltigen Eindruck.

In Cairo fand sich im Hotel Shepheard eine grosse Gesellschaft von Karlsruhern zusammen: Herr und Frau Dr. Bürklin, Director Götz, Professor von Oechelhäuser, Freiherr von Seldeneck und Redner, ausserdem Medicinalrath Neumann aus Badenweiler, Dr. Glaser aus Mannheim und mein früherer Schüler Dr. Mac-Garvey: fast alle schon wohlbekannt oder befreundet miteinander.

Nach mehrtägigem Aufenthalt, der zur Besichtigung der zahlreichen Sehenswürdigkeiten Cairos und seiner Umgebung, auch einem Besuch der Pyramiden von Gizeh mit Besteigung der Pyramide des Cheops benützt wurde, bestieg die ganze Gesellschaft den Cook-Dampfer „Ramses der Grosse“, der ausser ihnen unter den 60 Passagieren fast nur Engländer und Amerikaner beherbergte. Unterwegs, in Assiut, wurde noch das jetzt in Baden-Baden lebende junge Ehepaar von Vennungen aufgenommen. Es ging Nil aufwärts bis Assuan und zu der Wunder-Insel von Philæ. Ein so hohes Interesse die Kunstreste des Pharaonenlandes mit ihren gewaltigen Tempelbauten und Königsgräbern von Benihassan, Abydos,

Denderah, Luksor und dem Karnak, Esneh, Edfu, Komombo, u. s. w. besitzen und so mächtig auch die wunderbaren Farben und Formen, tropische Vegetation und die braunen Bewohner der Nilufer wie auf jeden Reisenden so auch auf den Vortragenden einwirkten, so lenkte sich seine Aufmerksamkeit doch in erster Reihe auf die Reste gewerblicher Thätigkeit, denen man in diesem alten und merkwürdigen Culturlande begegnet. Befindet man sich doch hier in dem Heimathlande der Chemie, die ja ihren Namen aller Wahrscheinlichkeit nach hier von dem ägyptischen Worte „Kem“ oder „Chem“ erhalten hat. Da Chem „dunkel“, „schwarz“, aber auch dunkel im Sinne von „schwer einzusehen“ oder „schwer zu ergründen“ bedeutet, so ist noch nicht mit Sicherheit festgestellt, ob man die Chemie auf Grund ihrer Benennung als die Wissenschaft oder damals richtiger die Kunst der schwarzen Erde (Egyptens) oder als schwer zu ergründende Kunst kennzeichnen wollte, welch' letzteres sehr wohl möglich ist, weil die ägyptischen Priester ihre naturwissenschaftlichen und besonders ihre chemischen Kenntnisse geflissentlich geheim hielten, um dem versammelten Volke bei feierlichen Anlässen durch wunderbare Experimente damit zu imponiren. Jedenfalls wurde die Bezeichnung in Egypten zum erstenmal gebraucht, und auch die spätere Benennung als „Alchemie“ ist nur der alte Name, dem die Araber, nachdem sie Egypten erobert und hier die alten Kenntnisse übernommen hatten, ihren Artikel „al“ vorsetzten.

Es waren fast ausschliesslich die Priester, die sich mit „Chemie“ befassten und unter diesen auch nur die Priester der obersten und ersten Klasse, weil man aus obigen Gründen auf die Geheimhaltung der chemischen Kenntnisse und Experimente besonderen Werth legte. Pythagoras, der gleich anderen griechischen Weisen und Gelehrten, wie z. B. Solon, Plato, Herodot, nach Egypten kam, um in die Kenntnisse der ägyptischen Priester eingeweiht zu werden, unterwarf sich sogar der Beschneidung, um Eingang in die Tempel zu finden. Jeder Tempel hatte ein Laboratorium, „Asi. t“, in welchem allerhand Ingredienzien: Salben, Parfumerien etc. hergestellt wurden und an dessen Spitze ein Salbenmeister, der „Mazet“ stand. Auch andere Künste wurden in den

Tempeln betrieben, wie feine Metallarbeiten, Färbungen etc., so dass sich allmählig eine Summe gewerblicher und auch chemischer Kenntnisse und Erfahrungen ansammeln musste. Ein ägyptischer Priester, Hermon, gilt auch als Begründer der Alchemie, und auf denselben ist die Bezeichnung des „hermetischen Verschlusses“, sowie die der Chemie als der „hermetischen Kunst“ zurückzuführen.

Obgleich unter dem derzeitigen englischen Regime Handel und Industrie in Egypten einen bedeutenden Aufschwung nehmen, steht das Land darin zur Zeit noch erheblich hinter anderen Culturstaaten zurück. Die Forschungen der letzten Jahrzehnte haben dagegen ergeben, dass die Ägypter vor tausenden von Jahren in gewerblichen Dingen allen anderen Völkern weit voraus waren und dass sie darin Kenntnisse besaßen, die noch heute unser Staunen erregen. Schon die noch vorhandenen Reste von Kunstwerken, von denen ganz besonders die Tempelbauten durch die Gewalt ihrer Massen und die Schönheit der Form auffallen, setzen bedeutende Leistungsfähigkeit und Fertigkeit in mechanisch technischer Beziehung voraus: Granitblöcke von jetzt nicht mehr verwendeter Massenhaftigkeit wurden aus Ober-Egypten landabwärts transportirt, Colossal-Statuen aus Stein, theils aus Monolithen von unglaublichen Dimensionen, aufgerichtet, und die vorhandenen Reste grossartiger Canalanlagen beweisen, dass sie auch auf dem Gebiete des Wasserbaues weit vorgeschritten gewesen sind.

Bekannt ist ferner schon lange und wird in neuerer Zeit immer noch mehr aufgedeckt, dass sie auch auf dem Gebiete der Mathematik, der Astronomie und der Physik bewundernswerthe Kenntnisse besaßen und vor allem hatten sie auch auf einzelnen Gebieten der Chemie, besonders aber dem der chemischen Technik staunenswerthe Kenntnisse und Erfahrungen aufzuweisen.

Hierzu ist beispielsweise ihre Kunst der Mumificirung zu rechnen. Der Todtencultus der alten Ägypter hängt eng zusammen mit ihrer Götterlehre: von dem durch Mumificirung unsterblich gewordenen Osiris, von Isis und deren Sohn Horus, und mit ihrer Auffassung von der Doppelnatur des Menschen, dessen einer Theil, die Seele, nur Unsterb-

lichkeit erlangt, so lange der andere Theil, der Leib, zu dem die Seele von Zeit zu Zeit zurückkehrt, erhalten bleibt. Der Conservirungsprozess wurde in verschiedener Weise, je nach Rang und Vermögen, durchgeführt. Die vollkommenste Methode bestand in einer bis zu 70 Tagen dauernden Behandlung des von Gehirn und Eingeweiden befreiten Cadavers in einem Bad von „Natron“-Lösung (jedenfalls kohlen-saures Natron aus dem Natron-Thal), darauf mit aromatischen Stoffen und Balsamen (auch Rohpetroleum von Gebel-Zeit scheint schon dabei verwendet zu sein), Umwickeln mit imprägnirten Binden und Einlegen in einen meist doppelten Sarg, auf dessen Deckel die idealisirten Züge des Verstorbenen aufgemalt wurden.

Hervorragende Kenntnisse besaßen sie insbesondere auch in der Anwendung von Farben. In Tempeln und Königsgräbern finden sich noch wunderbar frisch erhaltene Malerfarben in zahlreichen bildlichen Darstellungen der verschiedenartigsten Thaten Verstorbenen oder Handlungen und Verrichtungen des täglichen Lebens, des Krieges etc. Als gelbe Malerfarbe kommen vorwiegend Erdfarben zur Anwendung, als Blau: gemahlener Lapis azuli, Kupferlasur, silikatische Kupferflüsse, seltener Kobaltflüsse, als Violett: Manganflüsse, als Grün: gemahlener Malachit, auch grüne Kupferflüsse, als Weiss: Kreide und Gyps, als Schwarz: Russ und Kohle.

Im Kattundruck und in der Färberei kannten sie schon die Beizen aus Alaun oder Eisensalzen, und als Farbstoffe benutzten sie dabei Purpur, Krapp, Orseille, Waid und Indigo, Wau, Safran, Lotoswurzeln, Galläpfel etc.

Auch schon eine grosse Anzahl von Chemikalien und Arzneistoffen war ihnen bekannt: Natron (Soda), Alaun, Grünspan, Bleiweiss, Kupfer- und Eisenverbindungen, besonders „Vitriole“, Bleipflaster u. a. m.

Bekannt ist ferner, dass sie das Mark des Papyrusstengels in ein vortreffliches Papier, den „Papyrus“, zu verarbeiten verstanden, indem sie dasselbe der Länge nach in dünne Bänder zerschnitten, diese auf einem Tisch kreuzweise übereinander legten, mit Nilwasser befeuchteten und mittelst Hämmern oder Walzen bearbeiteten und dichteten.

Ihre Tinte bestand aus Kienruss, mit einer Lösung von Gummi oder mit Harz vermischt, und wurde mittelst egyptischen Rohrs aufgeschrieben.

Von Metallen kannten sie Gold, Silber, Kupfer, Eisen, Blei, wahrscheinlich auch Zinn, jedenfalls das letztere in Form von Legirungen als Bronze. Unter „Elektron“ verstand man ursprünglich nicht den Bernstein, sondern höchst wahrscheinlich eine Legirung von Silber und Gold. Sowohl in der Bearbeitung der Metalle als auch der Edelsteine besaßen sie grosse Fertigkeit, wofür zahlreich erhaltene Kunst- und Schmuckgegenstände sprechen.

Relativ hoch entwickelt war schon vor tausenden von Jahren die Landwirthschaft, die ausser dem Anbau von Zuckerrohr und von Baumwolle, welcher späteren Datums ist, jetzt wohl in der Hauptsache noch ebenso wie früher betrieben wird und wobei fast ausschliesslich der Nilschlamm als Düngemittel dient.

Der Schlamm enthält durchschnittlich ungefähr

63 Proc.	Sand mit Wasser,
18 „	kohlensauren Kalk,
4 „	kohlensaure Magnesia,
9 „	Feldspath- und Hornblende-Gestein,
6 „	Eisenoxyd etc.

Die Bewässerung erfolgt alljährlich durch die Ueberschwemmung, wobei der Nil bei Assuan um 15 Meter, bei Luksor um 12 und bei Cairo noch um 7 Meter steigt, doch wird auch während des ganzen Jahres mittelst fast zahlloser primitiver Schöpfleinrichtungen, die von Menschenhand oder durch Ochsen betrieben werden, Nilwasser über die meist mehrere Meter hohen und steilen Ufer gehoben und durch Canäle auf die benachbarten Felder vertheilt.

Was die Bevölkerung Egyptens betrifft, so ist der alte grosse Gegensatz zwischen Volk und herrschender Klasse heute fast noch in gleicher Stärke vorhanden, wie vor Tausenden von Jahren. Die Fellachen, der grösste Bestandtheil der Bevölkerung, gleichen in ihrer ganzen Erscheinung heute noch den alten Egyptern; vergleicht man die Figurenbilder der Tempel mit den Fellachen, die dem Reisenden überall begegnen, so ergibt sich oft eine ganz überraschende

Aehnlichkeit, namentlich bei jungen Burschen und Mädchen. Hat man nun auch keinen Grund, daran zu zweifeln, dass die Fellachen von den alten Egyptern abstammen, so ist doch der merkwürdige Umstand zu betonen, dass ganz besonders auch die äusseren Verhältnisse Egyptens, das Klima u. s. w., wesentlich dazu beizutragen scheinen, die äussere Erscheinung des Menschen zu gestalten, ihm einen bestimmten Typus zu geben. Das geht so weit, dass auch solche, die von aussen hereinkommen, in verhältnissmässig kurzer Zeit den Typus annehmen. Aus dem Typus allein wäre also nicht sicher auf reine Abstammung von den alten Egyptern zu schliessen. Auch die Hausthiere zeigen heute noch dieselbe Form, wie auf den alten Bildern, und doch weiss man, dass die einheimischen Thiere durch Seuchen mehrmals fast ausgerottet wurden und durch eingeführte Thiere ersetzt werden mussten, worin Schweinfurth, einer der besten Kenner der ethnographischen, geographischen und kulturhistorischen Verhältnisse Egyptens, mit Recht ein schlagendes Beispiel für die Richtigkeit der Theorie von der Anpassung nach klimatischen und sonstigen äusseren Verhältnissen erblickt.

Zur Feier der 500. Sitzung fand sodann ein gemeinsames Nachtessen statt. In einem Hoch auf den Verein warf dabei Hofrath **Meidinger** einen kurzen Rückblick auf dessen Entwicklung. Am 9. April 1862 wurde der Verein gegründet mit 62 Mitgliedern, bei der 100. Sitzung am 10. Februar 1872 hatte sich die Zahl auf 101 erhoben, bei der 200. Sitzung am 28. November 1877 auf 118, bei der 300. Sitzung am 14. März 1884 auf 122, bei der 400. Sitzung am 5. Dezember 1890 auf 135, bei der 500. Sitzung am 7. Mai 1897 auf 161. Der mittlere Besuch stieg von 1871/72 an, wo die ersten Aufzeichnungen gemacht wurden, von 20,5 auf 43 Personen im letzten Jahre. Von den Gründern lebten nur noch 8 Herren: Generalarzt Dr. Hoffmann, Kommerzienrath Lautz, Medicinalrath Dr. Fr. Molitor, Geh. Hofrath Dr. Nessler, Oberstabsarzt Schrickel, Medicinalrath A. Seeligmann, Mechaniker Sickler. Der Redner war im Jahre 1865 in den Verein getreten; von den seit 1862 noch

weiter eingetretenen Mitgliedern lebten noch 4: Hofrath Kossmann, Professor Platz, Fabrikant Seneca, Geh. Rath Wagner. — Vorsitzende des Vereins waren: Geh. Rath Eisenlohr bis 1869, Geh. Rath Grashof bis 1893, Geh. Hofrath Wiener bis 1896, Geh. Rath Engler seit 1896. Der Redner wurde April 1868 in den Vorstand des Vereins gewählt und amtiert seit 1870 als Schriftführer und Bibliothekar, in welcher Stellung er auch die Herausgabe der Verhandlungen leitete. Derselbe konnte noch mittheilen, dass eine Woche zuvor, am 1. Mai 1897, vierzig Jahre verflossen waren, seit er seine wissenschaftliche Laufbahn begann; am 1. Mai 1857 habilitirte er sich in Heidelberg als Privatdocent für Technologie und trat zugleich in den dortigen, ein halbes Jahr zuvor gegründeten naturwissenschaftlich-medicinischen Verein ein. — Bis zum Mai 1870 wurden die Sitzungen in einem Hörsaal monatlich einmal abgehalten, seit dieser Zeit in einem Wirthslokal nach je zwei Wochen Freitags. In der 100. Sitzung gab Herr Professor Birnbaum eine kurze Geschichte des Vereins (6. Band, Vorbericht). Vom 5. Band 1871 an wurden von dem Redner in dem Vorbericht die Vorgänge in dem Verein seit der letzten Veröffentlichung zusammengefasst, wie es in den Jahresberichten für jedes verflossene Geschäftsjahr geschieht. — Was das Vermögen des Vereins anlangt, so ist dasselbe zu seiner gegenwärtigen Höhe von nahe 20 000 Mark hauptsächlich durch die Mitgliederbeiträge (in Summa 19 167 Mark) angewachsen. Die Grundlage bildete jedoch eine Schenkung von 2000 Gulden seitens des Vereins für wissenschaftliche Belehrung 1862, der eine zweite Schenkung von 2300 Gulden im Jahre 1872 folgte, welche letztere jedoch nur in den Zinsen verwendet werden darf. — Von den Einnahmen wurden verwendet: 12 629 M. für die Herausgabe der 11 Bände der Verhandlungen, 588 M. als Beitrag zu 16 Vorlesungen, hauptsächlich in Verbindung mit der Deutschen Kolonialgesellschaft, 2100 M. als Beitrag zu den Arbeiten der anthropologischen Kommission des Alterthumsvereins, 383 M. Herrn Dr. v. Rebeur-Paschwitz für Untersuchungen mit dem Horizontalpendel, 550 M. an die Erdbebenkommission, 392 M. für Adressen und Beitrag zu Denkmälern und ein

Hospital. — Die ursprünglich aufgestellten Statuten wurden in der Generalversammlung am 19. Mai 1882 (269. Sitzung) revidirt, sie finden sich abgedruckt im IX. Band der Verhandlungen; am 9. Mai 1884 (301. Sitzung) wurde noch eine kleine Aenderung vorgenommen. — Seit der 123. Sitzung am 25. April 1873 werden die Sitzungsberichte in den Zeitungen veröffentlicht.

501. Sitzung am 21. Mai 1897.

Anwesend 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Dr. Engler. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. H. Hausrath, Privatdocent; Dr. H. Sternberg, Stadtarzt.

Der Vorsitzende eröffnete die Sitzung mit einem Hinblick auf das Tags zuvor stattgefundene 50jährige Doktorjubiläum eines Mitgliedes, des hier im Ruhestand lebenden Kaiserl. Russischen Staatsraths v. Trautschold, welcher während zwei Jahrzehnten Professor der Geologie an der Land- und Forstwirtschaftlichen Akademie bei Moskau gewesen war und durch seine schriftstellerischen Leistungen auf dem Gebiete der Geologie und Paläontologie einen geachteten Namen in Fachkreisen sich erworben hatte. Die Universität Giessen hatte ihm das einst ertheilte Dokortdiplom erneuert und der Vorsitzende konnte einen Abdruck desselben herumreichen. Der Jubilar war gerade heute verhindert, der Sitzung anzuwohnen.

Herr Ammon wies hierauf die Abbildung eines von Eckard und Haman in Berlin gefertigten Messapparates vor, mittelst dessen die Umfänge und die Flächeninhalte beliebiger Schnittebenen eines Schädels abgelesen werden können und mit dem man auch den Kubikinhalte der Schädelfragmente abtheilungsweise berechnen und summiren kann; seine Konstruktion beruht auf dem Prinzip des Amsler'schen Polarplanimeters.

Darauf sprach Herr Privatdocent Dr. Haber über „Theorie und Praxis des Färbens“. Der Vortragende überleg kurz die geschichtliche Entwicklung der Färberei bis zum Beginne unseres Jahrhunderts und erläuterte dann, in die Materie selbst eintretend, die Schwierigkeiten, welche

sich einer wissenschaftlichen Deutung des Färbeprozesses entgegenstellen. Die Theorien, welche auf die Aufklärung dieses Vorganges abzielen, wurden dargelegt und kritisch beleuchtet. Keine derselben befriedigt vollständig, doch hat erfreulicherweise die Entwicklung der Färberei unter diesem Mangel nicht ersichtlich gelitten. Die letzten dreissig Jahre haben die wesentlichsten Fortschritte gebracht. In hervorragendstem Masse hat insbesondere die Entwicklung der Farbstoffchemie die Färberei gefördert. Die grosse Anzahl neuer künstlicher Farben erlaubt Färbungen zu erzeugen, welche den mannigfaltigsten Ansprüchen an Widerstandsfähigkeit, Schönheit und Einfachheit der Erzeugung genügen. Dabei ist die Thätigkeit des Färbers keine rein receptive gewesen, sondern hat produktiv mitgewirkt. Zahlreiche Farbstoffe werden heute als Halbprodukte auf die Faser gebracht und, nachdem sie auf dieser befestigt sind, vom Färber in Farbstoffe verwandelt.

Auch unabhängig von der Farbstofffabrikation sind grosse Fortschritte erzielt worden, theils in unabhängiger Entwicklung der Färberei, theils im Zusammenhang mit der chemischen Technologie der Gespinnstfasern. In die erste Kategorie zählen neben einer grossen Reihe neuer vereinfachter Färbeverfahren die Färberei von Copsen, Kartenbändern, und der Vigoureauxdruck. Zur zweiten Gruppe ist die künstliche Seide, die Herstellung von wollenen und baumwollenen Garnen mit Seidenglanz zu rechnen. — An den Vortrag schloss sich eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren **Dr. Tross, Ammon** und die Professoren **Scholl, Platz, Gräfenhan**, Hofrath **Lehmann**, Geh. Rath **Engler** theiligten.

502. Sitzung am 4. Juni 1897.

Anwesend 18 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath **Meidinger**.

Der Kassirer, Herr **Bartning**, welcher bei Abhaltung der Generalversammlung am 7. Mai verreist war, berichtet nachträglich über den Stand der Kasse. Herr Direktor **Treutleln** hat die Rechnung geprüft und richtig befunden.

Herr Hofrath **Dr. Meidinger** sprach über Malton-

Wein. Die geistigen Getränke werden durch Gährung von Zuckersaft, Zerfallen des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure, hergestellt, hervorgerufen durch kleinste Lebewesen, die ursprünglich aus der Luft stammen, sich in der Flüssigkeit vermehren und als Hefe zuletzt zu Boden setzen, welche nunmehr bei anderer Zuckerlösung den Prozess sehr rasch einleitet. Bei Bier wird der Malzwürze immer Hefe zugesetzt, bei Wein gährt der Traubensaft von selbst. Das Produkt der Gährung enthält höchstens 15 Volumprozent Alkohol, durch Destillation kann letzterer vom Wasser getrennt werden und es sind so die viel stärkeren Branntweine herzustellen. Der besondere Charakter des geistigen Getränkes hängt ausser von seinem Gehalt an Alkohol auch von anderen darin gelösten, theils ursprünglich in dem Zuckersaft enthaltenen, theils durch die Gährung, auch durch späteres Lagern sich entwickelnden Stoffen ab, die man, soweit sie durch Verdampfen des Flüchtigen gewonnen werden können, als Extrakt bezeichnet. Der Charakter des Weins besteht ausser dem besonderen Geruch wesentlich in seinem Gehalt an Säure, der nicht ganz 1 Proz. erreicht; der Gehalt an Alkohol schwankt zwischen 6 und 13 Proz., bei den südlichen süßen Weinen geht er bis zu 25, aber nicht als unmittelbares Produkt der Gährung, sondern durch Zusatz von Destillat (Sprit). Unter Maltonwein versteht man ein den letzteren ähnliches alkoholreiches Getränke, welches durch Gährung von Malzwürze unmittelbar, ohne Spritzusatz, hergestellt wird. Erfinder desselben ist Dr. F. Sauer in Wandsbeck bei Hamburg, welcher auf das Verfahren am 26. Juni 1890 unter Nr. 5861 ein deutsches Reichspatent erlangt hat. Im grossen wird die Herstellung des Weins von der Deutschen Malton-Gesellschaft Helbing & Cie. in Wandsbeck vorgenommen; seit kurzem wird er auch in unseren Gegenden bekannt.

Die Gährung einer zuckerhaltigen Flüssigkeit verläuft verschieden je nach ihrer Temperatur und der Natur des zugesetzten Fermentes. Die Malzwürze enthält keine Säure; erwärmt man sie auf 50° C. und setzt ihr den Milchsäurebacillus zu, so entwickelt sich Milchsäure. Bei der Fabrikation ist nach einem Tag etwa 0,8 Proz. davon vorhanden

und durch Erhitzung der Flüssigkeit auf 75° C. wird jetzt der Erreger zerstört. Die Milchsäure schmeckt ganz wie die Fruchtsäure, in hygienischer Wirkung soll sie letztere sogar übertreffen. Zu der auf 25° C. weiterhin abgekühlten sauren Flüssigkeit wird jetzt eingedickter Würzeextrakt zugefügt und die eigentliche weinige Gärung durch Zusatz von gezüchteter Südweihefe eingeleitet; von Zeit zu Zeit wird neue Würze oder auch Rohrzucker hinzugegeben. Nach drei bis vier Wochen ist die Gärung beendet; für eine ähnliche Zeit findet dann noch eine Warmlagerung bei 50° C. statt unter Zutritt von keimfreier Luft, wobei sich die charakteristischen Geschmäcke und Gerüche bilden. Die Ausreifung erfolgt in kleinen Gebinden von 2 bis 5 Hektoliter durch Einkellerung in üblicher Weise, bis zur Flaschenreife nach 3 bis 4 Monaten. Die auf solche Weise hergestellten Weine sind den südlichen Traubenweinen sehr ähnlich in Farbe und Geschmack. In den Verkehr gebracht werden bis jetzt Malton-Tokaier, Malton-Sherry und Malton-Portwein. Nach Untersuchung von Fresenius sind die beiden ersteren den entsprechenden Traubenweinen ähnlich zusammengesetzt. Der Malton-Tokaier hat 12,5 Volumprozent Alkohol, 0,8 Proz. Säure, 19,5 Proz. Zucker; der Malton-Sherry hat 16,8 Proz. Alkohol, 0,67 Proz. Säure, 6,8 Proz. Zucker (letzterer ist stärker, aber weniger süß als ersterer). Der Redner konnte Proben dieser beiden Weine den Anwesenden zu kosten geben und fanden dieselben allgemeinen Beifall.

Die Weine kommen in Flaschen von $\frac{3}{4}$ Liter Inhalt in den Handel und werden überall zu dem Preise von zwei Mark die Flasche im Kleinen verkauft. Sie haben seither vorzugsweise als Krankenweine Verwendung gefunden und es liegen von zahlreichen Aerzten und Klinikern anerkennenswerthe Schreiben über ihre Wirkung vor. Von verschiedenen Seiten sind besondere Gutachten über dieselben erstattet worden, auch grössere Vorträge zu ihren Gunsten gehalten, von denen namentlich der des Nahrungsmittelchemikers Dr. W. Mösslinger in Neustadt a. d. H. hervorzuheben ist, der selbst genaue Untersuchungen über die Weine angestellt und sie auch im Kleinen fabrizirt hat mittelst der von Hamburg bezogenen Hefe.

Wir können diese deutsche Erfindung gewiss nur lebhaft begrüßen. Es ist nicht zu befürchten, dass dieselbe unsere inländische Weinfabrikation aus Trauben irgend wie schädigen wird; die Produkte sind ganz verschieden im Geschmack, auch geht der Preis weit über das hinaus, was die meisten Menschen für Wein ausgeben. Es wäre aber sehr viel gewonnen, wenn wir uns unabhängig von dem Bezug der ausländischen süßen Weine machen könnten, die ja immer Kunstprodukte von oft bedenklicher Beschaffenheit sind und für welche wir etwa 13 Millionen Mark an Ungarn und Spanien zahlen. Unserer Landwirthschaft würde durch die vermehrte Gerstenproduktion gedient sein und selbst ein Export, besonders nach überseeischen Ländern, erscheint nicht ausgeschlossen. Es bedarf allerdings noch der Ueberwindung eines Vorurtheils, welches, wie sich schon gezeigt hat, dieses Malzprodukt mehrfach nicht als Wein anerkennen will und selbst vor dem Versuchen desselben zurückscheut; während das andere nicht minder künstliche Malzprodukt, das Bier, ein allgemein beliebtes Getränke bildet.

In der an den Vortrag anschliessenden Diskussion konnte Herr **Dr. Wilsor** die günstigen Wirkungen der Maltonweine am Krankenbett bestätigen, und wies Herr Major **Krossmann** darauf hin, dass der Gerstentrank der alten Egypter etc. wahrscheinlich den Charakter des Weins besessen habe, wie Schiller-Tietz in der Wochenschrift für Brauerei kürzlich näher dargelegt hatte.

Hierauf berichtete Herr Professor **Dr. Schultheiss** über die vor einiger Zeit von Dr. Kassner in Berlin entdeckte Wochenperiode, welche die Gewitter in Industrieorten aufweisen; die elektrischen Entladungen sind darnach am Sonntag am seltensten, sie nehmen dann rasch, gegen Mitte der Woche — am Mittwoch oder Donnerstag — wieder ab, um sich wieder am Freitag und namentlich am Samstag besonders häufig einzustellen. Diese merkwürdige Erscheinung, die sich auch in Mannheim und in Karlsruhe zeigt, wird auf die den Fabrikschornsteinen entströmenden Rauchmassen zurückgeführt; diese laden sich mit der Elektrizität der Erdoberfläche und führen sie in die Höhe, wesshalb die Spannung unten sinkt, während sie oben steigt und damit

Anlass zur Gewitterbildung gibt. Das Minimum der Gewitterhäufigkeit erklärt sich demnach einfach aus der Sonntagsruhe, jenes in der Mitte der Woche aus der luftreinigenden Wirkung der vorangegangenen Gewitterregen. In Uebereinstimmung mit dieser Theorie steht die Thatsache, dass die Wochenperiode eben nur in Städten mit Industrie vorhanden ist, während sie in kleinen Landstädten, z. B. Bretten, ganz fehlt. Eine weitere Bestätigung haben die in Greenwich bei London angestellten Messungen der Luftelektrizität, welche einen engen Zusammenhang dieses Elementes mit der Rauchentwicklung haben erkennen lassen, erfahren. Das Gefälle der Elektrizität hat nämlich in Uebereinstimmung mit dem oben erwähnten ein Minimum am Ende der Woche, ein entschiedenes Maximum dagegen am Sonntag. Bereits im Jahre 1888 hat aber Arrhenius nachgewiesen, dass ein inniger Zusammenhang zwischen der Luftelektrizität, wie sie in der Nähe des Erdbodens gemessen wird, und der Häufigkeit der Gewitter besteht, indem ein Maximum der einen Erscheinung einem Minimum der andern entspricht, und umgekehrt. Es scheint demnach kein Zweifel mehr zu bestehen, dass die Rauchmassen die Bildung von Gewittern, allerdings nur von lokalen, begünstigen; die in grossen Fronten weite Strecken durchziehenden Böengewitter dürfen desshalb nicht berücksichtigt werden, wenn man dies ziffermässig nachweisen will. — An diese Mittheilungen schloss sich eine rege Diskussion an, in welcher verschiedene Fragen über den Zug von Gewittern erörtert wurden.

503. Sitzung am 18. Juni 1897.

Anwesend 19 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Herr Professor **Dr. K. Futterer** sprach über die im Auftrage des Oberrheinischen Geologischen Vereines zusammengestellte tektonische Karte von Südwestdeutschland. Die Erdbebenforschung hat in Deutschland in den letzten Jahren wesentliche Förderung erfahren, die sehr deutlich bei den Verhandlungen des an Ostern in Jena abgehaltenen Geographentages zum Ausdruck kam, und für das südwestdeutsche Gebiet speziell von grosser Bedeutung ist die tek-

tonische Karte, welche der Oberrheinische Geologische Verein als Grundlage für die Erdbebendarstellung durch Herrn Inspektor Regelman ausarbeiten liess, und die bei der ebenfalls an Ostern in Mülhausen abgehaltenen Versammlung dieses Vereines vorgelegt wurde. Unter Mitwirkung einer grösseren Anzahl von Geologen sind auf dieser Karte die für den Gebirgsbau und die Struktur wichtigen Linien zusammengestellt auf einem Gebiete, das nördlich bis Kassel und Köln, im Westen bis Nancy und Besançon, im Süden bis in die Alpen und östlich bis fast in die Gegend von München reicht. Gerade für Baden, das innerhalb dieses Areales eine centrale Lage hat, besitzt die Karte gegenüber der bisher vom Naturwissenschaftlichen Vereine in Karlsruhe, die im Osten kaum über die Wutach hinausreicht, einen sehr hohen Werth, da sehr viele der im Schwarzwalde wie in den Vogesen fühlbaren Erdbeben mit den Grenzen ihres Erschütterungsgebietes weit in die benachbarten Länder hineinreichen.

Es war eine sehr dankenswerthe Aufgabe, alles das tektonische Material zusammenzustellen, so unvollständig es auch noch für weite Strecken zur Verfügung steht. Ein Blick auf die Karte zeigt, wie ungleichmässig noch die Darstellung in den verschiedenen Gebietstheilen ist; aber nachdem einmal eine zusammenfassende Grundlage gegeben ist, wird auch die Ausfüllung der Lücken nicht mehr lange auf sich warten lassen. Auch bei uns in Baden wird die neue geologische Landesaufnahme noch manche Vervollständigung bringen, wengleich schon das die oberrheinische Tiefebene umgebende Gebirgsland zu den hinsichtlich seiner Dislokationen besser bekannten Gebieten zu rechnen ist.

Auf der neuen Karte sind nun nicht allein diejenigen Linien, an welchen vertikale Verschiebungen eingetreten sind, kenntlich gemacht, sondern auch der Betrag der Dislokation, der abgesunkene Theil, Ueberschiebungen, d. h. Zonen, in welchen jüngere Gebirgstheile auf ältere hinaufgeschoben worden sind durch die gebirgsbildenden Kräfte, das Streichen und Fallen der Schichten, die Falten mit ihren Sätteln und Mulden, die Senkungsfelder und Horste, d. h. Gebirgstheile, welche nicht selbst gesunken sind, um

welche herum aber die umgebenden Theile Senkungen erlitten haben, sind dargestellt. Man ist somit in der Lage, sofort die Beziehungen des Verbreitungsgebietes eines Erdbebens, die Lage der Punkte mit stärkerer Erschütterung u. a. m. zu den verschiedenen Gruppen tektonischer Erscheinungen zu erkennen und die Zusammenhänge zu übersehen.

Die mächtigen Spalten, die längs des Rheinthales am Vogesen- wie am Schwarzwaldabfalle verlaufen, sind häufig noch die Erreger der kleineren lokalen Erdbeben, welche schon vielfach in den Berichten der Erdbebenforschung zu erwähnen waren; in noch viel höherem Grade aber wird die Karte von Werth sein für die Kenntniss der weitgreifenden auf den grösseren Theil des Gebietes ausgedehnten Erschütterungen, wie solche das Erdbeben vom 22. Januar 1896 erzeugte.

Der Vortragende gab sodann in allgemeineren Zügen eine Darstellung der geologischen Entstehungsgeschichte des oberrheinischen Gebirgssystems, unter besonderer Berücksichtigung der tektonischen Vorgänge, welche in den verschiedenen Theilen eingetreten sind im Laufe der geologischen Zeiträume und die auf der vorgelegten Karte ihren Ausdruck finden.

In Jena hatte der Geographentag die Resolution gefasst, dass die Regierungen der deutschen Staaten aufgefordert werden sollten, den Plan der Errichtung eines Netzes von Beobachtungsstationen der Erdbeben zu fördern, und so steht zu erwarten, dass man auch im übrigen Deutschland bald einen geeigneten Nachrichtendienst besitzen wird, wie das in den südwestdeutschen Staaten schon lange zumeist durch die private Thätigkeit der naturwissenschaftlichen Vereine der Fall ist.

Für die Aufstellung feinerer Apparate an einer Anzahl von Punkten des Landes wird aber eine Mithilfe der Regierung nöthig werden, und wir sind der Hoffnung, dass diese nicht versagt werden wird, nachdem gerade in Baden schon so viel für die Erdbebenforschung geschehen ist, dank dem Entgegenkommen der Behörden und der Opferwilligkeit des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe: eine That-

sache, die auch in Jena, als vom Vortragenden dort darüber gesprochen wurde, lebhaft Zustimmung fand.

Der **Vorsitzende** theilt mit, dass für die Herausgabe der tektonischen Karte von Südwestdeutschland von dem Oberrheinischen geologischen Verein ein Beitrag erbeten wurde. Die Versammlung bewilligt die Summe von 200 Mark. Es werden dafür dem Naturwissenschaftlichen Verein 32 Exemplare jeder der 4 Karten verabfolgt werden.

Hieran knüpfte der Herr Geh. Rath Dr. **Engler** noch eine Mittheilung über eine in den Pfingstferien ausgeführte Reise in die östlichen Karpathen. Von Lemberg ging es durch Seitenthäler in das obere Dniesterthal. Die Karpathen bilden in dieser Gegend eine schöne waldreiche Gebirgslandschaft, die vielfach an den Schwarzwald erinnert, nur nicht hinsichtlich der Bewohner (Ruthenen), Verkehrswege und des Unterkommens. Dortselbst haben sich in neuerer Zeit zahlreiche Petroleumquellen ergeben und dieses Oelvorkommen ist viel ausgedehnter als man früher vermuthet hatte; die Produktion des letzten Jahres überschreitet bereits vier Millionen Doppelzentner. Insbesondere der Nordabhang des Gebirges ist reich an Petroleumlagern. Es kommt hauptsächlich im Tertiär vor, und zwar fast alle bedeutenderen Lager in dem ältesten Theil desselben, dem Eocän. Nur die darunter liegende Kreideformation weist ebenfalls Petroleum auf. Geologischer und tektonischer Bau, sowie auch die allgemeine topographische Beschaffenheit der Landschaft bilden in Galizien, da die Verhältnisse sehr gleichartige und meist sich wiederholende sind, sehr gute Anhaltspunkte für das Vorkommen von Oel, welches Vortragender an vielen Stellen, besonders da, wo Bäche die Schichten durchqueren, frei austreten sah. Zahlreiche neue Bohrungen sind jetzt in Galizien im Gang und aus den erbohrten Quellen fließt das Oel theils von selbst aus, mitunter in Form von Fontainen, theils wird es durch Pumpen gehoben. Es ist zu hoffen, dass in Bälde auch Deutschland, zumal nun endlich der Petroleumzoll zeitgemäss revidirt wird, den Vortheil des galizischen Vorkommens verspüren wird.

504. Sitzung am 16. Juli 1897.

Anwesend 56 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

In der am 16. Juli abgehaltenen Sitzung hielt Herr Dr. **Mie** vorerst einen Experimental-Vortrag über „Telegraphiren ohne Drähte.“

In den letzten Wochen hörte man durch die Zeitungen vielfach von Versuchen, die in England mit gutem Erfolge gemacht wurden, ohne Drähte zu telegraphiren. Da es sich hier um die erste praktische Verwendung der von Hertz zuerst untersuchten schnellen elektrischen Schwingungen handelte, durften diese Versuche gerade für den Naturwissenschaftlichen Verein, der der erste Augenzeuge der berühmten Hertz'schen Experimente war, besonderes Interesse bieten. Man hatte in England schon vor Jahren versucht, sich mit Hilfe der Induktionswirkungen gewöhnlicher Wechselströme über weitere Entfernungen hin Signale zu geben, ohne Benutzung von Drahtverbindungen.¹ Indessen kam man nur auf etwa 4 km Entfernung, und auch dies Resultat war jedenfalls nicht von praktischer Bedeutung, da man zur Erzielung ganz kleiner Wirkungen schon grosse Kräfte und vor allem Apparate von riesigen Dimensionen nöthig hatte, so dass die Anwendung gerade auf den Fall, den man besonders im Auge hatte, nämlich telegraphische Verbindung zwischen Schiffen, völlig ausgeschlossen war. Ein Italiener, mit Namen Marconi, kam zuerst auf die Idee, die Hertz'schen Schwingungen zu benutzen.² Ein dem Marconi'schen nachgebildeter Apparat wurde dem Verein vorgezeigt. Als Schwingungserreger diente der schon von Hertz benutzte „Oscillator“, der aus zwei in je einer Kugelfläche endigenden Messingcylindern, von ca. 12 cm Länge, besteht. Die beiden Cylinder stehen sich mit den Kugelflächen gegenüber, durch einen kleinen Luftzwischenraum getrennt, und sind mit den

¹ Man führte in den beiden Orten, die in telegraphische Verbindung gesetzt werden sollten, zwei lange, parallele, geradlinige Drahtleitungen. Liess man durch die Leitung des einen Ortes einen Wechselstrom gehen, so inducirte dieser in der Leitung des andern Ortes einen Strom, der nun dazu benutzt wurde, ein Relais in Funktion zu setzen.

² Die Apparate Marconi's finden sich beschrieben von: Preece, Elektrotechnische Zeitschrift, Jahrgang 18, 1897, p. 430.

beiden Polen eines Ruhmkorff verbunden. Setzt man nun den Ruhmkorff in Thätigkeit, so gehen Funken über, deren jeder, wie Hertz gezeigt hat, ein kleiner, kurz dauernder Wechselstrom von ausserordentlich hoher Frequenz ist. Jeder Funke besteht nämlich aus einer kleinen Zahl (etwa 20) elektrischer Schwingungen, deren jede ungefähr $\frac{1}{600\ 000\ 000}$ Sekunde dauert. Marconi hat einen Apparat von etwas grösseren Dimensionen gebraucht, sein Oscillator besteht aus zwei Messingkugeln von 10 cm Durchmesser; ferner lässt er die Funken in Oel übergehen; ihre Schwingungen haben etwa die doppelte Dauer. Er konnte bei diesen Verhältnissen einen kräftigeren Ruhmkorff benutzen und erzielte daher eine grössere Fernwirkung. Der Empfangsapparat war ein Modell des Marconi'schen, aber, den rascheren Schwingungen entsprechend, von etwas kleineren Dimensionen. Er bestand aus zwei „Resonatoren“: zwei Messingblechstreifen von ca. 15 cm Länge. Diese Resonatoren waren durch eine „Branly'sche Röhre“ verbunden, eine kurze Glasröhre, in der sich ein loses Pulver von Nickelfeilspänen befand, in welches zwei in Zinkblechscheiben endigende Drähte von den zugewandten Enden der Messingblechstreifen aus hineingeführt waren. Dieser Branly'schen Röhre hat Marconi ganz besondere Sorgfalt gewidmet, so dass die eben beschriebene nur als ein rohes Modell der Marconi'schen angesehen werden kann. Doch genügte sie für die kurzen Entfernungen, die in Betracht kamen, vollständig. Sobald man den Oscillator in Thätigkeit setzt, werden in den Resonatoren Wechselströme von derselben Frequenz inducirt, und in Folge der in ihren Enden auftretenden elektrischen Kräfte werden die vorher locker durcheinander liegenden Nickelkörner irgendwie in eine engere Verbindung mit einander gebracht, so dass das Pulver durch den Einfluss der Schwingungen elektrisch leitend wird, während es vorher isolirte. Verbindet man also die Enden der Branly'schen Röhre mit einem galvanischen Element, so kommt unter dem Einfluss der Schwingungen ein Strom zu stande, den man nun zur Fixirung der telegraphischen Zeichen benutzen kann. Bei den vorgeführten Experimenten wurde dieser Strom einfach mit Hilfe eines gewöhnlichen Galvanometers gezeigt.

Wenn nun die Schwingungen aufhören, so geht das Nickelpulver nicht ohne weiteres in seine ungeordnete Lagerung zurück, man muss es vielmehr erst durch Klopfen etwas erschüttern. Marconi benutzte hierzu einen Klopfapparat, der durch denselben Strom, der zum Fixiren der Depesche dient, in Bewegung gesetzt wird. Bei den vorggeführten Versuchen wurde ein Uhrwerk benutzt, welches fortwährend gegen die den Resonator tragende Latte klopfte. Ging dieses Uhrwerk, so folgte auf ein Unterbrechen der elektrischen Schwingungen auch gleich ein Zurückgehen der Galvanometernadel. Es wurde nun zunächst gezeigt, dass keine Erregung des Empfangsapparates eintritt, wenn man ihn völlig mit Metall umgibt. Es wurde nämlich über den Empfänger ein Zinkblechkasten gestülpt, der vorne eine Oeffnung von ca. 40² cm hatte; verschloss man diese Oeffnung durch ein vorgehaltenes Zinkblech, welches sogar in einiger Entfernung vor der Oeffnung gehalten werden konnte, so zeigte das Galvanometer nicht den geringsten Ausschlag, während es, sobald man das Zinkblech weghielt, einen kräftigen Strom anzeigte. Bei diesem Versuch ist es allerdings unbedingt nöthig, dass auch die Galvanometerspule und die Zuführungsdrähte durch metallische Umhüllungen gegen Induktionswirkungen geschützt sind, weil sonst die in ihnen inducirten elektromotorischen Kräfte schon die Branly'sche Röhre erregen können. Es ist sehr wohl möglich, dass sich die Beobachtung, welche Marconi gemacht haben soll, dass eine metallische Umhüllung die Wirkung von seinem Apparat nicht völlig abhielte, sich dadurch erklärt, dass er bei seiner ungemein empfindlichen Branly'schen Röhre die Zuleitungsdrähte nicht genügend gegen Induktion geschützt haben mag. Bekanntlich verbreiten sich die elektromagnetischen Wirkungen nach Hertz' Untersuchungen mit Lichtgeschwindigkeit (300 000 km p. sec), man kann deshalb die Wirkung der rapiden elektrischen Schwingungen als eine Strahlung bezeichnen, eine Strahlung, deren Wellenlänge allerdings ungemein viel grösser ist, als die der Lichtstrahlung. Beträgt die Wellenlänge des Lichtes nur $\frac{1}{2}$ Mikron (1 Mikron gleich $\frac{1}{1000}$ Millimeter), so ist die Wellenlänge der von Marconi benutzten Strahlung 120 cm, die der bei den vorggeführten



Experimenten benutzen : 50 cm. Man kann die Marconi'sche Telegraphie daher sehr wohl als eine Art optischer Telegraphie bezeichnen, der Empfangsapparat ist gewissermassen ein Auge, das für die langwellige Strahlung empfindlich ist. Und doch ergeben sich infolge der ungeheuren Verschiedenheit der Wellenlängen manche Unterschiede zwischen Marconi'scher Telegraphie und Licht-Telegraphie, was durch einige Experimente gezeigt wurde. Verschluss man die Oeffnung des Zinkblechkastens durch eine Glasplatte, so ging die Hertz'sche Strahlung durch diese hindurch, wie es auch das Licht thun würde. Aber ebenso konnte auch eine dicke, absolut undurchsichtige Ebonitplatte sie nicht zurückhalten, auch ein Stück Pappe und ein dickes Brett erwiesen sich als durchlässig für die Strahlung. Das letztere schien allerdings schon eine etwas dämpfende Wirkung auszuüben, wie es jeder Körper thun würde, der Feuchtigkeit enthält. Stellte man z. B. sich selber vor die Oeffnung, so ging die Galvanometernadel vollständig auf Null zurück. Es geht hieraus hervor, dass, wie Marconi auch beobachtet hat, Bäume, Mauern etc. die Fortpflanzung der Strahlung sehr beeinträchtigen müssen. Marconi hat daher in bebauten und bepflanzten Gegenden seinen Empfangsapparat auf einem hohen Mast angebracht. Er soll aber einen sehr wesentlichen Vorzug der Hertz'schen Strahlung vor dem Licht konstatirt haben : Nebel und Regen hindern das Durchgehen der Strahlung nicht. Dieser Umstand dürfte für die praktische Verwendung von besonderer Bedeutung sein. So wie feuchte Gegenstände hindern überhaupt alle elektrischen Körper den Durchgang der Strahlung. Als die Röntgen'sche Strahlung bekannt wurde, verglich man sie vielfach mit der Hertz'schen, weil auch diese durch viele undurchsichtige Leiter hindurchzugehen vermag. Indessen sind doch beide grundverschieden, wie z. B. daraus hervorgeht, dass die letztere durch jedes Metall, auch Aluminium, schon in den dünnsten Schichten vollständig zurückgehalten wird. Es wurde dies mit Hilfe eines Schirms aus dünner Zinnfolie gezeigt, die völlig undurchlässig war. Es brauchte sogar nicht einmal eine zusammenhängende Metallfläche zu sein. Auch ein weites Gitter aus dünnen Kupferdrähten (je 4 cm

Abstand), liess die Strahlung nicht hindurch, wenn man es so hielt, dass die Richtung der Drähte der Schwingungsrichtung der Oscillationen parallel war. Drehte man freilich das Gitter, so war es durchlässig. Die Schirmwirkung der Metalle beruht aber nicht auf Absorption der Strahlung, sondern auf einer Reflexion. Drehte man zunächst den Zinkblechkasten, so dass seine Oeffnung vom Oscillator abgewandt war, so konnten, wie ein Versuch zeigte, keine Schwingungen zum Empfangsapparat gelangen. Hielt man nun aber in einiger Entfernung vor der Oeffnung ein Metallblech, so reflektirte dies die Strahlung, und das Galvanometer schlug kräftig aus. Zum Schluss wurde der Oscillator in einiger Entfernung in dem an das Sitzungslokal anstossenden Garten aufgestellt und die Thür geschlossen, so dass man seine Thätigkeit nicht direkt wahrnehmen konnte. Sobald Schwingungen erzeugt wurden, bemerkte man dies an dem Ausschlag des Galvanometers, und es liess sich mit dem vorgehaltenen Drahtgitter konstatiren, dass es thatsächlich elektrische Schwingungen waren, die den Ausschlag zu stande kommen liessen. In freier Luft kann man auf diese Art auf sehr weite Entfernungen die Schwingungen erkennen.¹ Es ist Marconi gelungen, seinen Apparaten eine derartige Empfindlichkeit zu geben, dass er über 14,5 km hin direkt ohne Drähte telegraphiren kann.

Bei der an den Vortrag des Herrn Dr. Mie sich anschliessenden Diskussion besprach zunächst Herr Postrath **Christiani** die Marconi'sche Erfindung unter dem Gesichtspunkte ihrer praktischen Verwendbarkeit, die er nur in beschränktem Umfange und zwar für solche Fälle zugab, in denen die Herstellung einer zusammenhängenden Drahtverbindung schwierig oder unmöglich sei, wie bei der telegraphischen Verbindung von Leuchtschiffen mit dem Festlande, oder von fahrenden Eisenbahnzügen mit den Stationen. Hinsichtlich der Entfernung seien dem Verfahren ebenfalls enge Grenzen gezogen; im Uebrigen unterliege es den gleichen Bedenken und Beschränkungen wie die optische Telegraphie,

¹ Mit dem vorgeführten Apparat ist es z. B. ohne weiteres gelungen, noch auf 0,1 km Entfernung Wirkungen zu erhalten.



vermöge auch eben so wenig wie diese das Telegraphengeheimniss zu gewährleisten, da jedes nicht an eine bestimmte Leitung gebundene Telegramm vogelfrei sei und abgefangen werden könne. Nach allem sei nicht zu erwarten, dass die Drähte für Telegraphie und Telephonie entbehrlich würden.

Herr Direktor **Treutlein** empfahl die Benützung einer Schlüsselschrift, während Herr Hofrath **Lehmann** darauf hinwies, dass man unterscheiden müsse zwischen der älteren schon im vorigen Jahrhundert bekannten optischen Telegraphie und den neueren verbesserten Methoden, insbesondere der Telegraphie mit Gauss'schen Heliotropen. Bei letzterer geht ein unsichtbares dünnes Bündel paralleler Lichtstrahlen von einer Station zur anderen, dessen Vorhandensein von Unbetheiligten nicht bemerkt wird und welches auch nicht abgefangen werden kann, ohne dass die beiden Korrespondenten sofort darauf aufmerksam würden. In ähnlicher Weise dürfte es durch Verwendung geeigneter Reflektoren möglich sein, auch mit Hertz'schen Strahlen zu telegraphieren, ohne dass ein Auffangen der Telegramme möglich ist. Vor der optischen Methode würde dabei dieses Verfahren den grossen Vorzug haben, dass es auch bei schlechtem Wetter, insbesondere bei Nebel anwendbar bleibt und dass die Apparate ganz unsichtbar in geschlossenen Räumen aufgestellt und gehandhabt werden können.

Herr Dr. **Escherich** hielt sodann einen Vortrag über Myrmekophilen. Derselbe machte zuerst allgemeine Bemerkungen über die Myrmekophilen oder Ameisengäste, unter welchen man alle gesetzmässigen Gesellschafter der Ameisen zu verstehen hat. Da für gewöhnlich die Ameisen keine fremden Thiere in ihrem Neste dulden, so müssen die Myrmekophilen über besondere Mittel verfügen, um den Eintritt in das Nest zu erlangen. Die eine Gruppe von Ameisengästen erreiche dies dadurch, dass sie die Ameisen durch Sekrete, die sie auf ihrer Oberfläche ausschwitzen und die auf die Geschmacksnerven der Ameisen einen angenehmen, narkotischen Reiz ausüben, zu ihren Freunden machen, während andere entweder durch Nachahmung der Ameisengestalt oder durch mechanische Schutzvorrichtungen sich den Verfolgungen und Bissen der Ameisen zu entziehen verstehen.

Im speciellen wurde dann das Gastverhältniss der Paussiden, einer Käferfamilie, eingehend besprochen und die Beobachtungen, die der Vortragende heuer in Kleinasien darüber gemacht hat, mitgeteilt. Da die genannten Käfer eine sehr auffallende, bizarre Form aufweisen und ausserdem die Fähigkeit besitzen, ein ziemliches Quantum Flüssigkeit unter Gasentwicklung und deutlich hörbarem Geräusch auszuspritzen (sog. Bombardiervermögen), so ist es erklärlich, dass die Paussiden schon lange das Interesse der Zoologen auf sich gezogen haben. Schon über 50 Jahre studirte man an ihrer Biologie, ohne vollkommene Klarheit darüber zu bekommen; und blieb es infolge dessen meistens bei Hypothesen, von denen einige mitgetheilt wurden. Dem Vortragenden gelang es, wenigstens einen kleinen Schritt weiter zu kommen. Er konnte in künstlichen Nestern beobachten, dass die Paussus während des ganzen Tages von den Ameisen äusserst gierig beleckt werden. Diese Beleckung ist nicht Lebensbedingung für die Ameisen, sondern lediglich Luxus, und ist, will man einen Vergleich des Ameisenstaates mit dem Menschenstaat machen, nur mit dem Genuss alkoholischer Getränke oder narkotischer Mittel zu vergleichen. Die Ameisen müssen aber ihre Leidenschaft schwer büssen, indem die Paussus die Ameisenbrut aufzehren. — Die Ameisen hängen trotzdem sehr an ihrem Gast und nehmen ihn bei allen ihren Unzügen mit; trotzdem die Ameisen ungleich kleiner sind als die Paussus, so vermag doch ein einziges Individuum den Käfer mit sich zu ziehen, indem es ihn bei den Fühlern, die jedenfalls sehr empfindlich sind, packt. — Die Folge der Leidenschaft für die Paussus dürfte sein, dass die Ameisen, die ihr huldigen, über kurz oder lang aussterben werden.

An den Vortrag knüpfte sich noch eine Diskussion, an der sich die Herren Geheimerath Professor **Engler**, Hofrath **Meldinger** und Hofrath Professor **Lehmann** beteiligten. Letzterer wies auf eine Mittheilung der Zeitschrift „Prometheus“ über einen am 15. März d. J. von Charles Janet bekannt gemachten seltsamen Kostgänger der Ameisen hin. Dieser Kostgänger ist eine Milbe, welche sich am Leibe der Ameisen festklammert und ihnen die Nahrung vom Munde wegstibitzt, wenn sie von andern gefüttert werden. Durch Stricheln und

Lieblosen mittelst der fühlerrförmigen Vorderfüsse pflegen diese Milben auch Nahrung von den Ameisen zu erbetteln, wenn sie solche nicht stehlen können.

Herr Hofrath **Lehmann** berichtete noch über eine neue Art Röntgenstrahlen, welche vor kurzem von Röntgen selbst aufgefunden wurde. Diese Strahlen haben die Eigenschaft, in beträchtlichem Masse selbst Eisen zu durchdringen. So zeigte eine mit solchen Strahlen hergestellte Photographie eines doppelläufigen geladenen Jagdgewehrs die Patronen in den Gewehrläufen mit so grosser Deutlichkeit, dass man sogar deren einzelne Teile völlig scharf erkennen kann. Die Bleikugeln erscheinen als intensiv schwarze kreisrunde Flecken, die Zünder als kurze schwarze Stifte. Das Pulver erzeugte nur einen schwachen Schatten, einen noch schwächeren die Stopfen. Die Gewehrläufe bilden sich in der Photographie wie Glasröhren ab, und man erkennt deutlich Unvollkommenheiten des Materials an einzelnen Stellen, eingraphirte Zahlen, Aenderungen der lichten Weite, eingebaute Vertiefungen u. s. w.

Vermutlich wird es möglich sein, mittelst dieser Strahlen Probleme zu lösen, welche den Ingenieuren schon viel Kopferbrechen verursacht haben, speziell die Auffindung von Fehlstellen in eisernen Maschinenteilen, Kesselblechen u. s. w. an solchen Stellen, wo deren Auftreten mit grosser Gefahr verbunden ist. Selbst vier Centimeter dicke Eisenplatten erwiesen sich noch durchlässig. Zur Erzeugung der neuen Strahlen ist es nur nötig, noch stärker evakuirte Röhren zu verwenden als die gebräuchlichen. Dass sie bisher nicht aufgefunden wurden, liegt lediglich daran, dass es nicht gelang, in solchen äusserst stark evakuirten Röhren Entladungen hervorzubringen. — Weitere neue Untersuchungen von Röntgen beziehen sich auf die Absorbirbarkeit der Strahlen durch verschiedene Körper, wobei sich zeigte, dass dünne Schichten verhältnissmässig stärker absorbiren als dicke, ferner auf die Beugungserscheinungen, welche anscheinend bei X-Strahlen nicht zu erhalten sind, auf die minimale und in Wirklichkeit nur indirekte Sichtbarkeit der X-Strahlen u. s. w.

505. Sitzung am 22. Oktober 1897.

Anwesend: 62 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geb. Rath Engler.

Herr Hofrath **Lehmann** hielt im Hörsaal des physikalischen Instituts der technischen Hochschule einen Experimentalvortrag über „Die elektrischen Entladungen“.¹

Wann und von wem wurde zum ersten Mal ein elektrischer Funke beobachtet? Noch im Jahre 1600, als der berühmte englische Arzt Gilbert, welcher das Wort „Elektricität“ eingeführt hat, die ersten Versuche über elektrische Anziehung leichter Körperchen durch geriebenen Bernstein und andere Stoffe machte, war der elektrische Funke völlig unbekannt.

Zum ersten Mal wurde ein elektrisches Leuchten (Glimmen und Büschel) beobachtet im Jahre 1670 von dem allbekannten Bürgermeister von Magdeburg, O. v. Guericke, welcher nicht nur durch seine politische Thätigkeit zur Zeit der Zerstörung Magdeburgs im dreissigjährigen Kriege, sondern namentlich auch durch seine grossartigen Erfindungen (Luftpumpe und Elektrisirmaschine) sich unvergänglichen Ruhm erworben hat. Den ersten eigentlichen hellglänzenden elektrischen Funken scheint erst zwei Jahre später der ebenso bekannte Philosoph Leibniz gesehen zu haben.

Schon früher hatte man übrigens eine elektrische Lichterscheinung, das Leuchten im Vacuum eines Barometers beim

¹ Der Vortrag war von zahlreichen experimentellen Demonstrationen begleitet, deren eingehende Beschreibung hier nicht möglich ist. Es sei diesbezüglich verwiesen auf das Buch: O. Lehmann, Die elektrischen Entladungen (W. Knapp, Halle). Zur Erzeugung der Ströme wurden benutzt: eine Hochdruckinfluenzmaschine mit 60 rotirenden Scheiben, in einem mit 4 Atmosphären Druck gefüllten Windkessel laufend, ein Hochfrequenztransformator von 2 m Durchmesser mit Luftisolation, ein Hochspannungsaccumulator, ein Transformator und eine Hochspannungsgleichstromdynamomaschine für je 2000 Volt und eine gewöhnliche Accumulatorenanlage für 130 Volt. Die Entladungerscheinungen im Vacuum wurden in einem elektrischen Ei von circa 1 m Länge und 30 cm Durchmesser und in einem solchen von 4 m Länge und 10 cm Durchmesser gezeigt, eventuell mit angeschalteten Kondensatoren bis zu 8 Mikrofarad Capacität. In obigem Buch nicht erwähnt ist das demonstrierte Umlaufen eines 2000 Volt-Lichtbogens auf zwei konzentrischen kreisförmigen Schienen von 50 cm Durchmesser unter dem magnetischen Einfluss einer von 30 Ampère durchflossenen Drahtrolle von 900 Windungen und 60 cm Durchmesser.

Transportiren desselben im Dunkeln, beobachtet; doch wurde sie erst im Jahre 1705 von Hawksbee wirklich als elektrische Erscheinung erkannt, während man sie früher als Folge der Anwesenheit von Phosphordämpfen betrachten zu müssen glaubte. Gerade dieses Leuchten im luftleeren (oder richtiger luftverdünnten) Raum wurde bereits im vorigen Jahrhundert eingehend studirt und gab Anlass zur Konstruktion der sogenannten „Schüttelröhren“¹, des „leuchtenden Leiters“ und des „elektrischen Eies“.

Um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gelang sodann zuerst Franklin der Nachweis, dass der Blitz ein ungeheuer grosser² elektrischer Funke ist, was man schon früher, bald nach Entdeckung der elektrischen Funken, aus der Aehnlichkeit der äusseren Erscheinung geschlossen hatte.

Zu Anfang unseres Jahrhunderts schenkte man den elektrischen Entladungen erneute Aufmerksamkeit mit Rücksicht auf ihre Anwendbarkeit zu Beleuchtungszwecken. Die erste grössere Anlage richtete sich im Jahre 1810 Dr. Meinicke, Professor der Physik in Halle, in seinem Auditorium mit sog. „Blitzröhren“ und „Vacuumröhren“ ein. Naturgemäss war aber die Wirkung nur sehr unvollkommen. Erst als der englische Physiker Davy im Jahre 1820 die Welt mit der Entdeckung des glänzenden elektrischen Bogenlichtes überraschte und der französische Physiker Foucault mittelst der inzwischen erfundenen Bunsen'schen Elemente den Lichtbogen im Jahre 1844 versuchsweise zur Beleuchtung eines öffentlichen Platzes in Paris verwendet hatte, fand das elektrische Licht Eingang in der Technik und wurde nach der Erfindung der magnetoelektrischen Maschine durch Faraday unter Anwendung solcher mit Dampf betriebener

¹ Im Karlsruher Physikalischen Institut befindet sich eine solche Schüttelröhre aus dem vorigen Jahrhundert in Form eines Rades, dessen Kranz aus einer luftleeren, etwas Quecksilber enthaltenden Röhre besteht. Beim Drehen des Rades im Dunkeln leuchtet dessen Kranz kontinuierlich in Folge der Entladung der durch Reiben des Quecksilbers am Glase entstehenden Elektrizität.

² Blümel in Berlin photographirte im vorigen Jahre einen Blitz von 146 m Länge und etwa 60 cm Dicke. Ein von Kayser im Jahre 1884 photographirter Blitz war 300 m lang.

Maschinen bereits im Jahre 1860 von Holmes in England zur Lichterzeugung in der Laterne eines Leuchtturms angewandt. Die Erfindung der Gramme'schen Dynamomaschine im Jahre 1871 ermöglichte billige Herstellung des elektrischen Stromes und gab dadurch Anlass zur rapiden Ausbreitung der elektrischen Beleuchtung und zur Entwicklung eines neuen Zweiges der Technik, der Elektrotechnik.

Was ist nun aber das Wesen des elektrischen Entladungsprozesses? Was geschieht in dem Funkenkanal oder in der Flamme des Lichtbogens, wo sich die entgegengesetzten Elektrizitäten ausgleichen? Wie erklärt sich die Entstehung der Lichtwellen daselbst, von welchen pro Secunde genaueren Messungen zufolge mehrere hundert Billionen ausgesandt werden?

Da die Entladung die Beseitigung des Ladungszustandes ist, schliesst die Beantwortung der Frage zugleich die Deutung des elektrischen Zustandes überhaupt in sich.

Anfänglich war man mit Gilbert der Meinung, der elektrische Zustand bestehe in einer durch Reibung verursachten Wirbelbewegung eines feinen in den Poren der Körper befindlichen und dieselben umgebenden Mediums. Die Entdeckung der elektrischen Leitung durch Gray gab Anlass zur Aufstellung der Hypothese der Existenz elektrischer Fluida, von welchem man auf Grund besonderer Versuche anzunehmen genöthigt war, dass sie sich nicht im Innern, sondern auf der Oberfläche der Körper aufhalten. Franklin versuchte indess vergebens nachzuweisen, dass beim Elektrisiren eines Körpers die Luft durch diese sogenannte „elektrische Atmosphäre“ zurückgedrängt werde oder dass letztere durch starke Luftströme fortgeblasen werden könne. Da auch nicht wohl eine gegenseitige Durchdringung von Luft und elektrischem Fluidum angenommen werden konnte, so blieb schliesslich nur der von Faraday (1838) gefundene Ausweg, anzunehmen, dass der elektrische Zustand ein eigenthümlicher Zwangszustand des den elektrisirten Konduktor umgebenden Mediums bzw. seiner Moleküle sei. Wird die Spannung immer höher getrieben, so vermögen die Moleküle diesen Zwangszustand, den man mit elastischer Dehnung oder Kompression vergleichen kann, nicht mehr auszuhalten, die

„elektrische Festigkeitsgrenze“ des Mediums wird überschritten und der gesammte Spannungszustand verschwindet unter Zertrümmerung der Moleküle und Erzeugung von Licht und Wärme.

Die neue Theorie, welcher zufolge Elektrizität nicht ein Stoff, sondern eine Form von Energie ist und Entladung den Vorgang der Umwandlung dieser Energie in andere Energieformen bedeutet, erklärte manche sonderbare Erscheinung, von der man sich früher, als man noch annahm, im Funken kämen die elektrischen Fluida direkt zur Anschauung, nicht erklären konnte. So war es auffallend erschienen, dass man aus Wasser, aus dem menschlichen Körper, ja sogar aus einem Stücke Eis Funken ziehen konnte, mittelst deren sich Feuer entzünden liess, obschon doch das Fluidum beim Austritt aus dem kalten Körper ebenfalls kalt sein musste. Es wurde auch klar, wesshalb eine Glasplatte oder eine Schicht Terpentinöl bei immer steigender Spannung durchbrochen wird auch, wesshalb sich der sogenannte „elektrische Wind“ bildet, wenn von einer Spitze gewissermassen Funken auf die angrenzende Luft übergehen. Merkwürdig erschien freilich im letzteren Falle, wesshalb, wie die Erscheinungen der Kundt'schen Staubfiguren, der elektrographischen Abbildungen, der elektrische Schatten und Doppelschatten und ähnliche lehren, die Bewegung der elektrischen Lufttheilchen öfters bedeutend von den Stromlinien des elektrischen Windes abweicht. Aber auch hierfür fand sich schliesslich die Erklärung, insofern die durch Zertrümmerung unelektrischer Moleküle entstandenen elektrischen Theilmoleküle (Jonen), deren Zahl im Verhältniss zur Gesamtzahl der Moleküle als sehr gering angenommen werden muss, in erster Linie den treibenden elektrischen Kräften folgen, während die übrigen Moleküle, indirekt durch Reibung und Stoss seitens der elektrischen in Bewegung gesetzt, den gewöhnlichen hydrodynamischen oder aerodynamischen Gesetzen gemäss vermöge ihrer Trägheit fortschreiten und so den elektrischen Wind bilden.

Grosse Schwierigkeiten stellten sich aber der Theorie entgegen, als man die Menge der einem bewegten elektrischen Atom anhaftenden Elektrizität zu bestimmen suchte. Dieselbe

ergab sich so gross, dass kaum zu verstehen ist, wie die in Folge der Grösse dieser elektrischen Ladung ungeheuer grosse Anziehungskraft zwischen zwei entgegengesetzt geladenen Atomen überwunden werden kann. Auch gibt es Gase, wie z. B. Quecksilberdampf, von welchem wir aus verschiedenen chemischen und physikalischen Gründen annehmen müssen, dass ihre Moleküle nicht weiter zusammengesetzt, sondern einzelne Atome sind, also nicht zerfallen können, während doch in solchen Gasen die Entladungserscheinungen sich in ganz derselben Weise vollziehen wie in andern.

Den einzigen Ausweg aus dieser schwierigen Lage scheint die Annahme zu bieten, dass auch die chemisch einfachen Atome durch den elektrischen Entladungsvorgang noch weiter zersetzt, in kleinere Partikelchen gespalten werden, bezüglich deren Grösse man aus gewissen Erscheinungen schliessen zu können glaubt, dass ihre Masse nur ungefähr den tausendsten Theil der Masse eines Wasserstoffatoms betrage.

Aber die genannten Schwierigkeiten sind nicht die einzigen. Vor allem fehlt noch eine genaue Erklärung der Unterschiede der positiven und negativen Seite der Entladung, insbesondere aber eine Erklärung der Entstehung der in sehr stark evakuirten Räumen auftretenden „Kathodenstrahlen“.

Drei Theorien stehen sich hier unvermittelt gegenüber: die älteste, welche in Kathodenstrahlen nur eine durch Anwesenheit elektrischer Luftschichten bedingte Modifikation des Entladungsvorgangs sieht, welche aber zu der Annahme genöthigt ist, dass — was sich bis jetzt nicht exakt hat beweisen lassen — alle Entladungsvorgänge pulsirender Natur sind, somit keine stetige Strömung der Elektrizität in Form elektrischen Leuchtens auftreten kann; ferner die Theorie der „strahlenden Materie“, welche die Kathodenstrahlen als Ströme sehr feiner Partikelchen auffasst, und die „Aetherwellentheorie“, welcher zu Folge eine Art Wellenbewegung des Aethers vorläge, die etwa dem Lichte mehr oder weniger verwandt zu denken wäre. Die beiden letzten Theorien vermögen indess nicht klar anzugeben, wie eigentlich der Strom im Gase verläuft, da doch die Elektrizität sich nirgends anhäufen kann, sondern in stetiger Bahn von einer zur andern Elektrode fortschreiten muss.

Der Umstand, dass da, wo Kathodenstrahlen auftreffen, unter günstigen Umständen Röntgenstrahlen entstehen, welche wahrscheinlich als elektrische Schwingungen von weit höherer Schwingungszahl als das gewöhnliche Licht zu deuten sind, scheint mir (im Verein mit anderen Gründen) zu Gunsten der ersten Theorie zu sprechen. Jedenfalls ist diese zur Zeit die einzige, welche die Gesamtheit der Erscheinungen einigermaßen zu erklären vermag, während die beiden anderen kaum zur Deutung der Erscheinungen in hochevakuirten Röhren allein zureichen.

Die in neuester Zeit ausgeführten Untersuchungen Zeemanns über Veränderung des Lichtes einer Natriumflamme, wenn dieselbe der Einwirkung eines starken Magneten ausgesetzt wird, stehen in bester Uebereinstimmung mit der von Maxwell begründeten und von Hertz experimentell bewiesenen elektromagnetischen Lichttheorie, und bilden geradezu eine glänzende Bestätigung derselben, so dass wir diese Theorie wohl unbedenklich als zutreffend anerkennen dürfen. Ist dieselbe aber richtig, dann können wohl auch die Röntgenstrahlen, sowie die zahlreichen anderen Strahlenarten wie Lenardstrahlen, Goldstein's Kanalstrahlen, E. Wiedemann's Entladungsstrahlen, Becquerel's Uranstrahlen, Muraoka's Johanniskäferstrahlen, Sagnac's Metallstrahlen u. a.,¹ deren Wirkungen zum Theil ebenso räthselhaft sind,

¹ Becquerel (1885) und Goldstein fanden, dass Kochsalz und verwandte Salze durch Kathodenstrahlen intensiv blau, braun u. s. w. gefärbt werden. Giesel entdeckte sodann, dass dieselben Färbungen auch entstehen, wenn man diese Salze zusammen mit metallischem Kalium und Natrium in geschlossenen Röhren bis nahe zum Schmelzpunkt erhitzt. Er schloss hieraus, dass die Färbung verursacht werde durch Metalldämpfe, welche in die Salzkristalle eindringen. Nach eigenen Untersuchungen an solchen gefärbten Krystallen kann ich indess dieser Ansicht nicht beistimmen. Die einzige mögliche Erklärung scheint mir die zu sein, dass stark erhitztes Kalium und Natrium eine neue, noch unbekannt Art Strahlen erzeugen, welche, indem sie die Salzkristalle durchdringen, eine derartige Aenderung der Struktur erzeugen, dass die Masse intensiv gefärbt erscheint. Grosse klare Krystalle werden ohne Aenderung ihres Gewichts oder ihrer Durchsichtigkeit z. B. dunkelblau. Beim Erhitzen über eine bestimmte Temperatur verschwindet die Farbe plötzlich wieder, was nicht mit dem Entweichen eingedrungener Dämpfe vereinbar ist.

wie diejenigen der Röntgenstrahlen, kaum andere als elektrische Schwingungen sehr verschiedener Wellenlänge gedeutet werden.

Hier eröffnet sich der physikalischen Forschung noch ein unabsehbares Arbeitsgebiet und es wäre nur zu wünschen, dass das Interesse, welches weite Kreise an diesen neuen Errungenschaften der physikalischen Wissenschaft genommen haben, sich auch darin praktisch bethätigen würde, dass Freunde der Wissenschaft, welche dazu in der Lage sind, in wirksamer Weise solche Forschungen zu unterstützen.¹

506. Sitzung am 5. November 1897.

Anwesend: 65 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Gäste: die Herren Minister von Brauer, Generaldirektor Geh. Rath Eisenlohr Geh. Rath Dr. Arnsperger. Neu angemeldete Mitglieder: die Herren Arzt Dr. F. Dittrich, Dr. R. von Kraatz-Koschlan, Legationssekretär Dr. K. Heintze, Arzt Dr. K. Roth, Assistent Fr. Wiegers.

Nach Begrüssung der Gäste machte der Vorsitzende Mittheilung von dem Tod unseres Ehrenmitgliedes, Herrn Prof. Dr. L. Sohncke in München, und widmete dem Hingeschiedenen einen warmen Nachruf. Derselbe war 1842 geboren, von 1871 bis 1883 Professor der Physik an der hiesigen technischen Hochschule und eifriges Mitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins; er hielt in demselben 53 Vorträge und veröffentlicht im 8. und 9. Band 2 Abhandlungen (s. Bd. 10 S. 442). Im Jahre 1883 leistete er einem Ruf an die technische Hochschule in München Folge. In dem gleichen Jahre wurde er zum Ehrenmitglied des Naturw. Vereins ernannt. Der Vorstand drückte der Wittwe die Theilnahme des Vereins aus. Zum ehrenden Andenken

¹ In seiner neuesten Arbeit erwähnt Röntgen, dass er die benutzten Apparate grösstenteils dem Entgegenkommen der Firma Greiner und Friedrichs in Stützerbach i. T. verdanke. Es scheint mir gerechtfertigt, mit lobender Anerkennung darauf hinzuweisen. Um zu klaren Resultaten zu gelangen, ist es unabweislich nöthig, den Durchgang konstanter Ströme durch stark evakuirte grosse Gefässe, in welchen die Wände den Stromdurchgang nicht beeinträchtigen, zu studiren. Zur Zeit dürfte kein physikalisches Institut existiren, welchem die erforderlichen Mittel zu solchen Untersuchungen zu Gebote ständen.

erhoben sich die Anwesenden von ihren Sitzen. (S. Nekrolog im Unterhaltungsblatt der Badischen Landeszeitung 1898 No. 27).

Herr Professor Dr. **Futterer** hielt hierauf einen Vortrag über Zwecke und Ziele einer Forschungsreise nach Centralasien, welche er in einigen Wochen mit Herrn Amtmann Dr. Holderer von Lahr vornehmen und die etwa ein Jahr dauern wird. Dieselbe soll der geographischen und geologischen Erforschung einiger noch unbekannter Gegenden dienen. Herr Prof. Futterer legte die Zwecke und Ziele der Reise, auch die Forschungsgrundsätze und Methoden, die er zu befolgen gedenkt, näher dar. Von Tiflis aus wird die Fahrt zum Kaspischen Meer und mittels der Transkaspischen Bahn nach den hochinteressanten Städten Merw, Buchara und Samarkand gehen. Von da an versagen die bei uns üblichen Verkehrsmittel. Der Uebergang über das schneeerfüllte Thian-Schan-Gebirge nach Kaschgar geschieht zu Pferd, dann werden, je nach Umständen abwechselnd Wagen, Kameele und Jaks zum Transporte und Pferde zum Reiten benutzt werden. Die Wüste Gobi wird durchmessen, der Salzsee Kuku-Nor besucht. Es soll eine weite Reise in dem noch wenig bekannten mittleren Kuen-Luen-Gebirge folgen, in dem man den Mittelpunkt des Gebirgsbaues von Asien vermuthet. Hier vereinigen sich mit dem geologisch uralten Kuen-Luen-Gebirge die östlichen Ausläufer des Himalaya, die nord-südlich gerichteten Gebirgsketten Hinterindiens, einige in Südchina verlaufende Gebirgszüge, Bildungen von sehr verschiedenem Alter; von hier nehmen auch die gewaltigen Ströme Hoang-Ho und Yangtse-Kiang ihren Lauf nach Osten. In diesen Gebieten sollen hauptsächlich neue Forschungen über Gestalt und Bau des Gebirges vorgenommen werden. Indessen, auch meteorologische Beobachtungen zur Ermittlung des Einflusses, den die Gebirge und die Wüste auf das Klima und die pflanzengeographischen Verhältnisse Asiens ausüben, liegen im Plane; soweit es angeht, auch anthropologische Messungen und photographische Aufnahmen. Die Heimreise soll über Peking erfolgen. Der Vortragende zeigte die in einen kleinen Handkoffer verpackten Instrumente vor, mit denen die Höhen-

topographischen und meteorologischen Messungen vorgenommen werden. Der reiche Beifall, den die ungewöhnlich zahlreich besuchte Versammlung dem Redner spendete, bewies das grosse Interesse, das sie seinem kühnen Unternehmen entgegenbringt. Der Vorsitzende, Herr Geh. Rath Dr. **Engler**, gab den Wünschen für den glücklichen Verlauf der Reise und die wohlbehaltene Rückkehr der Theilnehmer beredten Ausdruck. In der Diskussion bat Herr Hofrath Dr. **Meidinger**, die Beobachtungen auch auf die Durchsichtigkeit der Luft, bezw. ihre Freiheit von Staub und Russ, auszudehnen, und Herr Geh. Rath Dr. **Engler** frug nach den Firmen, die die wissenschaftlichen Instrumente so handlich und praktisch hergestellt haben; es zeigte sich, dass es lauter deutsche Firmen waren, und dass die deutsche Präzisionsmechanik und Optik von keiner andern Nation mehr übertroffen werden. Herr Dr. **Haber** sprach anerkennend über das vorzügliche sog. Scheeren-Fernrohr von Zeiss in Jena.

Hierauf machte Herr Hofgartendirektor **Gräbner** einige botanische Mittheilungen, vorerst über die schon lange in Deutschland eingeführte japanische Conifere Ginko Biloba (*Salisburia adiantifolia*); die zweigeschlechtige Pflanze wurde früher immer in den einzelnen Exemplaren gesetzt und wurde daher nicht befruchtet; seit längerer Zeit stehen aber mehrere Bäume im Schlossgarten in der Nähe des Linkenheimer Thores bei einander, und nun haben sie Früchte getragen, die vorgezeigt wurden. Dann kam der Redner auf die Schlingpflanze *Actinidia polygama* mit essbaren Früchten zurück, über die er früher gesprochen hatte. Die Pflanze sieht sehr schön aus und eignet sich gut zu Lauben u. s. w., weil sie auch immer wieder am Stamme neue Triebe ansetzt, also geschlossen bleibt. Im siebenten Jahre trägt sie Früchte, die wie Mirabellen aussehen, aber von grüner Farbe sind. Sie schmecken wie Stachelbeeren, nur süsser, überhaupt feiner. Die Blüten verbreiten einen Geruch wie Ananas. Die Pflanze verdient die grösste Verbreitung.

Herr Hofrat **Meidinger** wies noch zum Schluss auf die zeitige, schon über eine Woche andauernde Nebelperiode hin. Der Nebel bedeckt die Rheinebene und Thäler bis etwa 600 m über Meer, darüber ist tiefblauer Himmel. In

der Tiefe ist die Temperatur wenig über Null, über dem Nebel steigt sie bis 12° C. Ein Spaziergang auf die Schwarzwaldhöhen, wie einen solchen Redner am vergangenen Sonntag auf die 1200 m hohe Hornisgrinde machte, ist unter solchen Umständen höchst lohnend, mit weitem Blick auf die Spitzen hoher Berge, unter Umständen bis zu den Alpen, die einige Jahre zuvor Redner einmal zu der gleichen Zeit von der Hornisgrinde erblickte. Diese Tiefnebel scheinen nicht über 600 m hinauf zu gehen; Breitenbronn und Wolfsbrunnen liegen über denselben. Bei völliger Windstille ist hier mitunter viele Wochen lang das schönste Wetter. Ebenso verhalten sich alle über 600 m gelegenen Ortschaften des südlichen Schwarzwaldes.

507. Sitzung am 19. November 1897.

Anwesend: 37 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Assistenzarzt Dr. L. Berberich, Dr. H. Luggin.

Der Vorsitzende theilt mit, dass Herr Prof. Wiedemann in Leipzig, welcher von 1866 bis 1871 Professor der Physik an der technischen Hochschule und Mitglied des Vereins war, am 11. Dezember sein 50jähriges Doktor-Jubiläum feiere; es wird die Absendung eines Begrüssungstelegramms beschlossen.

Für ein Feraris-Denkmal in Italien bewilligt der Verein einen Beitrag von 50 Frs.

Herr Prof. Dr. Schultheiss sprach über die verticale Vertheilung der Lufttemperatur im Schwarzwald. Nach den Ausführungen des Vortragenden ist das Maass der Wärmeabnahme mit der Höhe in Gebirgen bereits seit Humboldt bekannt; sehr eingehende Untersuchungen hat auch Nänn über diesen Gegenstand in den letzten Decennien angestellt. Darnach nimmt die Luftwärme im Jahresmittel um 0,58° für je 100 m ab, wenn man in einem Gebirgsland in die Höhe steigt und zwar ist dieses Abnahmeverhältniss in allen Klimaten das gleiche. Im Schwarzwald finden nun scheinbar erhebliche Ausnahmen von diesem einfachen Gesetze statt, denn es scheint die Höhenlage von 700 m an der Ost-

abdachung wesentlich kälter, als jene von 1000 m zu sein. In Villingen, das auf der Hochfläche der Baar liegt, beträgt das Jahresmittel der Temperatur 5,7°, in Höchenschwand dagegen 5,9°. Diese Anomalie rührt davon her, dass die an ersterem Ort beobachteten Temperaturen lokal stark beeinflusst sind. Erwärmung und Abkühlung der Luft erfolgt fast ausschliesslich durch Vermittlung des Bodens, der sich unter Tag erwärmt und Nachts die Wärme wieder ausstrahlt. In allen Bodeneinsenkungen ist die ausstrahlende Bodenfläche verhältnissmässig gross, auf den Bergen dagegen klein; hier wirkt auch der Umstand der Ausstrahlung entgegen, dass der Wind entgegengesetzt zu seinem Verhalten in tieferen Lagen gerade in den Nachtstunden stärker weht, als am Tage; aus allen diesen Gründen ist in der Höhe in freien Lagen jede klare Nacht relativ warm, in allen Thälern, Mulden und Kessellagen ist sie kalt. Dass die erwähnte Anomalie in der vertikalen Temperaturvertheilung nur auf die starke Ausstrahlung in Villingen, das in einem flachen muldenförmigen Thalkessel liegt, zurückzuführen ist, zeigen deutlich folgende Zahlen:

	Villingen	Höchenschwand
Mittleres Maximum des Jahres	11,4	9,9 C°
Mittleres Minimum des Jahres	0,0	2,6 „

Nur in der Nacht ist es unten kälter als oben, am Tage herrschen wieder normale Verhältnisse.

Es tritt aber auch, und zwar in der kälteren Jahreszeit nicht selten der Fall ein, dass die Höhen im Schwarzwald wärmer sind, als selbst die Rheinebene. Auf die Wirkung der Sonne kann diese oft wochenlang anhaltende Erscheinung nicht zurückgeführt werden, weil der Wärmeüberschuss der Höhen gerade zu einer Zeit am grössten ist, wo die Sonne noch unter dem Horizont steht, nämlich in den Nacht- und frühen Morgenstunden. Die sogenannte Temperaturumkehrung wird vielmehr durch langsam sinkende Luftströme bedingt, welche im Bereiche der barometrischen Maxima, der Gebiete mit gleichmässig vertheiltem hohem Luftdruck auftreten; aus diesen fliesst in der Nähe des Bodens Luft nach allen Seiten hin ab und zum Ersatze senken sich die oberen Luftschichten, welche sich, da sie unter höheren Druck kommen, dynamisch

erwärmen und zugleich, da sie keine oder nur wenig Feuchtigkeit aufnehmen, relativ trocken werden. Die warm gewordene Luft fliesst über die in den Thälern liegende, durch Ausstrahlung erkaltete hinweg; deshalb erfreuen sich nur die frei in der Höhe gelegenen Orte der Temperaturumkehrung, die im Schwarzwald eine so regelmässige Erscheinung ist, dass die Wärmemittel aller Wintermonate in Höchenschwand höher sind, als in Villingen. Im Sommer tritt sie nicht auf, da in dieser Jahreszeit die dynamisch erwärmte Luft bis auf den Boden gelangen kann. Es bewirken also zwei Umstände die in jeder klaren Nacht und die zuweilen im Winter auftretende Temperaturumkehrung die Erscheinung, dass im südlichen Schwarzwald die Höhenlage von 1000 m wärmer erscheint, als jene von 700 m.

Herr Hofrath **Meldinger** machte dann einige Mittheilungen über die elektrischen Bahnen in Budapest, welche er bei einem Besuch im August näher besichtigt hatte. Es kommen daselbst drei Systeme zur Anwendung: zwei oberirdische und ein unterirdisches. Ausserhalb der Stadt findet die meist übliche Zuführung des Stroms durch über den Schienen aufgehängten Leitungsdrähte statt, im Innern der Stadt ist unterhalb der einen Schiene ein gemauerter Kanal angebracht, in dem zu beiden Seiten breite isolirte Metallstreifen laufen für die Elektrizität, die Laufschiene ist doppelt mit einem Schlitz, durch den von der Maschine zwei Kontraktstangen herabführen, welche die beiden Streifen dauernd berühren und so den Strom in den Elektromotor des Wagens führen. Bei dem dritten System ist unmittelbar unter dem Strassenpflaster ein Tunnel von Wagenhöhe angebracht, in welchem die Wagen laufen. Der Strom wird in üblicher Weise durch einen Draht von oben zugeführt; die in einer Hauptstrasse führende Linie ist etwa eine halbe Stunde lang, sie war als Hauptverkehrslinie aus dem Innern zu der vor der Stadt befindlichen grossen Ausstellung des Jahres 1896 gebaut worden.

Herr Dr. **Netz** zeigte zum Schluss eine Formalinlampe zur Entwicklung der Formaldehyd-Dämpfe vor, welche als vorzügliches Desinfektionsmittel seit einigen Jahren hoch geschätzt werden. (Näheres s. bad. Gew.-Zeitg. 1898 S. 43.)

Sitzung am 17. November 1897.

Auf Einladung der deutschen Colonialgesellschaft.

Herr Missionär **Autenrieth** aus Schorndorf hielt im grossen Museumssaal einen Vortrag über: Mein Vordringen ins Innere von Kamerun.

508. Sitzung am 3. Dezember 1897.

Anwesend: 44 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geb. Rath **Engler**. Neu angemeldetes Mitglied: Herr S. **Klein**, Kaufmann.

Herr Professor Dr. **Nüsslin** hielt einen Vortrag über die „Generations- und Fortpflanzungsverhältnisse der Pissodesarten.“

Anknüpfend an die Fortpflanzungsbiologie der Borkenkäfer, welche infolge ihrer relativ langen Lege- und Schwärmzeit und die Wiederholung ihrer Generationen unter günstigen Verhältnissen fast die ganze Saison hindurch, von Frühjahr bis Herbst, fortpflanzungsbereit sind und hierdurch für den Wald eine stets drohende Gefahr bedeuten, zeigte Redner, dass sich ein ähnliches Verhalten auch für die Pissodesarten aus deren von den Borkenkäfern ganz verschiedenen Fortpflanzungsweise nachweisen lässt. Redner begründete zunächst die mitgetheilten That-sachen ihrer Fortpflanzungsbiologie durch Beobachtungsdata, die während mehrerer Jahre im Walde, sowohl in der Ebene als im Gebirge, gesammelt wurden, sodann durch die Ergebnisse vielfach wiederholter Zuchtexperimente und endlich durch die Resultate anatomischer Untersuchung der Genitalorgane. Durch microscopische Präparate, vorgeführte Bruthölzer und Wandtafeln wurde das Gesagte erläutert. Redner gab sodann das Resultat seiner Forschungen, deren ausführliche Veröffentlichung im Dezemberheft der forstlich-naturwissenschaftlichen Zeitschrift VI. Jahrgang soeben erfolgt ist, in nachfolgenden Schlussätzen wieder:

Die Pissodesarten sind überaus langlebig, sie leben als überwinterte Mutterkäfer bis zum Ende der Saison, vielleicht noch in die nächste hinein, sie sind ungeschwächt fortpflanzungsfähig von Anfang bis zu Ende der Saison, selbst im Falle nur einmalig im Frühjahr vollzogener

Begattung. Sie erzeugen infolgedessen successiv neue Bruten, die vom Hochsommer an bis in die Spätsaison, bezw. nach Ueberwinterung zu Jungkäfern werden. Die Entwicklung der Bruten geht so rasch, dass zwei, ja dreimal im Jahre (von April bis zu April) der Lebenscyclus von Ei bis Imago zeitlich aufeinanderfolgen kann. Aber trotzdem spielt sich normal für die Hauptmenge der Individuen nur eine einfache Generation ab (falls man unter Generation den Lebenscyclus von Ei bis Ei desselben Individuums versteht), weil der ausgeschlüpfte Jungkäfer geschlechtlich noch unreif ist und lange Zeit zur Reife braucht, so dass er nur bei frühem Erscheinen, bezw. sehr begünstigter Saison im Jahre des Ausschlüpfens noch fortpflanzungsfähig wird, meist aber erst im folgenden Jahre. Doppelte Generation wird daher nur ausnahmsweise entstehen, sei es vereinzelt in der gewöhnlichen Saison (alljährlich), sei es für die Hauptmenge der Individuen in ausnahmsweise begünstigten Jahren. Als Folge dieser normalen Fortpflanzungsbiologie ergibt sich einerseits ein buntes Durch- und Nebeneinander der verschiedenen Stadien, Larve, Puppe und Käfer, wodurch fast in jedem Monat gleichzeitig alle Stadien nebeneinander und jedes Stadium fast in jedem Monat auftreten können. Andererseits bedeutet die normale Fortpflanzungsbiologie der *Pissodes* eine stets dem Walde drohende Gefahr, welche zur Kalamität werden kann, wenn durch günstige Saisonverhältnisse und ungünstige Factoren im Walde die in potentia vorhandene Massenvermehrung zur Entfaltung gelangt. Normal sind dagegen die *Pissodes* secundär. Alle Gegenmittel haben auf die stetige Fortpflanzungsbereitschaft Rücksicht zu nehmen.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren: Professor Müller, Major Kressmann, Staatsrath v. Trautschold, Ammon.

509. Sitzung am 7. Dezember 1897.

Anwesend: 32 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Geh. Rath Vierordt, Assistent Dr. Escherich.

Herr Dr. **Hausrath** hielt einen Vortrag über das Vordringen der Kiefer und den Rückgang der Fichte in

den Waldungen der Rheinebene; derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt. An den Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion, an der sich die Herren Oberforstrath **Schuberg**, Oberbaudirektor **Honsell**, Geh. Rath **Engler**, Direktor **Treutlein**, Hofgartendirektor **Gräbener**, **Ammon**, Professor **Platz**, Professor **Nüsslin** beteiligten.

510. Sitzung am 14. Januar 1898.

Anwesend: 42 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Dr. **Lehmann**.

Herr Hofrath **Brauer** sprach „über das Zittern der Schraubendampfer und Mittel zu dessen Verhütung“. Es ist bekannt, dass die Bewegung der Dampfmaschine eine Rückwirkung auf den Schiffskörper ausübt, welche drehende und stossende Erschütterungen hervorruft. Diese werden für die Reisenden um so unangenehmer, je mehr sie mit der Dauer der eigenen Schwingungen des Schiffes, das ja keinen starren Körper bildet, übereinstimmen. Darum nehmen die Erschütterungen mit der Geschwindigkeit der Fahrt bis zu einem gewissen Grade zu, an dem sie in ein rhythmisches Zittern übergehen, bei weiterer Zunahme der Geschwindigkeit nimmt jedoch das Zittern wieder ab. Die Technik hat Mittel ersonnen, die das Zittern beseitigen sollen. Dies geschieht namentlich dadurch, dass man die hin- und herschwingenden Massen der Dampfmaschinen durch eine besondere Anordnung ins Gleichgewicht bringt. Bei Maschinen mit einem Dampfzylinder ist dies nicht möglich, auch bei solchen mit zwei Cylindern gelingt es nicht, selbst bei drei und vier Cylindern, deren Kurbeln in rechten Winkeln zu einander stehen, erfolgt keine völlige Ausgleichung. Eine wirkliche Lösung der Aufgabe geschieht, wie der Vortragende darthat, bei richtiger Wahl der Abmessungen und der Winkel, wobei nicht bloss die Resultanten der Einzelkräfte, sondern auch die Drehungsmomente sich gegenseitig aufheben. Ueber diese Anordnung ist ein Patent dem deutschen Ingenieur **Schlick** ertheilt worden, dessen Bestand mit Bezug auf eine frühere Veröffentlichung des Engländers **Taylor** angegriffen worden ist (inzwischen zu Gunsten **Schlick's** vom Reichsgericht entschieden).

An den Vortrag knüpfte Herr Professor Dr. **Schröder** einige Bemerkungen.

Herr Oberbaudirektor **Honsell** machte einige Mittheilungen über die Bugwelle bei Schraubendampfern, die ganz besonders gross und kraftverzehrend auszufallen scheine bei kleineren Personendampfern, die vorne hoch stehen, damit die Schraube genügend eintaucht. Hierüber äusserten sich die Herren Hofrath Dr. **Lehmann**, Generalleutnant **Küster**, Hofrat **Brauer**, Dr. **Wilser** und Dr. **Tross**.

Herr Hofrath **Lehmann** hielt alsdann einen Vortrag über die „Krystallisationskraft“.

Eine allbekannte Erscheinung, welche der Wirkung der sog. „Krystallisationskraft“ zugeschrieben wird, ist das „Ausblühen“ (Effloresciren) von Salpeterkrystallen an feuchten Mauern in Ställen u. dergl., wobei nicht nur die Kryställchen von dem salzgetränkten Mauerwerk, auf welchem sie sich bilden, weggedrückt werden, so dass sie als locker aufgehäufte weisse Wolle erscheinen, sondern, falls sie an dieser Verschiebung gehindert werden, mit solcher Kraft auf das Mauerwerk drücken, dass dieses zersprengt werden kann. Unglasirte Thongefässe, welche mit einer Salzlösung durchtränkt und sodann zum Trocknen hingestellt wurden, werden in der Regel durch die sich bildenden Krystalle in kleine Trümmer zersplittert. Im Walde kann man im Winter häufig die Beobachtung machen, dass Erdschollen durch Eiskrystalle, welche sich darunter bilden, emporgehoben und zerbrochen werden, und in hoch im Norden gelegenen Ländern hat man sogar die Hebung von Erdmassen durch darunter gebildete Eiskrystalle um mehr als ein Meter Höhe beobachtet. Mit der bekannten Ausdehnung des Wassers beim Gefrieren steht diese Erscheinung in keinem Zusammenhang, denn in diesen Fällen steht der Volumzunahme kein Hinderniss entgegen und die Wirkung zeigt sich in gleicher Weise bei Krystallbildungen, die nicht mit einer Zunahme, sondern mit einer Abnahme des Volumens verbunden sind.

Obschon nun diese Kraft, die sog. Krystallisationskraft unter Umständen sehr mächtige Wirkungen ausüben kann,

ist über ihre Natur bisher nur wenig bekannt. Sie scheint überhaupt nicht direkt mit dem Wachstum der Krystalle zusammenzuhängen, insofern, wie nähere Untersuchungen zeigen, das Wesentliche des Vorgangs darin besteht, dass ein fester Körper, welcher unter Zwischenfügung einer Flüssigkeit auf einen andern festen Körper aufgelegt wird, diesen letzteren, auch wenn er mit starkem Druck dagegen angepresst wird und wenn beide Grenzflächen möglichst eben hergestellt sind, niemals wirklich berühren kann, obschon doch scheinbar kein Grund vorliegt, wesshalb nicht die Flüssigkeit zwischen beiden Körpern herausgequetscht werden sollte. Man beobachtet vielmehr, dass, wenn aus irgend einem Grunde die Dicke der Flüssigkeitsschicht sich vermindert (etwa indem dieselbe an den einen von beiden Körpern in fester Form ankrystallisiert), sofort neue Flüssigkeit nachgesogen wird, so dass die Dicke der flüssigen Schicht stets dieselbe bleibt, auch dann, wenn der Druck, mit welchem die beiden Körper gegen einander gepresst werden, das Eindringen von Flüssigkeit unmöglich machen sollte.

Scheinbar ist die einsaugende Kraft den sog. Kapillarkräften verwandt, indess vermögen die in der Physik als solche bezeichneten Kräfte eine derartige Wirkung nicht auszuüben.

Man kann die Kraft auch verwenden um kontinuierlich Arbeit zu leisten, wenn auch die Konstruktion praktisch brauchbarer Motoren nach diesem Prinzip vorerst nicht zu erwarten ist. Würde man beispielsweise eine U-förmige Röhre mit heiss gesättigter Salzlösung füllen, den einen Schenkel mit Blase zubinden und einen halbringförmig gestalteten Salzkörper so auflegen, dass er mit dem einen Ende auf der Blase aufsteht, mit dem andern in den offenen Schenkel eintaucht und alsdann die Lösung in dem geschlossenen Schenkel durch beständige Kühlung in übersättigtem Zustande erhalten, so würde eine kontinuierliche Verschiebung des Salzkörpers vom kalten zum heissen Ende eintreten, welche man dazu benutzen könnte, ein Rad in Umdrehung zu setzen. Die Bewegung des Rades wird so lange dauern, als die Temperaturdifferenz der beiden Schenkel

des U-förmigen Rohres andauert; man hat also einen thermodynamischen Motor, auf welchen die bekannten Sätze solcher Motoren anwendbar sein müssen. Die Quelle der erzeugten Bewegungsenergie ist offenbar die Wärme und die Grösse der geleisteten Arbeit muss dem vorhandenen Temperaturgefälle entsprechen. Die nähere Betrachtung und Berechnung solcher Mechanismen wird augenscheinlich über die Natur und Grösse der fraglichen Kraft Aufschluss geben können.

Auch bei Abwesenheit einer Flüssigkeit kann sich die Krystallisationskraft geltend machen. Es möge ein regulärer Jodsilberkrystall in die Fuge eines aufgeschlitzten Ringes aus Silberdraht eingeklemmt sein. Man schiebe in diesen Ring einen Magnetstab, so dass derselbe einen elektrischen Strom inducirt. Infolge der elektrolytischen Wirkung dieses Stromes auf den Jodsilberkrystall muss dann das eine Ende des Silberkrystalls wachsen, während das andere abnimmt. Dieses Wachsthum kann aber nicht in die feste Krystallmasse hinein erfolgen, es wird vielmehr der Draht (ganz wie ein efflorescirender Krystall) von der Jodsilbermasse weggedrückt, so dass der Ring sich dreht und ein Rad in Umdrehung versetzen kann. Beim Herausziehen des Magnetstabes wird die entgegengesetzte Drehung eintreten und, erfolgt das Verschieben des Magnetstabes etwa mittelst eines Kurbelmechanismus in gleichmässigem Takte, so wird man durch den oscillirenden Silberring einen ähnlichen Kurbelmechanismus in Bewegung setzen, also continuirliche Drehung erzeugen können. (Unter Benutzung des Principis der sog. Unipolarinduktion würde sich auch direkt kontinuierliche Drehung hervorbringen lassen.)

Augenscheinlich muss bei einer derartigen „elektrolytischen“ Kraftübertragung die gewonnene Arbeit, abgesehen von den Verlusten durch Erwärmung der Leitungen etc. der aufgewendeten Arbeit entsprechen. Durch Anwendung der bekannten Gesetze über die elektrische Arbeit ist somit abermals ein Mittel gegeben, die Natur der auffälligen Kraftwirkung näher zu erforschen. Erweist sich die Maschine aber umkehrbar d. h. zur Uebertragung der Kraft in umgekehrter Richtung fähig, was bis jetzt noch nicht feststeht, so würde damit bewiesen sein, dass man

auch durch Druck (zwischen Jodsilber und Silber) einen continuirlichen elektrischen Strom erzeugen kann.

Dieser Vortrag rief eine lebhafte Erörterung hervor, an der sich die Herren Prof. Dr. **Schleiermacher**, Prof. Dr. **Platz**, Prof. Dr. **Schröder**, Hofrath **Brauer**, Hofrath Dr. **Bunte**, Hofrath Dr. **Meldinger** und Oberbaudirektor **Honsell** betheiligten.

5II. Sitzung am 28. Januar 1898.

Anwesend: 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**. Neugemeldetes Mitglied: Herr Forstpraktikant **Holtz**.

Herr Professor Dr. **Udo Müller** hielt einen Vortrag über die Bedeutung der Waldstreu. Nach kurzer Uebersicht über die historische Entwicklung und den heutigen Stand dieser Nutzungsart wurde zunächst der Einfluss derselben auf die physikalischen Zustände des Waldbodens erörtert und gefunden, dass bezüglich der Bodentemperatur der Streudecke eine regulirende, die Extreme mässigende Wirkung zukomme. Hierdurch, sowie durch andere direkte Einflüsse der Bodenbedeckung wird aber weiter die Wasserversorgung der Pflanzen gesichert und erhöht, ein Gewinn, der sich einerseits durch geringere, nutzlos in die Tiefe abfliessende Sickerwassermengen im streubedeckten Walde, andererseits direkt an dem gesteigerten Wachstum der Bäume nachweisen lässt. Schliesslich wurde noch in der Verhärtung der Bodenoberfläche und in dem Festwerden des Bodens im Innern ein ungünstiger Einfluss der Streunahme konstatirt. Diese letztere Erscheinung steht aber, wie der Herr Redner, übergehend auf die chemischen Wirkungen der Bodendecke, des näheren ausführte, im Zusammenhang mit den grossen Verlusten des Bodens an Pflanzennährstoffen. Hier zeigte es sich, dass der an und für sich schon nicht geringe Verlust durch die Ausfuhr in dem Streumateriale ganz bedeutend noch verstärkt wird durch die sog. Auswaschung des Bodens, welche das Regenwasser beim Fehlen einer todtten Bodendecke hervorruft. Allerdings macht sich diese üble Wirkung auf sehr fruchtbarem Lehm Boden wegen des natürlichen Reichthums des-

selben an mineralischen Salzen weniger bemerkbar, als auf dürrtigem Sande. Gestreift wurde dann noch die wissenschaftlich interessante Frage, ob nicht die Erfahrung der Praxis, dass die Anwesenheit von sog. Humusstoffen im Nährboden das Pflanzenwachsthum ganz erheblich steigert, auf eine direkte Aufnahme derselben durch die Bäume zurückgeführt werden könne, eine Ansicht, die zwar nicht bewiesen ist, aber durch die neuerdings entdeckte Thatsache eines symbiotischen Verhältnisses zwischen den Wurzeln vieler Pflanzen mit einem Wurzelpilze eine gewisse Stärkung erfahren hat. In einem weiteren Theile des Vortrags wurden dann noch an der Hand einzelner Erhebungen die beträchtliche Verminderung der Holzproduktion, hervorgerufen lediglich durch den Streuentzug, nachgewiesen und zum Schlusse noch der geringe Werth der Streu als Düngemittel und die Zweckmässigkeit ihrer Ersetzung durch Surrogate, z. B. Torfstreu beleuchtet. — Der Vortrag gab Anregung zu einer lebhaften Debatte, an der sich die Herren Oberforstrath **Schuberg**, Oberbaudirektor **Honsell**, Forstrath **Siefert**, Geheimrath **Vierordt**, Professoren **Nüsslin** und **Schultheiss**, Hofrath **Meidinger**, der **Vortragende** und Herr Geh. Rath Dr. **Engler** betheiligten und in welcher auch die mit der Streubedeckung des Bodens zum Theil im Zusammenhang stehende allgemeine Schutzwaldfunktion des Waldes eingehende Beachtung fand.

Sitzung am 2. Februar 1898.

Gemeinsam mit der Deutschen Kolonialgesellschaft im grossen Museumssaal.

Herr Dr. **Hermann Meyer** aus Leipzig hielt einen Vortrag über eine Reise nach Brasilien. Die im Jahre 1895 ausgerüstete Expedition nach Centralbrasilien hatte den Zweck, die geographischen Verhältnisse im Quellgebiet des Schingu zu klären und vor allem ethnologische Untersuchungen bei den zahlreichen dort ansässigen, zum Theil noch ganz unberührten Indianerstämmen vorzunehmen. Die Steinen'schen Expeditionen 1884 und 1887 hatten schon in dieses Gebiet einen Vorstoss gemacht, es galt, ihre

Untersuchungen fortzusetzen und zu erweitern. Als Arzt und Anthropologe begleitete den Redner Dr. Karl Ranke aus München und der Photograph Heinrich Dahlen aus Düsseldorf. Letzterer starb jedoch in Rio kurz nach der Ankunft am gelben Fieber. Aus dem Staat Rio grande do Sul nahm Redner vier deutsche Kolonistensöhne mit, die den Grundstock der Expedition bildeten. Von Buenos Ayres ging es den Paraguay aufwärts mit dem Dampfer bis Cuyaba im brasilianischen Staate Matogrosso. Dort wurde unter grossen Schwierigkeiten die Expedition gebildet und am 21. Mai 1896 brach dieselbe zu 13 Mann mit 36 Maulthieren nach Norden auf. Es wurde Chapada, ein Hochplateau, überschritten, am Paranatinga in der Ansiedelung zahmer Bakairi-Indianer fünf weitere Begleiter genommen und nach beinahe siebenwöchentlichem Marsch der kleine Fluss Jatoba erreicht, der zum Quellgebiet des Schingu zu gehören schien. Es wurden Canoes gebaut, die Maulthierkarawane mit drei Leuten zurückgelassen und die Flussfahrt angetreten. Nach sehr beschwerlichen Fahrten unter Ueberwindung einer grossen Zahl von Wasserfällen und Stromschnellen, in denen häufig Schiffbruch stattfand und viele Lasten verloren gingen, wurde der Romero erreicht, ein grosser Strom, der Hauptquellfluss des Schingu. Diesen weiter hinabfahrend, wurde ein links einmündender grosser Fluss entdeckt, der Rio Steinen getauft wurde. Am Zusammenfluss des Ronuro mit dem Kuluene wurden die ersten wilden Indianer, Kamayura, getroffen. Diese, sowie die benachbarten Trumai und Anetö wurden besucht und genau aufgenommen. In den Winkel zwischen Kuluene und Kulisehu wurde eine dreiwöchentliche Landexpedition unternommen und dabei die Dörfer der Etagl Guikuru, Awinikuru, Calapalu und Arikuanako besucht, sämmtlich bisher noch völlig unberührte Stämme, die nicht einmal die Kenntniss des Eisens besassen. Auch von den Oti, Yamari, Ruma, Auwauwiti und Mehinaku wurden genaue Aufnahmen vorgenommen. Ende September wurde der Rückweg auf dem Kalisehu angetreten, Auf diesem ereignete sich der Unfall, dass Dr. Ranke durch Platzen seines Gewehres das linke Auge einbüsste. Unter grossen Mühen gelang der Transport des Kranken und die Weiterfahrt.

Die drei Dörfer der Bakairi wurden noch besucht und oberhalb derselben die Canoes verlassen, die Maulthierkarawane durch einige Leute vom Jatoba herbeigeholt und alsdann der Rückmarsch nach Cuyaba angetreten, das Anfang December erreicht wurde. Ende Januar trafen die Reisenden wieder in Deutschland ein. Neben meteorologischen und geographischen Untersuchungen und Entdeckungen sind eingehende ethnologische und anthropologische Aufnahmen gemacht worden, eine grosse Zahl von Photographien wurde hergestellt und eine sehr umfangreiche ethnographische Sammlung mitgebracht. Im August dieses Jahres will Redner mit einer neuen Expedition nach dem Schingugebiet aufbrechen und versuchen, den neuentdeckten Rio Steinen zu exploriren, um alsdann nördlich einen rechten Nebenfluss des Schingu, den Paranayuba hinaufzufahren, an dem eine grosse Zahl ganz unbekannter Stämme sitzen sollen. Die wissenschaftlichen Ergebnisse beider Reisen werden dann in einem grösseren Werk zusammengefasst werden.

512. Sitzung am 11. Februar 1898.

Anwesend: 78 Mitglieder und 4 Gäste. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Dr. med. H. Clauss, Thierarzt S. Carl, Lehramtspraktikant Ischler, Reallehrer Künkel.

In einem zweiten Vortrage über seine Orientreise berichtete Herr Geh. Rath Engler über die an den Ufern des Rothen Meeres angestellten Studien, welche den Zweck hatten, das an den dortigen Korallenriffen vorkommende natürliche Petroleum aufzusammeln und näher zu untersuchen. Insbesondere sollte dadurch festgestellt werden, inwieweit das Korallenpetroleum stickstoffhaltig sei oder nicht. Diese Frage steht insofern in näherer Beziehung zu der Frage über die Bildungsweise des Petroleums in der Natur, als ein notorischer Gehalt an stickstoffhaltigen Basen eine Hindeutung dafür bilden würde, dass dabei thierische Substanzen das Ausgangsmaterial gebildet haben.

An zwei Stellen, bei Gebel-Zeit und auf der Halbinsel Gernah, welche beide Punkte sich an der ägyptischen Küste unweit der Ausmündung des Golfes von Suez in das Rothe Meer befinden, konnte Petroleum aufgesammelt werden.

Dadurch, dass die ägyptische Regierung ihren Küstendampfer zur Verfügung stellte, mit dem der Vortragende in Begleitung seines jungen Freundes und ehemaligen Schülers Dr. Mac Garvey, rasch bis in die Gegend der gesuchten Riffe gelangen konnte, wurde die Expedition wesentlich erleichtert. Als der Dampfer, welchem die Ueberwachung der Küste gegen Schmuggler und Räuber oblag, weiter fuhr, wurde ein schon vorher an Ort und Stelle dirigirtes Segelboot, welches mit 5 Sudanesen bemannt war, von da ab zur Weiterfahrt benützt. Mehrere Tage wurde in dieser Weise von Ort zu Ort gefahren, die Nacht im Boot oder unter einem mitgebrachten Zelt auf den Korallenriffen zugebracht. Wiederholt sass das Boot in dem seichten Wasser auf Korallenbänken fest, konnte aber durch die direkt auf die unter dem Wasserspiegel befindlichen Riffe springenden und von da aus arbeitenden sudanesischen Schiffsleute jedes mal wieder verhältnissmässig leicht abgebracht werden. Ein Versuch, zum Schluss in dem Segelboot direkt nach Thor auf der Sinaihalbinsel überzusetzen, misslang eines heftigen Sturmes wegen, doch wurden die beiden Reisenden von einem anderen ägyptischen Regierungsdampfer, der die Leuchthürme zu besorgen hatte, aufgenommen und nach Thor gebracht.

Von hier aus wurde noch ein Abstecher auf den Sinai gemacht, eine Tour, die gewöhnlich 6 Tage in Anspruch nehmend, der Kürze der Zeit wegen in 5 Tagen abgemacht werden musste. Mit kleiner Karawane von 5 Kameelen wandten sich die beiden Reisenden, geführt von einem Beduinen-Scheich zunächst durch die ca. 6 $\frac{1}{2}$ Stunden breite Wüste Akka, vor sich stets das prachtvolle Panorama der zackigen Sinai-kette. Nach langem Ritt erreichten sie das Thal Hebrun mit herrlicher, in einem schattigen Palmenhain gelegenen Wasserquelle. Inmitten dieses Thales wurde das Zelt aufgeschlagen und genächtigt. Früh morgens wurde weitergeritten, abwechselnd durch felsige Schluchten und breite Hochthäler in glühendem Sonnenschein und vorbei an Zelt-Niederlassungen nomadisirender Beduinen, bis endlich gegen Abend das ca. 5000 Fuss hoch gelegene Sinai-Kloster erreicht wurde. Dasselbe hat eine hochromantische Lage und

bildet ein von gewaltigen alten Mauern umgebenes grosses Quadrat, welches mit wunderbaren Bauten verschiedenster Zeiten angefüllt ist und zu dem früher der grösseren Sicherheit halber ein Zugang nur mittelst eines Aufzuges möglich war. Jetzt ist eine wohlverbarikadirierte Eingangsthür vorhanden. Mehrere Quellen münden innerhalb des Klosters während die Gegend im Uebrigen völlig wasserarm ist. Unmittelbar daneben erhebt sich der Felsenkoloss des Sinai-berges, dessen Spitze in 2 Stunden von hier bequem zu erreichen ist.

Das Kloster steht unter einem Erzbischof, ein sehr gebildeter und ehrwürdig aussehender Mann. Die Mönche sind dagegen sehr verschieden, theils gebildete Männer, theils aber auch nicht. Das Kloster gehört dem griechisch-orthodoxen Ritus an, der im Orient grosse Fortschritte macht, grössere als der römische Katholizismus, obwohl die Vertreter des letzteren weit gebildeter und tüchtiger sind; aber die Griechen verstehen besser, mit den Leuten umzugehen. Die Sinaiten haben im ganzen Orient viele Filialklöster. Einen Beweis ihrer Klugheit und Toleranz geben sie dadurch, dass sie im Klosterhofe eine Moschee unterhalten, sodass das Kloster auch den Mohammedanern werth ist und desshalb auch seit seiner Erbauung im 5. Jahrhundert nie zerstört wurde. Die Gebäulichkeiten, in denen der Prior die Reisenden herumführte, sind hochinteressant; auch der mit vielen Schlössern verriegelten, weil unersätzbliche Schätze bergenden Bibliothek wurde gedacht.

Für die Bewirthung im Kloster wurde ein entsprechendes Geschenk gemacht und am anderen Morgen die Rückreise angetreten. Schon Abends 5 Uhr des zweiten Tages wurde Thor erreicht und damit der Anschluss an den dort ihrer wartenden Dampfer. Die Sinai-Mönche hatten der Karawane allerlei Dinge, auch die Post, mitgegeben, die in dem Filialkloster in Thor abgeliefert wurden, wofür eine kleine Bewirthung in diesem Kloster erfolgte.

Den Schluss der Erlebnisse bildete eine Reise über Jaffa nach Jerusalem und über Bethlehem an das Todte Meer. Das letztere ist bekanntlich ein Salzsee, der Ueberrest eines ursprünglich viel grösseren Meeres, und geht be-

ständig zurück. Es lagert nicht bloss Salz, sondern auch Asphalt ab, und gerade diesen Asphalt wollte der Vortragende noch untersuchen, weil er vermuthete, dass er ebenfalls, ähnlich wie das Petroleum, von den Resten der Thiere herrühre, die einstens den viel grösseren Binnen-see belebten. Entsprechendes Material konnte zur Genüge gesammelt werden.

Die mitgebrachten Funde von Petroleum und Asphalt sind unterdessen im Laboratorium näher untersucht worden und ergeben bemerkenswerthe Anhaltspunkte für die Richtigkeit der Hypothese des Vortragenden über die Bildung des Petroleums aus thierischen Resten. Insbesondere konnten in dem Korallen-Petroleum von Gebel-Zeit und von Gernah relativ erhebliche Mengen stickstoffhaltiger Basen nachgewiesen werden.

Im Anschluss daran entwickelte der Vortragende noch seine Hypothese über die Erdölbildung und bewies aufs Neue, dass diese Bildung auf marine Thiere zurückgeführt werden müsse. Darüber wird indessen ausführlicher an anderer Stelle berichtet werden.

Infolge einer Anfrage des Herrn Hofrath Meidinger sprach sich derselbe auch noch näher über die Klarheit der Luft am Rothen Meer und in Aegypten aus.

513. Sitzung am 4. März 1898.

Anwesend: 49 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. med. Fr. Stark.

Herr Professor Rupp hielt einen Vortrag über „Butter und Margarine“. Der Vortrag ist in der von Hofrath Meidinger redigirten „Badischen Gewerbezeitung“ 1898 No. 15 u. 16 abgedruckt. Der Vortragende legte vorerst den Begriff von Margarine dar, als einer der Butter und dem Butterschmalz in Zusammensetzung und äusserem Aussehen ähnlichen Zubereitung, deren Fettgehalt nicht ausschliesslich der Milch entstammt, sondern hauptsächlich dem Ochsentalg. Er behandelte alsdann näher die Darstellung des Präparats, das zuerst in Poissy schon vor dem deutsch-französischen Krieg gefertigt wurde. Darauf sprach er über die Unter-

suchungsmethoden zum Nachweis des Präparats, über seinen Einfluss auf die Landwirthschaft, über die Reichsgesetze vom 12. Juli 1887 und vom 15. Juni 1897, über die Vorschläge, das Margarin durch eine Färbung von der Butter zu unterscheiden, über die Kenntlichmachung durch die äussere Form im Verkauf. — An den Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren Hofrath **Moidinger**, Hofrath **Lehmann**, Geh. Rath **Engler**, Major **Kressmann**, General **Käster** und Dr. **Clauss** beteiligten.

Sitzung am 7. März 1898.

Auf Einladung der Deutschen Kolonialgesellschaft.

Herr **Kurt Freiherr v. Grünau** aus Karlsruhe hielt im grossen Museumssaal einen Vortrag über Korea.

514. Sitzung am 18. März 1898.

Anwesend: 35 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Geh. Rath **Engler** berichtete über Untersuchungen, die er in letzter Zeit über die sogenannten Autoxydationen ausgeführt hat. Die Erscheinung, dass gewisse Stoffe sich an der Luft bei gewöhnlicher Temperatur von selbst oxydiren, wird von manchen Chemikern in der Weise erklärt, dass stets ein kleiner Theil der in der Luft enthaltenen und aus je zwei Atomen bestehenden Sauerstoffmoleküle sich in Einzelatome zerlegen und dass dann erst diese oxydierend einwirken. Van 't Hoff insbesondere nimmt an, dass sich bei Autoxydationen die Sauerstoffmoleküle in positiv und negativ elektrisch geladene Atome zerlegen, und dass es Stoffe gibt, wie z. B. das Triäthylphosphin, welche sich vorzugsweise mit Atomen einer Art, z. B. mit negativ geladenen Sauerstoffatomen verbinden, dadurch gewissermassen positiv geladene Atome freimachen und anhäufen, so dass dadurch Körper, die unter gewöhnlichen Verhältnissen an der Luft keinen Sauerstoff aufnehmen, so der Indigo, sich rasch oxydiren, wenn daneben eine Oxydation der ersteren Art (Triäthylphosphin) verläuft. Die Oxydation des einen Körpers

hat also die Oxydation eines zweiten zur Folge, der für sich allein nicht oxydirt würde. Der Sauerstoff wird dadurch, wie man sagt, activirt, auch ozonisirt. Vortragender gibt diesen Thatsachen auf Grund seiner Versuche eine wesentlich andere Deutung. Nach ihm werden dabei die Sauerstoffmoleküle, deren Atome nach allgemeiner Annahme sich gegenseitig in doppelter Bindung befinden, nur halb gelöst, treten in diesem halboffenen Zustand mit dem ersten Körper z. B. Triäthylphosphin zu einem Superoxyd zusammen, welches dann gemäss der eigenartigen Natur aller dieser Superoxyde, das eine der beiden aufgenommenen Sauerstoffatome an den zweiten Körper (Indigo) abgibt, also diesen oxydirt. Er neigt zu der Annahme, dass alle Oxydationen an der Luft in dieser Weise verlaufen, dass also auch bei gewöhnlichen Oxydations- und Verbrennungsprozessen sich zuerst stets ein ganzes Molekül Sauerstoff anlagert und dass davon erst in einem zweiten Stadium die Hälfte, also ein Atom an einen andern Theil desselben Körpers abgegeben wird. So verläuft auch der Verbrennungsprozess der Kohle in der Weise, dass sich unter Bindung eines Moleküls Sauerstoff (zwei Atome) zuerst Kohlensäure bildet und erst diese kann dann an noch nicht verbrannte Kohle die Hälfte ihres Sauerstoffs (ein Atom) abgeben und Kohlenoxyd bilden. Letzteres kann sich deshalb niemals direkt, sondern immer nur indirekt bilden. In gleicher Weise wurden dann die stark autoxydirenden Wirkungen des Terpentinöls und anderer ätherischer Oele, auch die des rothen Blutfarbstoffs, des Hämoglobins, der Aldehyde u. s. w. erklärt. Was man bisher als Bildung und Wirkung von Ozon, wie z. B. die bleichende und desinfizirende Wirkung des Terpentinöls, auch der Produkte der sogenannten Ozonerzeuger, ansah, muss in den meisten Fällen auf die Bildung von Superoxyden und deren ausnehmend stark oxydirende Wirkung zurückgeführt werden. Es gelang neuerdings im hiesigen chemischen Laboratorium in der That auch, einen solchen Körper aus dem oxydirten Terpentinöl auszuscheiden und seine ausserordentlich starke oxydirende Wirkung zu zeigen. Auch die erfrischend und kräftigend wirkende Luft der Tannenwälder dürfte nach Ansicht des Vortragenden mehr auf die Anwesen-

heit solcher Superoxyde, die in Berührung von Harzen und ätherischen Oelen mit dem Sauerstoff der Luft entstehen, zurückzuführen sein, als auf einen Ozongehalt. Die Wirkung der beiderseitigen Stoffe, Superoxyde und Ozon, ist ungefähr die gleiche, d. h. eine eminent oxydirende, was auch für die Anwendung gewisser Desinfizientien nicht ohne Bedeutung ist. — An der an diesen Vortrag sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich die Herren Ingenieur **Dollie**, Hofrath **Meidinger** und Hofrath **Lehmann**. Letzterer bewies insbesondere auch auf Grund einer Berechnung der in den getrennten Sauerstoffatomen anzunehmenden Ueberladung mit elektrischer Energie, dass die von van t' Hoff den Autoxydationen gegebene Deutung aus rein physikalischen Gründen kaum haltbar ist. Hofrath **Meidinger** wies darauf hin, dass die Reduktion der bei der Verbrennung der Kohle sich zuerst bildenden Kohlensäure zu Kohlenoxyd durch Aufnahme von Kohlenstoff einen Aufwand an Wärme erfordere, deshalb nur bei hoher Gluth erfolgen könne, weshalb es sich nicht empfehle, eiserne Fülllöfen mit Ton auszufüttern, da hier die Abkühlung geringer sei und Kohlenoxyd sich reichlich entwickle, das dann unverbrannt entweicht, womit ein grosser Wärmeverlust verbunden ist.

Hofrath **Meidinger** machte dann noch Mittheilungen über die Entwicklung des Beleuchtungswesens seit der Erfindung des Gaslichtes vor hundert Jahren und besprach näher die neueren Versuche, auch mittelst Petroleum und Weingeist eine intensive, dem Auer'schen Gasglühlicht nahe stehendes Licht eines glühenden Strumpfes zu erzeugen. Eine von der „Deutschen Petroleum-Glühlicht-Actien-Gesellschaft“ in Berlin hergestellte Lampe wurde im Betrieb vorgeführt.

515. Sitzung am 29. April 1898.

Anwesend: 42 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Herr Dr. **Wilser**, Heidelberg, besprach die „Theorien von Ranke und Sergi über den Ursprung des europäischen Menschen“. Da die europäische unter allen Menschenrassen am höchsten steht, ist die Erforschung ihrer Entstehung und Verbreitung für uns am wichtigsten und

verdient die besondere Aufmerksamkeit der Anthropologen. Die schriftlichen Urkunden, die uns über die Vergangenheit belehren, reichen nicht weit zurück, sind lückenhaft und, da von Menschen verfasst, nicht frei von Irrthümern. Nachdem man fast das ganze Jahrhundert hindurch geglaubt hatte, die vergleichende Sprachforschung könne diesen Uebekständen abhelfen und als sichere Richtschnur dienen, hat sich in neuerer Zeit das Trügerische dieser Hoffnung herausgestellt: statt Aufklärung zu bringen, hat die Forschungsweise und Beweisführung der Sprachgelehrten nur die Verwirrung vermehrt und auf solche Abwege geführt, dass sie selbst von ihren früher als unbestreitbare Thatsachen verkündeten Ansichten zurückgekommen sind und den Zusammensturz des „ganzen Gebäudes der linguistischen Paläontologie“ (H. Hirt) zugestehen. Sicherheit gibt uns nur die Naturwissenschaft, die, seit wir eine Entwicklungslehre haben, eine wirklich wissenschaftliche Rassenkunde für Thiere und Menschen ermöglicht. Auch die Menschenrassen haben sich, nach ewig unveränderlichen Gesetzen gebildet, getrennt, verbreitet, verdrängt und vermischt. Ueber den Ursprung der europäischen Rasse haben sich in neuerer Zeit die Anschauungen ziemlich geklärt. Zwei Anthropologen von Ruf jedoch, Ranke in München und der Italiener Sergi, haben Theorien aufgestellt, die von dem sonst Angenommenen so weit abweichen, dass sie besondere Aufmerksamkeit verdienen. Da sie unter einander selbst im Widerspruch sind, kann man von vornherein sagen, dass mindestens eine derselben falsch sein muss. Ranke stützt sich in seinem 1896 in Speyer gehaltenen Vortrag „Der fossile Mensch und die Menschenrassen“ fast ausschliesslich auf Zittel's paläontologische Werke, ohne jedoch merken zu lassen, dass dieser Forscher ein Anhänger der Entwicklungslehre ist, während er selbst und Virchow sich noch immer dagegen sperren. Obgleich, wie er selbst zugibt, die Funde des Diluvialmenschen in Europa, besonders in Westeuropa, am zahlreichsten sind, obgleich dieser hier früher auftritt als am Nordrande von Asien, soll er doch mit dem Mammuth und anderen kälteliebenden Thieren während der Eiszeit aus Asien eingewandert sein. Diese Einwanderung ist aber unbewiesen und unbeweisbar, der

europäische Mensch älter als die Eiszeit; das Wahrscheinlichste ist vielmehr, dass Mensch und Mammuth in beiden Welttheilen gleichzeitig gelebt haben und aus dem Norden, der Arctogäa oder Polaris, eingewandert sind. Ein Vordringen asiatischer Thiere nach Westen, das Zittel mit einer „Völkerwanderung“ vergleicht, erfolgte in einem gewissen Abschnitt der Zwischeneiszeit, als sich in Nordeuropa den asiatischen ähnliche Steppen gebildet hatten; es sind daher vorwiegend Steppenthiere, wie Antilope, Wildesel, Pferdespringer, Pfeifhase, Ziesel und ähnliche. Am auffallendsten, weil er sich dadurch mit allen anderen Anthropologen und eigenen früheren Ansichten in Widerspruch setzt, ist Ranke's Eintheilung des Menschengeschlechtes in Grossköpfe, Eurycephale, und Kleinköpfe, Stenocephale, von denen die ersteren Nordasien, Europa, Amerika und Nordafrika, die letzteren die übrigen Gebiete besiedelt haben sollen. Die hierbei gänzlich ausser Acht gelassene Gestalt des Schädels ist aber das allerwichtigste Rassenmerkmal, und die 1842 von A. Retzius aufgestellte Eintheilung in Langköpfe, Dolichocephale, und Rundköpfe, Brachycephale, bleibt bestehen. Es ist daher nicht zu verwundern, dass Ranke mit der „weissen Rasse“, die ja von den asiatischen Grossköpfen abstammen soll, und „doch einige Züge aufweist“, die sie dem schwarzen Afrikaner „mehr annähern“, sehr in's Gedränge kommt. Wenn ein französischer Kritiker, Laloy, von diesen Vorstellungen sagt, „dass sie nicht von aller Welt getheilt werden“, so müssen wir das als Höflichkeitsausdruck auffassen, in dem Sinne, „dass sie von niemand getheilt werden“. Einen entgegengesetzten Weg hat Sergi in seinem kürzlich erschienenen Buch „Arier und Italiker“ (*Arii e Italici*, Torino 1898) und früheren Arbeiten eingeschlagen. Seine Anschauungen haben eine gewisse Aehnlichkeit mit denen des Amerikaners Brinton (*Races and peoples*, 1890) von der „eurafrikanischen“ Rasse. Nach ihm stammt die langköpfige Urbevölkerung Europas aus Afrika; im Gegensatz zu dem amerikanischen Forscher lässt er aber nicht aus dieser Ur-rasse die „Arier“ entstehen, sondern diese sind eingewanderte asiatische Rundköpfe. Die blonden und langköpfigen Germanen sind nicht echte Arier, sondern die „arianisirten Reste der

ursprünglichen europäischen Bevölkerung“. Diese Behauptung ist so widersinnig, dass sie kaum einer Widerlegung bedarf. Wer ein offenes Auge für das Völkerleben hat, sieht klar, dass je reicher ein Volk an langköpfigen und blonden Bestandtheilen ist, desto mehr auch alle edlen und vortrefflichen arischen Eigenschaften in ihm vertreten sind.¹ Wir müssen daher zu dem Schlusse kommen, dass die besprochenen Theorien völlig verfehlt sind. Sie bringen uns keine Klarheit und stehen nicht nur untereinander, sondern auch mit der geschichtlichen Ueberlieferung im Widerspruch. Die einzige mit den Thatsachen übereinstimmende und zweckmässige Rasseneintheilung des Menschen ist die schon von Cuvier angenommene: weisser Europäer, schwarzer Afrikaner und gelber Asiate. Von diesen drei Hauptrassen sind die beiden ersten langköpfig, die dritte ist rundköpfig. Nach Haar- und Augenfarbe zerfällt die europäische Rasse, die nach ihrer Schädelform von dem ältesten Diluvialmenschen (*Homo europaeus dolichocephalus primigenius*) abstammt, in zwei Unterassen, die blonden, blauäugigen Nordeuropäer und die schwarzhaarigen, braunäugigen Südeuropäer. Von diesen zeigt die erste bei grösster Gehirnentwicklung die höchsten geistigen Fähigkeiten; daher beruht auf ihr in Vergangenheit und Zukunft Gesittung und Fortschritt der Menschheit.

An den Vortrag knüpfte sich eine Diskussion, an welcher sich ausser dem Redner die Herren Dr. v. Kraatz und Hofrath Meidinger betheiligten.

516. Sitzung am 20. Mai 1898.

Anwesend: 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Generalversammlung.

Herr Hofrath Meidinger liest einen Bericht über die Thätigkeit des Vereins im verflossenen Geschäftsjahre vor.

Herr O. Bartning berichtete über den Stand der Kasse. Herr Direktor Treutlein hat die Rechnung geprüft und richtig befunden.

¹ Die Rundköpfe sind allerdings, wahrscheinlich zuerst in der Zwischeneiszeit mit den Steppenthieren, aus Asien eingewandert, aber keine „Arier“.

An Stelle des nach Heidelberg übergesiedelten Herrn Dr. **Wilser** wird Herr Geh. Rath Dr. **Battlehner** in den Vorstand gewählt.

Herr **Ammon** machte Mittheilungen über den Stand der Arbeiten der Anthropologischen Kommission. Die Messungen beim Ersatzgeschäft sind seit 1894 abgeschlossen, aber die statistische Verarbeitung, die eine sehr vielseitige Benutzung des Materials bezweckte, nahm lange Zeit in Anspruch, da nur ein Gehilfe zur Verfügung stand. Gegen Ende des vorigen Jahres gingen die hiefür vorhandenen Mittel aus, worauf der Sprecher die Vollendung der Statistik auf seine Privatkasse nahm. Nunmehr liegt die Bearbeitung soweit vor, dass ein abschliessendes Werk herausgegeben werden kann. Die Niederschrift ist zum grössten Theil verfasst, 2 Vorberichte und 12 Hauptstücke sind druckfertig, 2 weitere Hauptstücke sind nahezu vollendet und ein letztes Hauptstück bleibt noch zu schreiben. Das Werk wird voraussichtlich bei Gustav Fischer in Jena herauskommen, doch wird die Drucklegung nicht vor Herbst beginnen. Noch eine Menge von Thatsachen stecken in den Aufnahmen, konnten aber aus Mangel an Hilfskräften nicht herausgezogen werden. Der **Vorsitzende** drückte dem Vorredner in schmeichelhafter Weise seine Anerkennung aus, mit dem Wunsche, dass das Werk bald erscheinen möge.

Herr Dr. **Escherich** hielt alsdann einen Vortrag über Ameisengäste und Ameisenstaat, dem wir das Folgende entnehmen. Manche Ameisen leben mit grösseren und kleineren Käfern zusammen, die sie in ihren Stöcken dulden, während sie sonst jedes fremde Wesen anfallen und tödten. Man hat bisher die Natur dieses Verhältnisses nicht richtig erkannt. Der Vortragende hat früher eine Reise nach Kleinasien und kürzlich eine solche nach Algier unternommen, um dortige Ameisen und ihre Gäste zu studiren. Er hat sogar lebendes Material mitgebracht, welches unter Glas und Rahmen herumgegeben wurde. So lebt mit der algierischen *Pheidole pallidula* ein ziemlich grosser Käfer, *Pausus favieri*, mit der *Myrmecostus viaticus* ein ganz kleiner, an den Fühlern der Ameise festsitzender Stutzflügler

Thoricctus foreli. Bei uns hat die *Formica sanguinea*, die rothe Waldameise, einen Gast *Lomechusa strumosa*.

Alle diese Gäste beschädigten ihre Wirthe ausserordentlich, indem sie Ameisenlarven fressen; einen Nutzen gewähren sie nicht, oder nur einen ganz untergeordneten, indem die Ameisen sie belecken und wahrscheinlich an dem Geschmack ihrer Ausschwitzungen Gefallen finden. Die rothe Waldameise geht soweit, dass sie sogar die Larven des Käfers pflegt und füttert, ihre eigenen Larven darüber vernachlässigt und schliesslich so entartet, dass der Stock zu Grunde geht. In Kleinasien lebt die *Clythra*-Larve ganz auf Kosten der Ameise *Myrmica*, die ihr die eigenen Larven zum Fressen bringt.

Gewiss zeigt dies alles, dass die Ameisen die ihnen zugeschriebene Intelligenz nicht besitzen. Sie würden sonst den Schaden einsehen und sich der gefährlichen Gäste entledigen. Redner brachte noch andere Beweise dafür, dass lediglich Instinkt vorliegt, m. a. W., dass Antworten auf äussere Reize durch ererbte Nervenbahnen stattfinden, also ein mehr mechanisches Treiben der Ameisen, welches jedoch in seiner Anpassung nicht minder staunenswerth ist, als es die Intelligenz wäre, denn es erfordert gewiss einen komplizirteren Apparat, als unsere komplizirtesten Maschinen sind. Redner verglich das Zusammenleben der Ameisen mit ihren Gästen nicht mit der Symbiose, sondern erklärte es für ein Schmarotzerthum.

Der Jesuit Wasmann, einer der grössten Kenner der Ameisen, glaubte schon, durch diese schädliche Anpassung eine Widerlegung der Darwinschen Entwicklungslehre entdeckt zu haben, was jedoch nicht der Fall ist. Allerdings wäre der Darwinismus widerlegt, wenn der Satz umgestossen würde, dass die Lebewesen nur vortheilhafte Eigenschaften durch die natürliche Auslese erwerben können. Aber die Voraussetzung ist falsch: hier werden keine nachtheiligen Eigenschaften durch die Ameisen erworben, denn es handelt sich, wie gesagt, nicht um ein Zusammenleben nach Art der Symbiose, sondern um einen Fall von Parasitismus, bei dem die ererbten Anlagen auf Abwege gerathen.

Aehnliche Fälle kommen im Thierreich häufig vor, so z. B. wenn der Kuckuk seine Eier in fremde Nester legt, wozu ihm seine Lebensweise zwingt, und wenn diese Eier von den Nestvögeln ausgebrütet, die Jungen mit dem elterlichen Instinkt behandelt werden, wie eigene Junge; oder wenn man junge Katzen durch eine Hündin aufziehen lässt u. s. w. Hier äussern sich die angeborenen Instinkte nach ihrer Art an einem falschen Objekt, und ähnlich ergeht es den Ameisen mit ihren Gästen. Redner wandte sich gegen die beliebte Parallelisirung des Ameisenstaates mit dem Menschenstaate, die bei der Verschiedenartigkeit der körperlichen und geistigen Organisation absolut keine wissenschaftliche Berechtigung habe.

517. Sitzung am 10. Juni 1898.

Anwesend: 45 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldete Mitglieder, die Herren: Prof. Dr. Fr. Schilling, Assistent Dr. Wöhler.

Herr Professor Dr. Scholl hielt einen Vortrag über allotrope Modifikationen des Kohlenstoffs mit Experimenten.

Der Kohlenstoff tritt in mehreren Modifikationen auf, deren Verschiedenheit nach der Theorie auf ihrer Allotropie beruht, d. h. auf der Verschiedenheit der Anzahl der Atome in der Molekel. Ueber die absolute, ja selbst relative Grösse dieser Zahl ist uns nichts sicheres bekannt.

Die vier scharf von einander unterschiedenen Kohlenstoff-Modifikationen sind Diamant, Graphit, Graphitit, und gewöhnlicher amorpher Kohlenstoff. Von Graphit und Graphitit sind wahrscheinlich wiederum untergeordnete Reihen verschiedener allotroper Modifikationen zu unterscheiden, da verschiedene Graphite und Graphitite bei der Oxydation Graphitsäuren und Graphititsäuren von wechselnder Zusammensetzung liefern. Aehnliches gilt vielleicht für den bald als Leiter, bald als Nichtleiter auftretenden amorphen Kohlenstoff.

Die Kohlenstoff-Modifikationen unterscheiden sich von einander zunächst rein äusserlich durch Aussehen, krystalinische oder amorphe Beschaffenheit, Krystallform, Vorkommen

u. a. Sie zeigen ein verschiedenes physikalisches Verhalten z. B. im spez. Gewicht, der Härte, Leitfähigkeit für Wärme-Elektrizität. Besonders wichtig sind aber die chemischen Unterschiede, namentlich was ihre Oxydirbarkeit durch freien und gebundenen Sauerstoff und die durch Kaliumchlorat-Salpetersäure oder durch Permanganat entstehenden Oxydationsprodukte betrifft.

Die Umwandlung einzelner Modifikationen ineinander ist an natürlichen Vorkommen beobachtet worden. Sie kann auch künstlich durchgeführt werden. Erst in neuester Zeit ist es jedoch durch Anwendung hoher Temperaturen und Drucke und geeigneter Lösungsmittel gelungen, Diamanten aus amorphem Kohlenstoff und aus Graphit zu gewinnen.

An der Diskussion beteiligten sich Hofrath **Meidinger**, Dr. v. **Kraatz**, Hofrath **Lehmann**, Dr. **Haber**.

Herr Dr. v. **Kraatz** berichtet über die Reise Professor Futterer's in Asien, auf Grund eines von letzterem an Minister v. Brauer gerichteten Schreibens.

518. Sitzung am 24. Juni 1898.

Anwesend: 30 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Herr Dr. v. **Kraatz-Koschlau** hielt einen Vortrag über Edelsteine unter Vorzeigen einer grossen Zahl ächter und unächter Steine. Der Vortrag ist in der Badischen Gewerbezeitung 1898 No. 38 bis 42 abgedruckt.¹ An den Vortrag schloss sich eine längere Diskussion an, an der sich die Herren Hofrath **Lehmann**, Dr. **Wöhler** und Hofrath **Meidinger** beteiligten.

¹ Es wurden die Steine nach ihren phys. Eigenschaften, ihrem Vorkommen, ihrer Verwendung im Einzelnen eingehend behandelt, und zwar die Edelsteine erster Klasse: Diamant, Rubin, Sapphir, Spinell, Smaragd; die zweiter Klasse: Topas, Hyacinth, Turmalin, Granat und die undurchsichtigen Opal und Türkis. Dann wurden auch noch die Halbedelsteine erwähnt, die in der Hauptsache Quarz sind, und zwar die krystallisirten: Bergkrystall, Rauchtopyas, Amethyst, sowie die derben Quarze: Chrysopras, Jaspis, Chalcedon, Carneol und die Achate.

519 Sitzung am 8. Juli 1898.

Anwesend: 29 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Herr Hofrath **Brauer** hielt im Hörsaale der Maschinenbauschule der Technischen Hochschule einen Vortrag über einen von ihm konstruirten Apparat zur Erleichterung des perspektivischen Zeichnens. An der an den Vortrag sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich die Herren Hofrath **Haid** und Direktor **Treutlein**. Eine Beschreibung des Apparates befindet sich in der Zeitschrift für Mathematik und Physik 43. Bd. S. 163.

520. Sitzung am 22. Juli 1898.

Anwesend: 23 Mitglieder. Vorsitzender: Geh. Rath Engler.

Herr Dr. **Escherich** hielt einen Vortrag über Parasitismus im Thierreich.

Redner wies zunächst auf die Schwierigkeit einer präzisen Definition von „Parasitismus“ hin; nicht jedes Thier, das auf oder in einem anderen Thier sich aufhält und von diesen seine Nahrung bezieht, sei als Parasit anzusprechen; das Hauptkriterium des Parasitismus liege in dem Abhängigkeitsverhältniss. Der Parasit ist unbedingt abhängig von seinem Wirthsthier; ist letzteres nicht vorhanden, so kann auch ersterer nicht existiren. — Das Wirthsthier kann aber sehr wohl existiren ohne Parasit; das Abhängigkeitsverhältniss ist also hier ein einseitiges, im Gegensatz zur Symbiose, bei welcher es ein doppeltes, ein gegenseitiges ist. — Die symbiotisch lebenden Thiere sind auf einander angewiesen und hat der Untergang des einen — gleichgültig welchen — Theiles den Untergang des anderen zur Folge (wenigstens in den meisten Fällen).

Sodann kam Redner auf die Umbildungen zu sprechen, die durch die parasitische Lebensweise hervorgerufen werden. Hauptsächlich Reduktionserscheinungen machen sich hier geltend; die Extremitäten, die Mundwerkzeuge, die Sinnesorgane, vor allem die Augen, und sogar der ganze Darmkanal können rückgebildet werden, je nach der Art und dem Grad, den der Parasitismus erreicht.

Als **extremsten Fall von Rückbildungen** führte Redner die *Sacculina* an, einen kleinen Krebs, der an der Krabbe schmartzt; bei diesem haben sich alle Organe, bis auf die Reproduktionsorgane, rückgebildet und stellt das Thier im geschlechtsreifen Zustand einen einfachen Sack dar, der mit verzweigten Fortsätzen in den Eingeweiden der Krabbe wurzelt.

Es wurden dann noch an mehreren Beispielen die verschiedenen Formen, in denen der Parasitismus auftritt, wie Ekto- und Entoparasitismus etc., eingehend demonstriert. Das Wesen des Entoparasitismus bringe noch eine neue Erscheinung mit sich, nämlich die Wanderung in verschiedene Wirthe während der Entwicklung und den Generationswechsel. — Nur durch diese beiden Einrichtungen könne, im Hinblick auf die Schwierigkeit für den Entoparasiten, in das Innere des Wirthes zu gelangen, die Erhaltung der Art möglich gemacht werden.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren: **Ammon**, Dr. **Hausrath**, Major **Sievert**, Geh. Rath **Engler**, Dr. **Milger**, Dr. **Doll**, Dr. **Haber**, Professor **Gräfenhan**.

521. Sitzung am 21. Oktober 1898.

Anwesend: 40 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Der **Vorsitzende** liest ein Gesuch der anthropologischen Kommission vor, für die Herstellung von 2 Karten für das von Herrn **Ammon** bearbeitete, demnächst erscheinende Werk „zur Anthropologie der Badener“ einen Beitrag von 160 Mark zu bewilligen. Dem Gesuch wird einstimmig entsprochen.

Der **Vorsitzende** berichtet weiter über Professor Futterer's Reise in Asien nach von ihm neuerdings eingetroffenen Nachrichten.

Der **Vorsitzende** theilt ferner mit, dass das Werk von Reutti „die Lepidopteren“ vollendet sei und als XII. Band der Verhandlungen des Vereins den Mitgliedern zugestellt werden würde. Den Herren Dr. Spuler in Göttingen und Stadtrath Ad. Meess hier, welche sich um die Herausgabe grosse Verdienste erworben haben, sei der Dank des Vereins ausgedrückt worden.

Herr Dr. **von Kraatz** hielt hierauf einen Vortrag über die in Baden von Oktober 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben. Der Vortrag ist unter den Abhandlungen abgedruckt. An der Diskussion betheiligten sich die Herren: Staatsrath **von Trautschold**, Dr. **Claus**, Professor **Platz**, **Ammon**, Dr. **Tross** und Professor **Schultheiss**.

522. Sitzung am 4. November 1898.

Anwesend: 42 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Herr Professor Dr. **Klein** hielt einen Vortrag über die „Physiologie des Weins“.

An der Diskussion betheiligten sich die Herren Geh. Rath **Battlehner**, Geh. Rath **Engler**, Dr. **Haber**, **Ammon**, Dr. **Hilger**.

523. Sitzung am 18. November 1898.

Anwesend: 39 Mitglieder. Vorsitzender: Geh. Rath **Engler**. Neuan gemeldete Mitglieder die Herren: Obermedizinalrath Dr. **Hauser** Oberarzt Dr. Th. **Battlehner**, Arzt Dr. **Paull**.

Herr Hofrath **Haid** berichtet über die im Herbst 1897 ausgeführten Schwerkraftmessungen, deren Resultate Aufschluss über die Vertheilung der Massen in der Erdkruste geben. Aus denselben geht hervor, dass der Massendefekt der Ostschweiz sich auf der nordwestlichen Seite des Bodenseebeckens unter Ludwigshafen a. S., Stockach, Engen hinzieht und westlich bis unter den Feldberg sich erstreckt. Es folgt hierauf bereits unter dem Schauinsland ein Massenüberschuss, der allmählich anwachsend von Freiburg bis Oberrothweil und Kaiserstuhl nahe zugleich bleibt, gegen den Rhein bei Breisach aber wieder stärker abnimmt und so bleibt bis in die Gegend von Colmar. An den Vortrag schloss sich eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren Professor **Schleiermacher**, Dr. v. **Kraatz**, Direktor **Trentlein**, Geh. Rath **Engler** betheiligen.

Herr Hofrath **Meidinger** brachte hierauf die Rede auf den „Kinematographen“. Man versteht darunter einen Projektionsapparat, der photographisch aufgenommene Bilder

nach Vorgängen des Lebens auf eine weisse Wand wirft, wo sie genau den Eindruck der Wirklichkeit machen. Es kommt z. B. ein Eisenbahnzug in den Bahnhof gefahren, er hält an, Leute steigen aus und ein, zahlreiche Personen bewegen sich hin und her. Die drolligsten Dinge werden auf diese Weise vorgeführt — alles in kürzester Zeit, ein bis zwei Minuten, nach gegen tausend Bildern, die ebenso rasch ursprünglich erzeugt wurden. Es sind etwa drei Jahre, dass der Kinematograph, eine Erfindung des Amerikaners Edison, besteht. Die Messe brachte kürzlich eine neue Gattung Bilder desselben, nämlich Verwandlungen, wie sie ein Zauberer auf der Bühne vorführt, nur noch viel überraschender. Es wird z. B. eine Figur aus einzelnen Stücken zusammengesetzt und dann erscheint sie lebendig, wirft einzelne Glieder ab, ringt mit einer anderen Person und löst sich zuletzt in ein Nichts auf. Hierüber fehlt nun bis jetzt die Erklärung. Der Redner ist der Ansicht, dass eine wirkliche Person bei der Aufnahme vorhanden sei, an welche die Stücke angehängt werden, die aber später auf einem nach der Aufnahme vergrösserten Bild wegretouchirt wird, das dann für den Apparat wieder verkleinert wird, so dass in der Projektion die Stücke allein erscheinen, die zuletzt auch infolge Wegretouchirung verschwinden. Die Möglichkeit einer solchen Retouche wurde von Anderen bestritten, doch konnte keine andere Erklärung gegeben werden — nur Wenige der Anwesenden hatten zudem die Bilder gesehen.

Herr Dr. **Mie** fragt an, ob in den Kreisen der Chemiker schon Näheres über die Entdeckung des Aetherions durch den Amerikaner Brush, welche von der allergrössten Tragweite zu sein scheine, bekannt geworden sei. Herr Geh. Rath **Engler** erwidert, dass bisher nur kurze Notizen in chemischen Blättern erschienen wären und dass man mit dem endgiltigen Urtheil wohl warten müsse, bis genaueres bekannt geworden sei. Die theoretischen Ansichten der Chemiker über die Atome hätten übrigens schon früher zu der Annahme geführt, dass ein Stoff mit derartig kleinen Atomen existiren müsse. (Die Atome des Aetherions haben die Grösse von nur etwa $\frac{1}{1000}$ der Wasserstoffatome). Herr Dr. **Mie** fügt noch hinzu, dass die neuesten Entdeckungen

über Kathodenstrahlen ebenfalls schon zu der Annahme eines derartigen Stoffes geführt hätten. Die Kathodenstrahlen fasse man nämlich heute wieder, wie es schon Crookes gethan habe, auf als kleine negativ elektrische Partikelchen, die mit grosser Geschwindigkeit fortgeschleudert würden. Man habe eine grosse Anzahl quantitativer Versuche gemacht, die unter den allerverschiedensten Bedingungen sehr gut übereinstimmende Resultate lieferten und wonach die Grösse dieser Partikelchen etwa $\frac{1}{600}$ der Wasserstoffatome sein müsste.

524. Sitzung am 2. Dezember 1898.

Anwesend: 52 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Herr Professor **Schleiermacher** besprach die Ergebnisse neuerer Untersuchungen über die Wärmestrahlung. Für die gesammte von einem Körper ausgestrahlte Wärmemenge bestätigt sich das von Stefan aufgestellte Gesetz, wonach diese Wärmemenge proportional wachsen soll mit der vierten Potenz der absoluten Temperatur des Körpers, wohl für vollkommen absorbirende, nicht aber für die wirklichen Körper von geringerem Absorptionsvermögen. Die Strahlung von vollkommen absorbirenden oder absolut schwarzen Körpern kann durch die Anwendung von Hohlkörpern mit kleiner Emissionsöffnung realisiert werden. Versuche mit derartigen Strahlungskörpern, die in der physikalisch-technischen Reichsanstalt angestellt wurden und noch weiter ausgedehnt werden sollen, lieferten Ergebnisse, welche von 100 bis 1300° C. dem Stefan'schen Gesetz gehorchen. Auch wurde dort die Strahlungskonstante, d. h. Wärmemenge, welche ein schwarzer Körper von der absoluten Temperatur 1° gegen eine Umhüllung von der Temperatur 0° pro qcm und Sekunde ausstrahlt, gemessen und zu $1,28 \cdot 10^{-12} \cdot \frac{\text{g. cal.}}{\text{qcm sec.}}$ gefunden. Theoretische und experimentelle Untersuchungen über die Vertheilung der ausgestrahlten Energie und deren Aenderung mit der Temperatur führen auf gut übereinstimmende Resultate. Die Kurve, welche die Vertheilung auf die Strahlen der einzelnen Wellenlängen darstellt, besitzt ein Maximum, und dieses rückt mit wachsender Temperatur nach dem blauen

Ende des Spectrums, nach der Beziehung, dass das Produkt aus seiner Wellenlänge in die absolute Temperatur konstant bleibt. Es erscheint möglich, dieses Ergebniss zur Messung sehr hoher Temperaturen, wo andere Methoden versagen, zu verwerthen, und würde sich beispielsweise hiernach die Temperatur der Sonne zu etwa 5000⁰ C. bestimmen.

An einer sich anschliessenden Besprechung betheiligte sich eingehend Herr Hofrath **Lehmann**.

525. Sitzung am Dezember 1898.

Anwesend: 60 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Herr Hofrath **Lehmann** hielt im Auditorium des physikalischen Instituts der Technischen Hochschule einen von zahlreichen Experimenten begleiteten Vortrag über die „Harmonie der Töne“.

Der Schall wurde ehemals ähnlich wie Wärme, Licht und Elektrizität als ein feines Fluidum betrachtet, welches von den tönenden Körpern ausgeht und in unser Ohr eindringt, weil er ähnlich wie die genannten Agentien ungreifbar, unwägbare und unsichtbar ist und sich im Raume fortbewegt. Die Möglichkeit, den Schall in Röhren fortzuleiten, eine Eigenthümlichkeit, welche schon den alten Magiern bekannt war und von ihnen reichlich ausgenützt wurde (zur Täuschung Leichtgläubiger durch redende Götzenbilder, sprechende Köpfe und singende Steine) schien die Ansicht zu bestätigen. Es blieb auch nicht unbemerkt, dass ein Körper nur dann Töne aussendet, wenn er in Schwingungen versetzt wird, was wohl so gedeutet werden konnte, dass durch die Erschütterungen das Fluidum aus dem Körper ausgetrieben wird. Anders erklärten Aristoteles und Vitruvius diese Erscheinungen. Der Schall besteht nach ihnen in Schwingungen der Luft, welche sich ähnlich wie Wasserwellen von dem schwingenden, als Schallquelle dienenden Körper ausbreiten.

Völlige Klarheit brachte erst viel später die Erfindung der Luftpumpe (1650) insofern, als nachgewiesen werden konnte, dass der Schall durch einen luftleeren Raum sich nicht fortpflanzt. Durch Newton (1686) und Andere wurden sodann

die Gesetze der Schallausbreitung näher untersucht und in genauer Uebereinstimmung befunden mit den Gesetzen der Ausbreitung longitudinaler, d. h. aus auf einander folgenden Verdünnungen und Verdichtungen der Luft bestehenden Wellen; insbesondere ergab sich vollkommene Uebereinstimmung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls und der Luftwellen, welche für beide etwa 340 Meter pro Sekunde beträgt.

Die Höhe des Tons zeigte sich bedingt durch die Zahl der Schwingungen pro Sekunde. So beträgt z. B. die Schwingungszahl des Tones a_1 (in der üblichen Bezeichnung) 435, die des Tones c_1 262. Früher herrschte hierüber eine gewisse Unsicherheit, weil verschiedene Musiker verschiedene, allerdings nicht sehr weit auseinander liegende Töne als a_1 bezeichneten. Heute ist diesem Uebelstand abgeholfen dadurch, dass man allgemein festgesetzt hat, der Ton, welcher 435 Schwingungen pro Sekunde macht, soll a_1 heissen.

Die Stärke eines Tones ist naturgemäss bedingt durch die Stärke der auftretenden Luftverdünnungen und Luftverdichtungen, welche sich z. B. mittelst des sogenannten Kundt'schen (von Raps verbesserten) Ventils messen lässt und bei Orgelpfeifen einige Centimeter weniger beträgt als der zum Anblasen der Pfeife benutzte Winddruck in Centimeter (Wasser) gemessen. Insofern der Schall ein Bewegungszustand der Luft ist und die Bewegungsenergie von der Geschwindigkeit abhängt, kommt naturgemäss nicht nur die Grösse der Druckdifferenzen, sondern auch die Zeit, in der sie sich herstellen, in Betracht. Aus beiden Grössen kann man die physikalische Energie des Schalls mit vollkommener Sicherheit berechnen. Sie beträgt z. B. für eine gewöhnliche Stimmgabel mit Resonanzkasten, welche den Ton c_1 gibt, etwa drei Millionen Kilogrammmeter, d. h. die Energie, welche die Stimmgabel pro Sekunde in Form von Schall abgibt, würde gerade ausreichen ein Gewicht von drei Milligramm pro Sekunde um einen Meter zu heben.

Die physiologische Intensität des Schalls ist nun keineswegs dieser physikalischen Intensität proportional, vielmehr hört man unter einer gewissen Grenze, der sogenannten „Reizschwelle“, überhaupt nichts und über einer gewissen

Stärke („Reizhöhe“) wird weitere Vergrößerung der Schallenergie kaum mehr als Zunahme der Schallstärke empfunden. Beide Grenzwerte sind von der Tonhöhe abhängig und Töne mit über 10 000 und unter 28 Schwingungen werden von einem normalen Ohr überhaupt nicht empfunden.

Eine dritte Eigenschaft des Schalls, die Klangfarbe, d. h. die Eigenthümlichkeit, dass derselbe Ton auf verschiedenen Instrumenten (z. B. einer Stimmgabel, Sirene etc.) angegeben verschieden klingt, findet ihre Erklärung in der verschiedenen Form der erzeugten Luftwellen. Die einfachste Art Schwingung ist die Pendelschwingung. Meist führen die tönenden Körper mehrere Arten Pendelschwingungen gleichzeitig aus, indem sie sowohl als ganzes, wie auch in zwei, drei oder mehr Abtheilungen getheilt schwingen. Man kann also sagen, die komplizirten Schwingungsformen entstehen dadurch, dass der Körper eine ganze Reihe von Tönen zugleich aussendet, welche von dem Ohr nicht einzeln empfunden werden, sondern zu einem einheitlichen Klang verschmelzen. Die Physiker pflegen den tiefsten von diesen Tönen den Grundton, die andern die Obertöne zu nennen, die Musiker nennen Grundton den stärksten und die tieferliegenden Untertöne.

Bei Konstruktion musikalischer Instrumente ist darauf zu achten, dass diejenigen Obertöne, welche die beabsichtigte Klangfarbe hervorbringen, durch angebrachte Resonanzkörper verstärkt, die übrigen durch passende Dämpfungen geschwächt werden.

Bei einem Klavier z. B. ist die Anschlagstelle der Hämmer von wesentlichem Einfluss, bei Orgelpfeifen der Durchmesser der Röhre und die Grösse des Winddrucks.

Welche Partialtöne in einem Klang vorhanden sind, kann mittelst Helmholtz'scher Resonatoren ermittelt werden. Auch könnte man ein Melodiaphon benutzen, eine Art Trompete mit Ventilen, welche man mit dem Mundstück an's Ohr hält und durch Oeffnen der Ventile nacheinander mit verschiedenen Tönen zur Resonanz bringt. Man kann sich mittelst eines derartigen Instruments an einem geräuschvollen Orte Musik machen, von der Niemand etwas hört, indem man die Ventile

in gleicher Weise gebraucht, wie sie bethätigt werden müssten beim Gebrauch des Instruments als Blasinstrument.

Auch das menschliche Ohr enthält in der sog. Schnecke in Form der fasrigen Ausläufer der Gehörnerven eine Zusammenstellung von Resonatoren, welche auf die verschiedenen Partialtöne eines Klanges ansprechen und durch die hierdurch bedingte Reizung der Gehörnerven die Empfindung des Klanges erzeugen.

Wenden wir uns nun zu unserer eigentlichen Aufgabe, der Beantwortung der Frage: Welche Eigenschaften müssen Töne haben, damit sie miteinander harmoniren oder nicht und so dem Musiker dazu dienen können, ruhige frohe oder erregte leidenschaftliche Gemüthsstimmungen zum Ausdruck zu bringen und solche anzuregen?

Stetige Aenderung der Tonhöhe, z. B. bei einer Pfeife durch Einschieben und Ausziehen eines Stöpsels, kann keine angenehme Empfindung erwecken, sie erscheint als unangenehmes Geheul. Es ist vielmehr nöthig, einzelne Töne aus der unendlichen Zahl herauszugreifen und in bestimmtem Rythmus auf einander folgen zu lassen.

Die Bedeutung des Rythmus lässt sich besonders gut erkennen bei der Trommel, wo ein einziger Ton durch den Rythmus, in dem er angeschlagen wird, musikalische Empfindungen erzeugt. Vollkommenere Wirkung erhalten wir naturgemäss, wenn wir einen zweiten Ton hinzunehmen. Durch Probiren können wir finden, dass der Oktavton, d. h. derjenige, welcher doppelt soviel Schwingungen macht, wie der erste, der geeignetste ist. Auch die Quinte (Schwingungszahl $1\frac{1}{2}$) und die rückwärts gerechnete Quinte des Oktavtons (Quarte des Grundtons, Schwingungszahl $1\frac{1}{3}$) geben gute Wirkung. Es geht die Sage, die alten Griechen hätten sich in der Zeit vor Orpheus eines Saiteninstrumentes (Lyra) bedient, welches nur diese vier Töne erzeugen konnte (Tetrachord). Geht man um je eine Quinte von den bereits bestimmten nach beiden Seiten weiter und eine Oktave zurück, so resultiren zwei weitere brauchbare Töne, die Septime, welche sich neben den andern in der sogenannten chinesischen oder gälischen Tonleiter finden. Es soll noch heute Volksmelodien geben, welche sich nur aus diesen acht

Tönen zusammensetzen. Geht man abermals eine Quinte nach beiden Seiten weiter und eine Oktave zurück, so ergeben sich die Terz und Sexte, welche im Verein mit den schon gefundenen die Pythagoräische diatonische Tonleiter — im wesentlichen die heute allgemein gebräuchliche — zusammensetzen.

Während die alten Griechen, bei denen die Musik einen wesentlichen Theil des Schulunterrichts bildete, sich auf einstimmige Melodien, sogenannte homophone Musik beschränkten, trat im Mittelalter bei Ausbildung des Kirchengesangs das Bedürfniss hervor, kräftigere Wirkung zu erzielen durch Begleitung der Melodie in einer zweiten Stimme (Polyphone Musik). Anfänglich liess man die zweite Stimme im Abstand einer Oktave der ersten parallel folgen, dann kam (im 9. Jahrhundert) wohl infolge des geringen Tumfanges der damaligen Orgeln, der merkwürdige Gebrauch auf, die zweite Stimme (Orgelbegleitung) nur im Abstand einer Quinte folgen zu lassen (Organum), was heute unseren verwöhnten Ohren ganz unleidlich erscheint und von den Harmonielehrern geradezu verboten wird. Im 13. Jahrhundert wurde eine etwas bessere Art der Begleitung in Terzen und Sexten (*faux bourdon*) üblich, indes hatte man bereits bessere Erfolge erzielt, indem man die Begleitung in Oktaven und Quinten wechseln liess (*Discantus*). Die weiteren Bemühungen in dieser Richtung, d. h. Töne der zweiten Stimme zu finden, welche zur ersten am besten passen (*Contrapunkt*), führten zunächst dazu, die Wahl so zu treffen, dass die zweite Stimme für sich allein ebenfalls eine selbständige Melodie bildete wie die erste, aber eine davon gänzlich verschiedene, sogar mit verschiedenartigem Text. Aehnlich wie bei Doktorpromotionen eine öffentliche Disputation stattfand, soll auch bei Predigten zuweilen ein das böse Prinzip vertretender Opponent zugezogen worden sein, welcher die Ausführungen des Predigers mit boshaften Zwischenbemerkungen begleitete. So erscheint es verständlich, dass man wohl als Text der ersten Stimme ein Kirchenlied, als Text der zweiten ein solches mit diametral entgegengesetztem weltlichem Inhalt nahm.

Indem man sodann noch mehr Stimmen hinzunahm und

diese sich nicht nur selbständig bewegen, sondern auch selbständig einsetzen und aufhören und bald diese, bald jene stärker hervortreten liess, erreicht die beschriebene Stilart in der das Stimmengewirr einer grösseren Menschenmenge nachahmenden „Fuge“ ihre vollkommenste Ausbildung.

Mit Beginn des 18. Jahrhunderts drängten die nun aufkommenden Singspiele (Opern) in gewissem Sinne zur Rückkehr zur homophonen Musik, insofern eine Stimme als Hauptstimme erschien und die übrigen als unselbständige Begleitstimmen, deren Zweck nur die Erzielung harmonischer Accorde war (Generalbass, harmonische Musik).

Die Aufgabe, zu einem gegebenen Ton die passenden anderen Töne zu finden, wurde durch die genannte Komplikation immer schwieriger. Die diatonische Tonleiter mit halben und ganzen Intervallen war unzureichend und musste durch Einfügung neuer Töne, welche analog den vorhandenen durch Fortschreiten um Quinten und Rückschreiten um Oktaven gefunden wurden, zur gleichmässig fortschreitenden chromatischen Tonleiter ergänzt werden. Eine Grenze fand diese Neueinfügung von Tönen dadurch, dass Fortschreiten um 12 Quinten nahezu denselben Ton ergibt, wie Fortschreiten um 7 Oktaven (Quintenzirkel). Man erhielt deshalb so zu jedem Ton der Tonleiter mehrere nicht genau, aber doch sehr nahe damit zusammenfallende Töne, welche unmöglich alle bei der praktischen Ausführung von musikalischen Instrumenten berücksichtigt werden konnten. Da nun die Intervalle zwischen den Tönen der chromatischen Tonleiter nahezu gleich sind, so entschloss man sich, zur Beseitigung der Schwierigkeit, sie wirklich gleich zu machen unter Verzicht auf den vollkommenen Zusammenklang. Es entstand die temperirte Tonleiter, deren Töne die Schwingungszahl $c \cdot 2^{\frac{x}{12}}$ haben, wobei für x alle ganzen Zahlen von 0 bis 12 einzusetzen sind und c die Schwingungszahl des Grundtons bedeutet. Man hat aber auch andere Vorschläge gemacht. So konstruirte z. B. Antolik neue Tonleitern nach der Formel $c \cdot 2^{\frac{x}{n}}$, wobei n eine andere Zahl als 12 sein kann, z. B. 24.

Hiermit ist die Möglichkeit gegeben, Akkorde aus mehreren Tönen zu bilden, wie es die moderne harmonische Musik verlangt. Nach welchem Grundsatz müssen nun diese Töne aus den zahlreichen Tönen der chromatischen Tonleiter ausgewählt werden.

Vor allem ist das Problem zu lösen: Welches ist die eigentliche Ursache der Harmonie gleichzeitig erklingender Töne?

Der Philosoph und Mathematiker Leibniz war einer der ersten, der eine Lösung versuchte. Die Schallschwingungen müssen, meint er, da die Höhe des Tones der Seele zum Bewusstsein kommt, wenn sie den Gehörnerven treffen, von der Seele abgezählt werden. Findet dieselbe nun, wie z. B. bei Grundton und Oktave, dass sich bei dieser Zählung ein einfaches Verhältniss der Schwingungszahlen ergibt, so ist sie darüber entzückt, gerade wie ein Mathematiker, der bei seinen Berechnungen eine einfache Gesetzmässigkeit gefunden hat.

Durch die Untersuchungen von Saverio 1700, Rameau 1722, Tartini 1754 und Helmholtz 1857 über Obertöne und Kombinationstöne wurde aber klargelegt, dass die Harmonie zweier Töne sehr wesentlich durch deren Klangfarbe, d. h. die vorhandenen Ober- oder (Unter-) Töne bedingt ist. Töne weiter gedeckter Orgelpfeifen, die nahezu einfache Pendelschwingungen sind, klingen weit besser zusammen als solche enger offener Pfeifen. Fehler beim Orgelspiel in den tiefen Tönen sind weit weniger auffallend als solche bei hohen Tönen.

Auch bei tiefen Tönen erhalten wir übrigens unangenehme Dissonanzen, wenn der Intervall nicht so gross ist. Die Aufklärung muss sich also ergeben durch Untersuchung des Zusammenklings nahe benachbarter Töne.

Wir beobachten dabei ein eigenthümliches An- und Abschwellen des Tones in regelmässigen Zwischenräumen, die sogenannten Schwebungen, deren Zahl pro Sekunde gleich der Differenz der Schwingungszahlen ist, wie sich aus der Theorie der Zusammensetzung von Wellenbewegungen ergibt. Sie finden praktische Anwendung zum Stimmen von

Musikinstrumenten und zur Bestimmung der Tonhöhe gegebener Schallwellen mittelst sog. „Tonmesser“.

Ausserdem treten neue Töne (Kombinationstöne) auf, deren Schwingungszahl gleich der Summe oder Differenz der Schwingungszahlen der ursprünglichen Töne ist. Auch diese Summations- oder Differenztöne können zur Entstehung von Schwebungen Anlass geben.

Geht die Zahl von Schwebungen pro Sekunde über 132 hinaus, so werden sie vom Ohr nicht mehr empfunden, weil dann die beiden Töne soweit von einander verschieden sind, dass sie nicht mehr dieselbe Faser des Hörnerven zum Mitschwingen veranlassen können. Zwei einfache Töne, die mehr als 132 Schwebungen pro Sekunde geben, z. B. Grundton und Obertöne oder c und g u. dergl. erscheinen deshalb gut harmonirend, sie verschmelzen für das Ohr zu einem einzigen Klang.

Sehr unangenehm werden aber die Schwebungen empfunden, wenn ihre Zahl pro Sekunde 33 beträgt. Der Hörnerv wird durch das rasche Schwanken der Tonstärke in ähnlicher Weise gequält, wie der Sehnerv beim Betrachten eines flackernden Lichtes. Solche Töne erscheinen also unter allen Umständen dissonant.

Hiermit ist die Lösung unseres Problems (nach Helmholtz) gegeben: Zwei Töne harmoniren zusammen, wenn sie weder selbst, noch ihre Obertöne und Kombinationstöne und Kombinationstöne der Obertöne unter sich oder mit den Grundtönen Schwebungen in der Häufigkeit von weniger als 132 pro Sekunde ergeben und die Dissonanz ist um so entschiedener, je mehr sich die Frequenz der Schwebungen der Zahl 33 nähert.

Prüfen wir nun daraufhin die wie oben zusammengesetzte chromatische pythagoräische oder temperirte Tonleiter, so finden wir, dass weder bei der einen noch bei der andern die Töne den Anforderungen der Harmonie vollkommen genügen; wir können aber andere Tonleitern zusammensetzen, die kaum merklich von derselben verschieden und wirklich „natürlich rein“ sind, d. h. nur solche Töne

enthalten, die zur Zusammensetzung vollkommen harmonischer Akkorde sich eignen.

So ergeben sich die verschiedenen natürlich reinen Tongeschlechter oder Dur- und Moll-Tonleitern, von welchen die letzteren den strengen Anforderungen weniger genügen, als die ersteren, und deshalb, wie auch der Name andeutet, weicher klingen.

Man hat versucht, Musikinstrumente herzustellen, welche die sämtlichen Töne dieser natürlich reinen Tonleitern geben (Eitz, Harmonium des phys. Instituts in Berlin, gebaut von Schiedmayer & Söhne in Stuttgart) und insofern mit gutem Erfolge, als die darauf gespielten Musikstücke weitaus angenehmer tönen wie bei Anwendung eines Instruments mit temperirter Stimmung (nach der Ausdrucksweise von Helmholtz: einen vollkommen gesättigten Wohlklang zeigen); für den praktischen Gebrauch sind dieselben indess zu komplizirt, selbst in der Vereinfachung von Blaserna, wobei vier Tastenreihen mit je fünf Oktaven zur Anwendung kommen.

Natürlich können die aus der Theorie abgeleiteten Dur- und Moll-Tonleitern, wenn man auf vollkommene Harmonie verzichtet, auch auf temperirte Stimmung übertragen werden, indem man die natürlich reinen Töne derselben durch die nächstliegenden temperirten Töne ersetzt. So entstehen die wirklich in Gebrauch befindlichen Dur- und Moll-Tonleitern.

Unsere Theorie gibt also Auskunft über die auszuwählenden Töne und auch über diejenigen Lagen der Akkorde, in welchen (mit Rücksicht auf die entstehenden Schwebungen) der Wohlklang am vollkommensten sein muss; sie löst vollkommen und in einer unmittelbar für die Praxis verwendbaren Weise das vorgesezte Problem.

Eine andere Frage ist: Ist die Theorie auch wirklich zutreffend, ist sie vollkommen richtig?

Der erzielte Erfolg scheint dafür zu sprechen, dennoch gehen die Meinungen darüber auseinander. Aus den Untersuchungen von König, Hermann, Melde u. A. scheint hervorzugehen, dass sich die Erscheinungen (übrigens ohne Beeinträchtigung des Endergebnisses) anders deuten lassen, als es seitens der Helmholtz'schen Theorie geschieht. Zur

Zeit ist es noch nicht möglich, sich darüber ein sicheres Urtheil zu bilden, namentlich deshalb, weil die Hilfsmittel, welche uns zur Untersuchung der Zusammensetzung der Töne zur Verfügung stehen, unter welchen neben den Resonatoren auch der Phonautograph (ähnlich dem Phonographen) zu erwähnen wäre, nicht ganz zuverlässige Resultate ergeben. Es muss vor allem ein Instrument zur Untersuchung der Töne erfunden werden, welches nicht wie die andern Vorrichtungen den zu untersuchenden Schall modifizirt. Im Prinzip löst diese Aufgabe der Interferentialrefraktor von Jamin, welcher zu solchem Zwecke bereits von Raps angewendet wurde. Er ist indess nicht empfindlich genug, um genauere Resultate zu erlangen.

Bei praktischer Anwendung der Theorie hat man auch noch zu berücksichtigen, dass der Zustand des Hörnerven wesentlich mit in Betracht zu ziehen ist, dass derselbe z. B. gequält durch eine Dissonanz durch eine darauf folgende Konsonanz viel wohlthuender berührt wird, als wenn die Dissonanz nicht vorangegangen wäre, mit anderen Worten, dass Konsonanz und Dissonanz eines Akkordes nicht nur abhängen von den Tönen dieses Akkordes selbst, sondern auch von den vorangegangenen eventuell auch den nachfolgenden.

Alles dies ist übrigens von nebensächlicher Bedeutung. Man muss Helmholtz in hohem Grade Dank dafür wissen, dass er der Harmonielehre und damit der Musik eine exakte wissenschaftliche Grundlage gegeben hat, so dass die modernen Werke über diesen Gegenstand ungleich höheren Werth besitzen wie die älteren, welche, wie sich der berühmte Physiker und Physiologe Mach ausdrückt, hinsichtlich der Feinheit der darin enthaltenen Logik mit gewöhnlichen Kochbüchern auf gleicher Stufe stehen.

526. Sitzung am 13. Januar 1899.

In Anwesenheit Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs.

Anwesend: 69 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Feier zum Gedächtniss Wilhelm Eisenlohr's bei seinem 100. Geburtstag (geb. 1. Januar 1799 in Pforzheim).

In seiner eröffnenden Ansprache hob der Vorsitzende hervor, wie durch die Anwesenheit des Landesfürsten der

Feier die höhere Weihe verliehen werde. Eisenlohr war Mitbegründer des in seinen ersten Anfängen schon im Jahre 1840 entstandenen Vereins, übernahm das Präsidium 1846 an Stelle des an die Universität Berlin berufenen berühmten Botanikers Alexander Braun und legte dasselbe erst 1872, kurz vor seinem Tode, nieder, worauf Grashof folgte. Durch reiche Anregung in wissenschaftlichen Vorträgen und im persönlichen Verkehr, nicht zum geringsten auch durch sein heiteres, liebenswürdiges Wesen, das in wahrer Herzengüte wurzelte, habe Eisenlohr in seltenem Grade fördernd auf die Entwicklung des Naturwissenschaftlichen Vereins und des geistigen Lebens unserer Stadt, ja des ganzen Landes eingewirkt. Der Verein habe es deshalb als eine Pflicht der Pietät und der Dankbarkeit empfunden, in seiner ersten Sitzung nach dem 100. Geburtstag Eisenlohr's das Andenken desselben in einer besonderen Feier zu ehren. Es gereiche ihm zu besonderer Freude, dass dabei ein Kollege aus Basel den Festvortrag übernommen habe, denn Basel sei für den Gefeierten fast eine zweite Heimath geworden; hier habe er seine besten Freunde gehabt, mit denen er bis zu seinem Tode in lebhaftem wissenschaftlichen und gemüthlichen Verkehr gestanden.

Hierauf ergriff Herr Prof. **Kahlbaum** von der Universität Basel das Wort zu dem Festvortrag. Derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

Herr Hofrath **Lehmann** dankte als Vertreter der Physik an der hiesigen Hochschule dem Vortragenden für die warme Schilderung Eisenlohr's; die amtlichen Berichte entstellen vielfach das Bild des edlen Mannes. Seine Arbeiten sind für die Hochschule von grösstem Nutzen gewesen, noch heute sind die Apparate, die er erfunden und konstruirt hat, zu gebrauchen. Der Widerspruch zwischen dem wahren Bilde Eisenlohr's und dem, welches die Akten von ihm geben, erklärt sich wohl, wie der Vortragende auch durchblicken liess, zum Theil aus seinem feurigen Temperament, zum Theil aber auch aus seiner eigenthümlichen Stellung als Vertreter der theoretischen Wissenschaft an einer technischen Schule. Damals war der technische Unterricht nicht so entwickelt wie heute, und es ist wohl möglich, dass man manchmal

von Eisenlohr Dinge verlangt hat, die er als reiner Physiker wirklich nicht leisten konnte. Auch mag noch die Rivalität der Universitäten dazu gekommen sein. Um so erfreulicher ist es zu sehen, dass trotz aller Reibungen der Grossherzog ihm immer sein Wohlwollen bewahrt hat. Auch heute beweist uns Seine Königliche Hoheit durch sein Erscheinen bei dieser Feier das Interesse, welches er für die Bestrebungen empfindet, für welche Eisenlohr sein Leben lang kämpfte, wir sprechen ihm hierfür unsern tiefgefühlten Dank aus.

Geh. Rath **Wagner** berichtete mit Humor über einen bei Eisenlohr im Jahre 1865 zugebrachten Abend und ein ihm dabei von demselben für den Unterricht des Erbgrössherzogs Friedrich mitgegebenes physikalisches Kabinett, in Grösse eines Handschubkästchens, welches verschiedene kleine physikalische Apparate enthielt, deren Bedeutung er in geistreicher Weise, unter dauernder Heiterkeit der Anwesenden, erläuterte.

Der **Vorsitzende** schloss darauf die Sitzung und dankte den Rednern für ihre Mittheilungen, insbesondere Herrn Professor **Kahlbaum**, welcher die Reise von Basel hierher ganz zu dem besonderen Zwecke unternommen hatte. Er hofft, dass die alten Beziehungen zwischen den wissenschaftlichen Kreisen von Basel und Karlsruhe durch persönlichen Verkehr stets frisch und kräftig erhalten bleiben mögen.

Seine Königliche Hoheit der Grossherzog unterhielt sich hierauf noch längere Zeit mit den Anwesenden, ehe er Abschied nahm.

527. Sitzung am 3. Februar 1899.

Anwesend: 56 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**. Neuan gemeldete Mitglieder die Herren: Professor **Rupp**, Docent Dr. **Teichmüller**, Arzt Dr. **Th. Homburger**, Fabrikant **Buhl** von **Ettlingen**, Major **Mey**.

Herr Prof. Dr. **Schultheiss** sprach über das Thema: „Wesen und Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftschifffahrten“. Nach den Ausführungen des Redners, der seinem Vortrag einen kurzen geschichtlichen Abriss der bisherigen Bestrebungen auf dem Gebiet der wissenschaftlichen Luft-

schiffahrt vorausschickte, hat der Luftballon seit seiner Erfindung im Jahre 1782 durch Montgolfier und Charlier besonders einschneidende Veränderungen nicht erfahren; neu ist nur die Verwendung besser konstruierter Ventile, die Anwendung einer Zerreibvorrichtung, die den Ballon zum raschen Landen bringt, und von schweren langen Gurten anstatt des Ankers. Der Unterschied gegen die früheren wissenschaftlichen Fahrten eines Gay-Lussac (1804), J. Glaisher (1862—65) und Tissandier (1875) besteht vielmehr darin, dass die Beobachtungsinstrumente ganz wesentliche Verbesserungen erfahren haben und dass man jetzt nach vorher genau festgesetzten Plänen verfährt. Das wichtigste Instrument ist jetzt das Aspirationsthermometer, das in voller Sonne die wahre Lufttemperatur angibt, wobei die starke Strahlung, die in der Höhe herrscht, durch einen zwischen der Thermometerkugel und dessen aus hochpolirtem Metall bestehenden Umhüllungen durchgesaugten starken Luftstrom unwirksam gemacht wird. Vor Verwendung dieses von Professor Assmann in Berlin erfundenen Apparates waren die in der Höhe beobachteten Temperaturen, weil durch die Sonnenstrahlung beeinflusst, viel zu hoch; so hatte Gaisher in 7750 m Höhe nur -21° , Tissandier nur -11° gefunden, während sie nach den in den Jahren 1893 und 1897 in Berlin angestellten Auffahrten in allen Jahreszeiten nahezu gleichmässig -36° beträgt. Bei den modernen Fahrten wird besonderer Werth auf die ganze Organisation gelegt; so werden z. B. Hochfahrten nur nach sorgfältigem Trainiren der Balloninsassen ausgeführt, und nur so ist es Berson in Berlin gelungen, am 4. Dezember 1894 eine Höhe von 9159 m bei einer Lufttemperatur von -48° bei vollem Bewusstsein allerdings unter Benützung künstlicher Sauerstoffathmung zu erreichen. Von besonderer Bedeutung ist auch, dass nach einem internationalen Uebereinkommen an verschiedenen Orten gleichzeitige Auffahrten unternommen werden. Ausser den bemannten Ballons werden seit einigen Jahren auch unbemannte sog. Registrirballons verwendet, die dazu bestimmt sind, selbstaufschreibende Instrumente, von denen der Vortragende eines vorzuführen in der Lage war, in grosse Höhen zu tragen. Besondere

Schwierigkeiten bereitet bei ihnen nur, den Thermometerkörper vor der Strahlung zu schützen, was bis jetzt aber leider noch nicht völlig ausreichend gelungen ist, da die Verwendung eines aspirirten Thermometers wegen der Schwierigkeit der Registrirung ausgeschlossen erscheint. Die Registrirballons sind meist bis zu Höhen von mehr als 12000 m, ja einmal sogar bis 18000 und 21000 m emporgestiegen; die tiefste von ihnen registrirte Temperatur war -70° . Da sie mit grosser Anfangsgeschwindigkeit — bis zu 8 m in der Sekunde — in die Höhe gehen, so kann das bisher verwendete Thermometer der raschen Abnahme der Temperatur nicht folgen und es können Verzögerungen bis zu 12° eintreten. Es haben deshalb sowohl Hergesell in Strassburg und Tessereinc de Bort in Paris Thermometervorrichtungen unter Verwendung dünner Metall-Drähte bzw. Lamellen von 0,1 mm Durchmesser konstruirt, bei denen ein sehr rasches Einstellen auf die wahre Lufttemperatur stattfindet. Da man bisher nur Anfang und Ende der Flugbahn der unbemannten Ballons, leider aber keine Zwischenpunkte kannte, so hat Cailletet in Paris einen selbstthätigen photographischen Apparat ersonnen, der unter dem Ballon hängend in bestimmten Zeitabständen Aufnahmen des Untergrundes macht. Der Vortragende konnte eine aus 2250 m Höhe gemachte Aufnahme einer französischen Landschaft vorzeigen.

Der Redner ging sodann auf die Bestrebungen ein, länger andauernde Registrirungen der meteorologischen Elemente von einem frei und hoch in den Lüften gelegenen Punkte zu erhalten. Hierzu eignet sich vorzüglich der eigentlich für militärische Zwecke gebaute sogenannte Dracheball, der Wursthform besitzend und durch ein Kabel gehalten schräg aufwärts stehend, die wichtige Eigenschaft hat, auch im stärksten Wind seine Form beizubehalten und nicht, wie andere Fesselballons zur Erde herabgedrückt zu werden, vielmehr dadurch noch einen Auftrieb zu erhalten. Rotch, der Besitzer und Leiter des Blue Hill Observatoriums bei Boston, hat Drachen, und zwar sowohl den gewöhnlichen, als auch den kastenförmigen Hargrave-Drachen für den gleichen Zweck mit ausgezeichnetem Erfolg ver-

wendet; es ist ihm gelungen, an einem dünnen Klavierdraht sieben Drachen, die nach einander an das Kabel gekuppelt waren, mit selbstaufschreibenden Instrumenten viele Stunden in Höhen von mehr als 3000, selbst bis zu 3580 m zu halten. Eine Nachbildung der Aufzeichnungen dieses Aufstieges, sowie eine Reihe von Ballonphotographien und Registrirkurven von unbemannten Ballons konnte der Vortragende dank dem freundlichen Entgegenkommen des Direktors des meteorologischen Landesdienstes in Strassburg, Herrn Prof. Dr. Hergesell, der zahlreichen Versammlung vorlegen.

528. Sitzung am 17. Februar 1899.

Anwesend: 65 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Herr v. Kraatz machte eine neuere Mittheilung über Prof. Futterer; derselbe ist glücklich in Shanghai angelangt und wird demnächst wieder nach Karlsruhe zurückkehren.

Herr v. Kraatz berichtete dann noch über das neueste am 14. Februar in der Nähe des Kaiserstuhls beobachtete Erdbeben. Dasselbe trat gegen 5 Uhr ein; die genauesten Berichte schwanken in ihren Zeitangaben zwischen 4 Uhr 57 Minuten und 5 Uhr; abweichende Angaben sind auf Ungenauigkeiten im Gang der Uhren zurückzuführen. Die Bewegung der Erdschollen hat namentlich auf 3 bis 4 einander nahezu parallelen Linien stattgefunden. Dieselben lassen sich, vom Westen beginnend, etwa folgendermassen durch Beobachtungsorte festlegen: 1. Richtung Andolsheim, Fortschweiler, Munzenheim, Jepsheim, Grussenheim, Markolsheim Mackenheim, Artolsheim. 2. Altbreisach, Burkheim, Jechtingen Sasbach und nahe parallel zu dieser analog gerichtet: Hartheim, Ihringen, Bischoffingen, Leiselheim, Weisweil. 3. Eichstetten, Bahlingen, Riegel, Kenzingen, Herbolzheim. Zu diesen Bewegungsrichtungen tritt als senkrechte die Verbindung der Orte: Grussenheim, Markolsheim, Sasbach, Endingen, Riegel, Köndringen, Theningen, Mundingen, Emmendingen. Das Erdbeben ist dadurch noch besonders interessant, weil schon früher (am 17. November 1891) auf

der Fortsetzung mehrerer dieser Linien ein Erdbeben beobachtet wurde. So wurden damals als Fortsetzung der zwei Linien im Süden erschüttert: Müllheim, Zienken, Griessheim, Bremgarten, Rimsingen, Gündlingen, Rothweil und als Fortsetzung der dritten Linie die Orte Wasenweiler, Meringen, Oberachaffhausen, Waltershofen, Krozingen und Staufen. Diese Bewegungen finden offenbar auf Spalten statt, welche der grossen Schwarzwaldverwerfungslinie gegen das Rheinthal parallel laufen und geben uns Aufklärung über die Bewegungen in der festen Erdrinde auch an solchen Stellen, wo dieselbe von lockeren Schuttmassen überdeckt ist. Am stärksten soll die Bewegung in Sasbach gespürt worden sein, und das ist wohl dadurch zu erklären, dass sich in Sasbach zwei Verwerfungslinien schneiden. An Stärke haben die Erdbeben die letztjährigen übertroffen und so hier und da Schreck und Aufregung unter der Bevölkerung veranlasst, wenn auch keinerlei Schaden angerichtet wurde.

Herr Dr. G. Mie hielt hierauf einen Vortrag über „Kathodenstrahlen“. Die magnetischen und elektrischen Erscheinungen geben uns Kunde von einem eigenthümlichen Stoff, dessen Spannungs- und Bewegungszustände sich als elektrische und magnetische Kräfte äussern, der einen ebenso notwendigen Bestandtheil der Körper bildet wie die chemischen Moleküle, und der doch immer unfassbar ist im eigentlichen Sinne des Wortes, weil er durch die greifbare Materie ohne Widerstand hindurchschlüpft. Diesen Stoff nennen wir den Weltäther, seine Eigenschaften und Gesetze untersuchen wir mit Hilfe der magnetischen und elektrischen Wirkungen.

Der Aether ist sehr innig mit der greifbaren Materie verknüpft, so dass wohl keine Vorgänge in der letzteren ohne gleichzeitiges Auftreten elektromagnetischer Kräfte, die allerdings nur durch feine Messinstrumente erkannt werden, und umgekehrt sicher jede elektromagnetische Störung im Aether durch materielle Einflüsse hervorgerufen wird. Die Verknüpfungen zwischen Aether und Materie bezeichnet man als elektrische Ladungen, deren es zwei Arten gibt: positive und negative. Wie nun die elektrische Ladung auf einen Körper übertragen wird, darüber war man, so lange man

als Elektrizitätsleiter nur Metalle benutzte, sehr im unklaren, und auch heute noch ist die elektrische Leitung, d. h. die Uebertragung elektrischer Ladungen, durch die Metalle ein recht wenig aufgeklärter Vorgang.

Dagegen führten die Untersuchungen Faraday's an leitenden Salzlösungen, sogenannte Elektrolyten, zu sehr bemerkenswerthen Erkenntnissen. In Salzlösungen ist ein elektrischer Strom nothwendig mit einer chemischen Zersetzung des Salzes verbunden, auf der Seite, wo die positive Elektrizität abgegeben wird, scheidet sich das Metall, auf der anderen Seite das Säureradikal ab, während im Innern die Lösung unzersetzt bleibt. Faraday fand erstens: dass in ein und demselben Elektrolyten die Anzahl der zersetzten Moleküle genau proportional ist der überführten Elektrizitätsmenge; zweitens: dass in verschiedenen Elektrolyten ein und dieselbe Menge abgeschiedener Atome eines chemisch einwerthigen Elements immer ein und derselben übergeführten Elektrizitätsmenge entspricht, sei es nun H, Na, K, Ag etc., eines zweiwerthigen Elementes (Ca, Fe, Cu etc.) der doppelten Elektrizitätsmenge etc.

Daraus hat man die Vorstellung hergeleitet, dass die Atome die Träger der elektrischen Ladungen sind, und man nennt sie in dieser Eigenschaft Ionen. Jeder chemischen Valenz entspricht ein und dieselbe Atomladung, welche also die Zusammenhangsstelle zwischen Atom und Aether darstellt. Solange Ionen zu einem Molekül verbunden sind, verlaufen die elektrischen Kraftlinien im Innern des Moleküls, trennt man sie, so bildet sich nun in dem ganzen Zwischenraum ein elektrisches Feld aus; die Körper, welchen die einzelnen Ionen zugeführt sind, besitzen „Ladungen“ deren „Elektrizitätsmengen“ das Mass für die Anzahl der einzelnen Atomladungen sind. Die Elektrizitätsmenge ist also nicht eine beliebig theilbare Grösse, sie besteht aus „Elektrizitätsatomen“ nämlich den Atomladungen.

Ein Körper ist ein elektrolytischer Leiter, wenn in ihm Moleküle vorhanden sind, die nicht fest aneinander haftende Atome besitzen, so dass diese, der geringsten elektrischen Kraft nachgebend, durch die Flüssigkeit wandern können, und auf der einen Seite positive, auf der andern negative

Elektrizitätsüberschüsse bewirken. Diese Moleküle nennt man dissociirte Moleküle. Ein Isolator hat nur undissociirte Moleküle, deren Atome fest aneinander haften.

Gase sind im Allgemeinen sehr gute Isolatoren, doch kennt man Mittel, um ihre Moleküle zu zerspalten. Starke Erhitzung ist eines dieser Mittel; so besteht der elektrische Lichtbogen aus Gasen und Metaldämpfen, die durch die kolossale Hitze leitend geworden sind. Chemische Vorgänge bieten ein anderes Mittel; so sind die Flammengase elektrisch leitend. Endlich sind noch die Röntgen-Strahlen zu erwähnen, welche einem Gase, durch das sie hindurchgehen, vollständig die Natur der flüssigen Elektrolyten verleihen.

Interessanter sind die Vorgänge der disruptiven Entladung, bei welcher die fest verbundenen Atome eines vollkommen isolirenden Gases erst durch die Kraft eines sehr intensiven elektrischen Feldes gewaltsam zerrissen werden. Es gibt mehrere Formen der elektrischen Entladungen, welche eine Reihe bilden, deren äusserstes Glied einerseits oder Glimmentladung, andererseits die Funkenentladung bildet.

Glimmentladung entsteht bei schwacher Elektrizitätszufuhr; dann werden nur die Moleküle an der stärksten Stelle des Feldes unmittelbar an dem elektrisch geladenen Leiter, der Elektrode, dissociirt und im übrigen geschieht die Leitung durch die Strömung der Ionen über weite Strecken, den elektrischen Wind.

Funkenentladung bildet sich bei stärkerer Elektrizitätszufuhr; es wird das Gas unter Lichterscheinung längs einer Linie, die die beiden Elektroden verbindet, dissociirt und die Elektrizitätsleitung geschieht ähnlich wie bei der Elektrolyse durch eine Verschiebung der entstandenen Ionen.

Alle anderen Arten der Entladung bilden Mittelglieder zwischen diesen beiden typischen Formen.

Dass die disruptive Entladung wirklich mit einer gewaltsamen Zerspaltung der Moleküle verbunden ist, ist durch eine Reihe Versuche bewiesen. Aber es ist nicht der einzige Vorgang, aus welchem die Entladung besteht.

Schon wenn man einen Funken in gewöhnlicher Luft betrachtet, sieht man, dass nur an der positiv geladenen Elektrode, der Anode, die Lichtlinie des Funkens einfach in

einem Punkte an dem Metall ansetzt, dass dagegen die negative Elektrode, die Kathode, an der Stelle, wo der Funke endigt, mit einem breiten blauen Glimmlichtfleck bedeckt ist. Genauer sehen Sie diese Erscheinung bei Entladung durch verdünnte Luft, ich zeige Ihnen hier eine Anzahl Geissler'scher Röhren mit zunehmendem Verdünnungsgrade der Luft. Sie sehen, wie an der wie an der Anode in einem bestimmten Punkt die positive Lichtsäule beginnt, wie sie dann frei endigt, und wie die Kathode vollständig von bläulichem Glimmlicht umkleidet ist, welches bei wachsender Verdünnung mehr und mehr sich in den umgebenden Raum ausbreitet. Am besten erkennen Sie daher das negative Glimmlicht in der am meisten evakuirten Röhre. Sie sehen die Kathode von einem eng anliegenden rosafarbenen Lichtsaum umgeben, auf diesen folgt eine dunkle Schicht, der „innere dunkle Raum“, diesen umgibt das weit ausgedehnte bläuliche Glimmlicht und zwischen diesem und dem positiven Licht sehen Sie den „äusseren dunklen Raum“.

Misst man die elektrische Spannung, welche nöthig ist, die Entladung in der Geissler'schen Röhre hervorzurufen, so findet man, dass sie sich aus zwei Summanden zusammensetzt, derjenigen Spannung, die in der positiven Lichtsäule verbraucht wird, und der zur Erzeugung der Kathodenvorgänge nöthigen Spannung. Der erste Theil nimmt mit wachsender Verdünnung ab und ist auf die ganze Lichtsäule gleichmässig vertheilt, der zweite nimmt mit der Verdünnung zu und wird in der unmittelbaren Umgebung der Elektrode allein fast ganz verbraucht, während im Glimmlicht und im äusseren dunklen Raum wenig Spannung vorhanden ist.

Es folgt hieraus, dass die Oberfläche der Kathode der Schauplatz besonderer Vorgänge ist, welche mit zunehmender Verdünnung immer intensiver werden. In der That lehrt Sie ein Blick auf die Entladung in den Geissler'schen Röhren hier, dass ausser dem Vorgang der Leitung im Gase, welcher offenbar durch das Leuchten des Gases gekennzeichnet wird, in der Umgebung der Kathode noch ein anderer Prozess sich abspielen muss; denn Sie sehen, dass das Gas selber, das die Kathode umgibt, in einem hellgrünen Licht erstrahlt. Schicke ich den Strom durch diese sehr stark evakuirte

Röhre, so bemerken Sie ein ungeheuer viel intensiveres Leuchten des Glases, während das Gas nur von einem matt-grauen Nebel erfüllt ist.

Dieses Leuchten der Glaswand wird durch eine von der Kathode ausgehende Wirkung erzeugt. Ich zeige Ihnen jetzt eine Anzahl sehr hoch evakuirter Röhren, welche dies genauer zeigen. Sie bemerken, dass sich der helle Lichtfleck des Glases immer genau so verhält, wie wenn er erregt wird durch das Auftreffen einer gradlinig von der Kathode ausgehenden Strahlung. Bringt man in den Gang dieser Strahlen einen festen Körper, so wirft er einen Schatten.

Diese Strahlen, die Kathodenstrahlen, sind zuerst von Hittorf (1869) beschrieben, dann von Goldstein und Crookes weiter untersucht. Im Jahre 1891 machte Hertz die Entdeckung, dass sie dünne Metallmembranen durchdringen, bald nach seinem Tode gelang es 1894 seinem letzten Assistenten, Lenard, sie durch eine dünne, aber feste und luftdichte Membran aus der evakuirten Röhre heraus in die Luft treten zu lassen, wo sie sich durch einen grauen Lichtnebel und durch Ionisirung der Luft bemerkbar machten. Ende 1895 entdeckte Röntgen, dass von den Stellen, wo Kathodenstrahlen auf feste Körper auftreffen, die merkwürdige, nach ihm benannte Strahlenart, entsendet wird. Ich zeige Ihnen hier eine Röntgen-Röhre neuester Konstruktion. Sie bemerken auf diesem Phosphoreszenzschirm deutlich die Wirkung. In den beiden letzten Jahren sind, hauptsächlich von Lenard, Wien, Kaufmann, J. J. Thomson, eine Reihe höchst merkwürdiger Thatsachen zutage gefördert, über die ich nunmehr zugleich mit allem schon früher bekannten referiren will.

Erstens durchdringen die Strahlen, wie wir schon sahen, dünne Membranen fester Körper. Und zwar ist die Absorption, die sie dabei erleiden, nahezu unabhängig von der Natur des durchstrahlten Körpers, einfach proportional mit der Gewichtsmenge Stoff pro Flächeneinheit. Diese Fähigkeit, feste Körper zu durchdringen, macht es möglich, die Strahlen in rings metallisch geschlossenen Räumen, in denen jede Spur der Einwirkung äusserer elektrischer Kräfte ausgeschlossen ist, zu untersuchen.

Zweitens: Sie führen stets negative elektrische Ladungen mit sich, auch durch abgeleitete Metallmembranen hindurch. Dies ist wohl die merkwürdigste Thatsache, die wir von ihnen kennen.

Drittens: Sie setzen ein Flügelrädchen in Bewegung im Sinne einer in ihrer Richtung stattfindenden Strömung.

Viertens: Sie werden in einem Magnetfeld abgelenkt, wie ein Strom negativer Elektrizität. Sie sehen an dieser Crookes'schen Röhre deutlich die Wirkung des Magneten.

Fünftens: Sie werden von elektrischen Kräften abgelenkt, wie negative elektrische Theilchen.

Sechstens: Parallele elektrische Kräfte verändern sie so, wie wenn ihre Geschwindigkeit vergrößert oder verkleinert wird, gerade wie bei Strömungen negativ elektrischer Theilchen.

Siebtens: Körper, auf die sie auftreffen, werden stark erhitzt, und man kann die abgegebene Energiemenge messen.

Endlich ist noch ganz allgemein zu sagen, dass ihre Natur weder vom Material der Elektroden, noch von dem Gasrest in der Röhre, noch auch unmittelbar vom Grade der Verdünnung abhängt, sondern ganz allein von der Höhe des zu ihrer Erzeugung gebrauchten Potentialgefälles. Je höher dieses ist, umso intensiver und umso weniger ablenkbar sind sie. Deswegen treten sie in stark evakuirten Röhren so intensiv auf, weil in diesen das Kathodengefälle sehr gross ist.

Diese Experimente führen zu der Ansicht, dass die Kathodenstrahlen negativ elektrische Partikelchen sind, die mit grosser Geschwindigkeit von der Kathode abgeschleudert werden. Quantitative Versuche gestatten auf verschiedene Weise, sowohl ihre Geschwindigkeit zu messen, welche mit wachsendem Kathodenpotentialgefälle zunimmt, und bei 100 000 Volt zu etwa $\frac{1}{4}$ Lichtgeschwindigkeit, d. h. 70 000 km/sec bestimmt ist, als auch das Verhältniss der Masse zu der elektrischen Ladung der Partikelchen, welches sich als konstant und zwar zu etwa $\frac{1}{850}$ desselben Verhältnisses bei den Wasserstoff-Ionen ergeben hat. Wir können deshalb sagen:

Die Kathodenstrahlen bestehen aus spezifischen Trägern negativer elektrischer Ladungen, welche

diese nicht anders an Leiter abgeben, als dass sie selber in die Leiter eindringen. Diese Partikelchen haben eine Masse von nur ungefähr $\frac{1}{650}$ eines Wasserstoffatoms und werden mit enormen Geschwindigkeiten (70000 km/sec) von der Kathode abgeschleudert.

Im hohen Vakuum findet aber noch eine andere Strahlung statt, die man nur bei besonderer Versuchsanordnung beobachten kann. Diese wurde von Goldstein (1886) entdeckt. Besitzt nämlich eine Kathode, welche nach einer Seite hin Kathodenstrahlen entsendet, eine Oeffnung, so sieht man durch diese rückwärts eine andere Art Strahlen gehen, die Goldstein Kanalstrahlen nannte. Die Kanalstrahlen stürzen also in entgegengesetzter Richtung, wie die Kathodenstrahlen entsendet auf die Kathode zu, sie erzeugen auf ihr den obenerwähnten rosafarbenen Lichtmantel, und können als Strahlen über längere Strecken nur dann erscheinen, wenn die Kathode durchbohrt ist. In dieser Röhre hier kann ich Ihnen die Kathodenstrahlen zeigen.

Die Kanalstrahlen sind im vergangenen Jahre von Wien nach denselben Methoden, wie die Kathodenstrahlen, untersucht. Es hat sich ergeben, dass sie aus positiv elektrisirten Partikelchen bestehen, welche eine Geschwindigkeit von etwa $\frac{1}{1000}$ Lichtgeschwindigkeit (nämlich 360 km/sec) haben und für die das Verhältniss von Masse und Ladung von derselben Grössenordnung ist wie für chemische Atome (z. B. Metallatome). Wir können also sagen:

Die Kanalstrahlen bestehen aus gewöhnlichen chemischen Atomen (Metallatomen), die Träger positiver Ladungen sind und mit etwa $\frac{1}{1000}$ Lichtgeschwindigkeit auf die Kathode losstürzen.

Darnach wird es sehr wahrscheinlich, dass ein Metallatom im unelektrischen Zustand besteht aus dem positiven Ion, welches den grössten Theil seiner Masse repräsentirt, und einem kleinen negativ elektrischen Partikelchen, welches für alle Metalle dieselbe Natur hat.

Ein elektrischer Strom in Metallen wird wohl durch die Wanderung dieser leichten negativen Partikelchen besorgt.

Die Entladungen in Gasen bestehen aus zwei ganz ver-

schiedenen Vorgängen. Die Kathode schleudert Kathodenstrahlen aus, in einer dichten Gasumgebung nur mit kleiner Geschwindigkeit, so dass sie bald von dem Gase absorbiert werden, indem sie dieses leitend machen; von der Anode geht die oben geschilderte Zerreiſung der Moleküle und elektrolytische Leitung aus, deren Strom sich dann in dem durch die Kathodenstrahlen ionisirten Gas leicht zur Kathode fortsetzt. In hochverdünnten Räumen leistet der Gasrest nur wenig, hier besteht der Vorgang der Entladung hauptsächlich in der Erzeugung von Kathoden- und Kanalstrahlen an der Oberfläche der Kathode.

Es ist sehr bemerkenswerth, dass noch eine andere vor kurzem gemachte Entdeckung die Schlüsse über die Metallatome bestätigt. Vor zwei Jahren entdeckte der Holländer Zeemann, dass ein Magnetfeld das von einem glühenden Metalldampf entsendete Licht beeinflusst. Aus der Art dieses Einflusses konnte er schliessen, dass das Licht nicht durch Bewegung des ganzen Metallatoms, sondern nur eines kleinen, leicht beweglichen negativen Partikelchens erzeugt wird; er fand die Masse dieses Partikelchens von der Grössenordnung eines $\frac{1}{1000}$ eines Wasseratoms.

Es scheint also in der That, dass die Hoffnung berechtigt ist, dass wir bald neue Einblicke in das Wesen und die Zusammensetzung der Atome selbst gewinnen werden.

An den Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion, an welcher sich die Herren Geh. Rath Engler, Hofrath Lehmann und Dr. Wöhler betheiligten.

529. Sitzung am 3. März 1899.

Anwesend: 37 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Herr Dr. Gelpke hielt einen Vortrag über die „Bubonensepe““. Die Pest (Drüsen-, Beulen- oder Bubonensepe genannt) ist eine spezifische Infektionskrankheit, welche sich durch schwere Affektionen des Lymphdrüsen-systems auszeichnet und meist in kürzester Zeit zum Tode führt.

Pestepidemien lassen sich weit in die vorchristliche Zeit verfolgen. So lesen wir an verschiedenen Stellen des alten Testaments (z. B. im II. B. Samuelis) von Pestilenzen, welche

unglaublich grosse Verheerungen unter dem Volke Israel anrichteten. Am meisten bekannt unter den europäischen Epidemien ist die unter dem Namen „schwarzer Tod“ im 14. Jahrhundert (1347) grassirende, welche über den grössten Theil Europas Angst und Entsetzen verbreitete. Die letzte Epidemie in Europa herrschte am Ende des 17. Jahrhunderts (Italien). Endemisch ist die Pest von jeher in Asien. Hier verbreitete sie sich von einer kleinen Provinz Yunnan (im Himalayagebiete) nach verschiedenen Richtungen (Arabien, Persien, Mesopotamien und Afrika) aus. In den Jahren 1882 und 1884 trat die Seuche mit grosser Heftigkeit in China auf und verschleppte sich nach Canton und Hongkong. Von hier aus wurde auf dem Seewege ganz Vorderasien infiziert, wo sie noch heute hauptsächlich in Bombay ihr Unwesen treibt. Zur Erforschung des Wesens der Pest wurden von vielen Ländern wissenschaftliche Kommissionen in die Pestgebiete entsandt. Im Jahre 1894 studirten japanische und französische Gelehrte, unter denen besonders Kitasato und Yersin genannt werden müssen, in Hongkong und Canton die Verbreitungsweise und den Erreger der Pest. Es gelang ihnen, den sogenannten Pestbazillus zu entdecken und rein zu kultiviren. Vortragender demonstirte denselben unter dem Mikroskop und zeigte verschiedene Photographieen, welche die charakteristischen Eigenschaften desselben illustrierten. In biologischer Hinsicht wurde die relativ geringe Widerstandsfähigkeit des Pestbazillus gegen chemische und atmosphärische Einwirkungen (Austrocknung) erwähnt, welche der Ausbreitung und verderblichen Wirkung gewisse natürliche Schranken setzt. Die beiden obengenannten Forscher erkannten weiter, dass die Pest sich hauptsächlich auf zweierlei Wegen verbreitet. Zunächst wird die Seuche von Mensch zu Mensch übertragen, gleichzeitig jedoch noch in weit ausgedehnterem Masse durch gewisse Hausthiere und zwar vorzugsweise durch die in Asien in unglaublicher Menge vorhandenen Ratten verschleppt. Vortragender schildert eingehend die in den Häusern von Canton, Hongkong und Bombay herrschenden hygienischen Missstände, welche den innigen Kontakt der Ratten mit den Menschen erklärlich machen. Von Alters her war schon bekannt, dass jedesmal, bevor

eine Pestepidemie unter den Menschen auftrat, die Ratten schaarenweise unter ganz den gleichen Symptomen erkrankten und verendeten. Kitasato und Yesin gelang es, den bakteriologischen Beweis zu bringen, dass der spezifische Erreger dieser Rattenkrankheit nichts anders als der gleiche Pestbazillus war, wie er bei den pesterkrankten Menschen gefunden wurde. Beide Forscher vermochten auch genau die Wege anzugeben, auf denen bisher „Rattenbazillus“ in den menschlichen Organismus gelangt. Sie zeigten, dass derselbe hauptsächlich durch Ameisen, welche sich von den toten Ratten nährten und durch Ungeziefer (Wanzen und Flöhe) auf die menschlichen Nahrungsmittel und auf die Haut der Menschen übertragen wurde. Im Anschluss an diese Thatsache erörterte Vortragender die Art und Weise, auf welche überhaupt der Mensch mit Pest infiziert werden könne. Es seien Wege, die in Betracht kämen: Einmal die Uebertragung durch die Luft, durch welche lebensfähige Pestbazillen in die Lunge gelangen könnten; dann die Infektion von der Haut aus (kleine Wunden, Stiche etc., welche auf diese oder jene Weise mit Pestbazillen infiziert würden) und schliesslich der Hauptweg, die Ansteckung vom Verdauungswege aus. Der letzte Weg sei der bei weitem häufigste. Infizierte Nahrungsmittel (auch Wasser) und infizirendes Pestmaterial würden durch die Hände und Essgeschirre in den Mund und weiter in den Magen verschleppt. — Vortragender schilderte dann das Krankheitsbild der Pest, welches je nach dem Modus der Infektion ein verschiedenes sei. Bei der Uebertragung von Hautwunden aus treten hauptsächlich die Anschwellungen der benachbarten Drüsen, welches einen kolossalen Umfang annehmen, aufbrechen und vereitern können, in den Vordergrund. Wenn die Lungen infiziert werden, nimmt die Pest anfangs ganz den Charakter einer gewöhnlichen Lungenentzündung an und erst später treten charakteristische Pesterscheinungen (Pestbazillen im Auswurf etc.) hinzu. Bei der Infektion vom Darne aus erscheint die Pest unter dem Bilde eines foudroyant verlaufenden Typhus, zu dem sich rasch die Zeichen einer Blutzersetzung hinzugesellen.

Die Aussicht auf Heilung ist nur in den Fällen eine

relativ günstige, in denen es nur zur Bildung von Drüsen-schwellungen (Bubonen) ohne schwere Allgemeinsymptome kommt. Die unter dem Bilde der Lungenentzündung und des Typhus einhergehenden Pesterkrankungen enden in kürzester Zeit fast ohne Ausnahme tödtlich — Eingehend wurde vom Redner die Frage der Behandlung der Pest erörtert. Bis zum Jahre 1894 beschränkte sich die Behandlung der Pestkranken darauf, die bedrohlichen Symptome, das Fieber, die Magen- und Darmerscheinungen etc. durch entsprechende Mittel zu bekämpfen und auf chirurgischem Wege die geschwollenen Bubonen zu behandeln. Mit der Entdeckung des spez. Pesterregers kam der Gedanke an die Herstellung eines Pestserum in den Fluss, welches ähnlich wie das Diphtherie-Heilserum wirken sollte. Redner verbreitete sich eingehend über die Grundzüge der sogenannten Serumbehandlung, um daran anschliessend die Gewinnung des Pestserums und die damit erzielten Erfolge zu schildern. Yersin war der Erste, welcher durch Infektionen kleinster Mengen von lebenden Reinkulturen ein Pferd gegen Pest immun machte und mit dem Blutserum dieses Thieres Impfversuche an Thieren und Menschen anstellte. Die Versuche an kleineren Thieren ergaben ein äusserst günstiges Resultat insofern, als die vorher geimpften Thiere nach der Injektion von Pestbazillen nicht zu Grunde gingen, was in typischer Weise bei den vorher nicht geimpften Thieren der Fall war. Den heilenden Werth dieses Serums konstatierte Yersin bei 23 pestkranken Menschen in Hongkong, von denen nur 2 starben. — Da die weitere Gewinnung eines derartigen Heilserums mit grossen Schwierigkeiten und Gefahren für die Umgebung verknüpft war, so versuchte Yersin durch Benutzung todter Kulturen (d. h. deren Stoffwechselprodukte) ein gleichwerthiges Serum zu gewinnen. Die hiermit angestellten Versuche an Thieren und Menschen waren weniger glücklich. Ein augenblicklich in verschiedenen bakteriologischen Instituten (Institut Pasteur in Paris u. a.) mit grosser Emsigkeit inscenirtes Studium verspricht den Gewinn eines noch wirksameren Heilserums.

Von grosser Wichtigkeit sowohl für die Verhältnisse in den Pestgegenden Asiens, wie für Europa sind zweckmässige

Massregeln für das weitere Fortschreiten der Pest einerseits und die Verbreitung einer etwaigen Verseuchung Europas. Redner betont, dass etwaige prophylaktische Massnahmen in einem Lande mit so unglaublichen hygienischen Missständen (Schmutz in den Häusern und Strassen, Abneigung des Volkes gegen jede sanitäre Einwirkung) auf unüberwindliche Schwierigkeiten stossen und selbst mit grossen Geldsummen nicht durchführbar sind. Insbesondere scheint es fast unmöglich, die unendlich grosse Zahl von infizirenden Ratten zu vernichten. Von grosser Wichtigkeit für das europäische Interesse ist die strenge Durchführung der Quarantäne für alle aus pestinfizirenden Gegenden kommenden Menschen und Schiffe, welche auf Grund internationaler Verträge und Beschlüsse rigoros gehandhabt werden muss.

Redner betont am Schlusse seines Vortrages die grossen Verdienste, welche sich die bakteriologische Forschung um die Medizin der Neuzeit erworben habe und schloss mit dem Wunsche, dass dieselbe sich auch in Zukunft zum Heile der Menschheit weiter entfalten möge.

An den Vortrag schloss sich eine Diskussion mit den Herren Dr. **Tross**, **Ammon**, Geh. Rath **Engler** und Professor **Schröder** an.

Herr Geh. Rath **Engler** machte zum Schluss noch eine Mittheilung über ein neues mittelst des Spektrums in der Korona der Sonne gefundenes Element, das als „Koronium“ genannt wurde, und das ein Italiener auch auf der Erde in den Dämpfen einer heissen Quelle gefunden haben will.

530. Sitzung am 17. März 1899.

Anwesend: 75 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath **Meldinger**.

Die Sitzung fand im grossen Hörsale des neuen elektrotechnischen Instituts der Technischen Hochschule statt. Sie hatte zum Theil den Zweck, den Mitgliedern des Vereins nähere Kenntniss zu geben von dieser grossartigen Schöpfung, wie sie wohl einzig in Deutschland dastehen dürfte. Der Direktor des Instituts, Herr Hofrath Professor **E. Arnold**, hielt zunächst einen Vortrag über „Das magnetische Drehfeld“. Der Redner zeigte, dass in einem mit Draht-

spulen versehenen Eisenringe die Pole des Ringes dadurch verschoben werden können, dass die Drahtspulen abwechselnd an verschiedenen Stellen des Ringumfanges mit den Klemmen einer Gleichstromquelle verbunden werden und erläutert die Wirkung des so erzeugten Drehfeldes durch Experimente.

Mit Hilfe von zahlreichen Illustrationen wurde dann anschaulich erläutert, dass ein magnetisches Drehfeld sich noch einfacher durch phasenverschobene Wechselströme erzeugen lässt. Die den Vortrag begleitenden Experimente zeigen, wie durch die Wirkungen dieses Drehfeldes ein Eisenstab, ein Kupferstab, eine Eisenscheibe, eine Kupferscheibe, sowie Eisenfeilspähne zur Rotation um den Mittelpunkt des Eisenringes gebracht werden können.

Daran anschliessend wurde die Bauart und die Wirkungsweise der Drehstrommotoren und die Kraftübertragung mittelst Drehstrom durch mehrere Experimente und durch Projektionsbilder erklärt.

Der zweite Theil des Vortrages betraf die Beschreibung des neuen elektrischen Instituts. Das Gebäude bedeckt eine Fläche von 41×40 m und umschliesst einen Lichthof von $15,5 \times 13,5$ m. Es besteht aus Kellergeschoss, Erdgeschoss und Obergeschoss. Im Obergeschoss befinden sich zwei Hörsäle von 192 bzw. 72 Sitzplätzen, ein grosser Konstruktionssaal, einige Uebungssäle und die Verwaltungsräume nebst der Bibliothek. Das Erdgeschoss enthält grosse Laboratorien, in welchen die Studirenden mit den elektrischen Messungen und Messmethoden, den magnetischen Untersuchungen von Eisen, der Aichung und Graduirung von Messinstrumenten vertraut gemacht werden. Im Kellergeschoss befinden sich die Laboratorien für spezielle Messungen und Uebungen, und zwar ein Aichraum, zwei Räume für die Untersuchung von Kabeln, Leitungen und Isolirmaterialien, ein Hochspannungsraum für Ströme bis 150000 Volt Spannung, zwei Räume für Photometrie, ein Raum für chemische Arbeiten und ein Raum für spezielle Messungen an Dynamomaschinen. Ausserdem sind im Kellergeschoss die Accumulatorenbatterien, sowie die Kessel der Niederdruckdampfheizung, ein Kohlenraum, ein Magazin und der 35 PS. Gasmotor untergebracht.

Zwischen dem Erd- und Kellergeschoss liegt der Fussboden des grossen Maschinensaales.

Derselbe ist 24 m lang und 11 m breit, 6,4 m hoch und wird von einem elektrischen Laufkrannen von 2500 kg Tragkraft beherrscht. Der Saal ist mit zahlreichen Maschinen für Gleichstrom, Wechselstrom und Drehstrom, mit Transformatoren, Regulirwiderständen, Schaltapparaten und Schalttafeln ausgerüstet. Hier haben die Studirenden Gelegenheit, die in den oben erwähnten Laboratorien erlernten Messmethoden auf die Messungen an Maschinen anzuwenden und die Eigenschaften und Eigenthümlichkeiten der Maschinen zu studiren und sich diejenigen Kenntnisse anzueignen, welche für einen im Betriebe stehenden Elektroingenieur unentbehrlich sind.

Neben dem Maschinensaal befindet sich der Hauptschalt-raum, das Magazin und die Werkstatt. In den Hauptschaltraum führen die Leitungen aller Stromquellen des Instituts, und von da aus gehen die Leitungen nach allen Laboratoriumsräumen. Durch entsprechende Umschaltungen kann jedes Laboratorium mit einer beliebigen Stromquelle verbunden werden.

Dem Institut stehen folgende Stromquellen zur Verfügung:

1. Ein 35 PS. Gasmotor der Gasmotorenfabrik Deutz, direkt gekuppelt mit einer 22 KW. Gleichstrommaschine und einer 22 KW. Drehstrommaschine von der Gesellschaft für elektrische Industrie in Karlsruhe.
2. Ein 12 PS. Gasmotor, direkt gekuppelt mit einer Gleichstrommaschine von Gebr. Körting.
3. Ein Gleichstrom-Wechselstrom-Umformer von 1,5 KW.
4. Ein Gleichstrom-Drehstrom-Umformer von 1,5 KW.
5. Drei Accumulatorenbatterien von je 60 Zellen zu 500, 360 und 180 Ampère-Stunden Kapazität.

Ferner werden die in der Ausführung begriffene Hochschulzentrale und die städtische Centrale mit dem Institute verbunden werden.

Die Kosten des Baues betragen etwa 300 000 M. und der Werth der inneren Einrichtungen, der Maschinen, Apparate und Instrumente beträgt etwa 250 000 M.

Der Architekt des schönen und in allen Einzelheiten mit grosser Sorgfalt durchgeführten Baues war Herr Oberbaurath Professor Dr. Warth.

An den Vortrag schloss sich eine Besichtigung der elektrisch beleuchteten Räumlichkeiten.

531. Sitzung am 28. April 1899.

Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**. Anwesend: 110 Mitglieder und geladene Gäste, unter welchen sich die Herren Minister Dr. Eisenlohr und Dr. Buchenberger, ferner Herr Geh. Rath Arnspurger, Herr Domänenrath Futterer von Heidelberg und Herr Amtmann Holderer von Lahr, sowie dem Verein nicht angehörende Lehrer der Technischen Hochschule befanden.

Die Sitzung trug den Charakter einer Feier und zwar der glücklichen Rückkehr der Herren Professor Dr. Futterer und Amtmann Dr. Holderer von ihrer nahe anderthalbjährigen Reise durch Centralasien (506. Sitzung).

Herr Geh. Rath Dr. **Engler** erinnerte in seiner Begrüssungsansprache daran, dass Herr Prof. Futterer in der Vereinssitzung vom 5. November 1897, unmittelbar vor dem Antritt der Reise, von der er jetzt glücklich zurückgekommen, das Programm hier entwickelt habe und mit den besten Wünschen hier verabschiedet worden sei. Heute dürfe er die Herren Dr. Futterer und Dr. Holderer namens des Vereins und der Technischen Hochschule, und, wie er wohl beifügen dürfe, auch namens der Stadt und des Vaterlandes, von Herzen willkommen heissen. Mit diesem Willkommensgruss verbinde er den Dank für die kühne wissenschaftliche That, die weit über die gewöhnliche Thätigkeit des Vereins hinausgehe, die wir mit Stolz verzeichnen dürfen als die That unseres Landsmanns, eine wissenschaftliche That, die ihren besten und schönsten Lohn in den wissenschaftlichen Resultaten finden wird, welche diese Reise zur Folge haben dürfte. Dieselben werden ja nicht rasch heranreifen, es werde noch einige Zeit hierzu erforderlich sein, allein alle seien überzeugt, dass die Resultate dieser Reise uns Deutschen und der Wissenschaft allezeit Ehre machen werden.

Nunmehr ergriff Herr Prof. Dr. **Futterer**, von den zahlreich erschienenen Mitgliedern aufs wärmste begrüsst, selbst

das Wort, um über den Gesamtverlauf der Reise einen kurzen übersichtlichen Bericht zu erstatten. Er könne zunächst nur mittheilen, was sie auf der Reise erlebt und worauf sich ihre wissenschaftlichen Beobachtungen und Untersuchungen erstreckt hätten; die wissenschaftlichen Ergebnisse festzustellen, bedürfe es noch einiger Zeit zur Ueberarbeitung des aufgenommenen Materials, Ordnung der Sammlungen u. s. w. Die werthvollen Sammlungen sind trotz der verschiedenen Fährlichkeiten und Schwierigkeiten gut angekommen, mit Ausnahme einer Kiste Vogelbälge, die bei der Erkrankung eines die Expedition begleitenden Kosaken mit diesem nach Ostchina vorausgeschickt worden war, einmal ins Wasser fiel und, bis die Reisenden selbst eintrafen, nicht hatte geöffnet werden können, sodass die Bälge verfault waren. Die Reise selbst schilderte der Redner ungemein anschaulich, die Gefahren, die Schwierigkeiten und Strapazen, die zu überwinden waren, mehr ahnen lassend als im einzelnen ausmalend. Dr. Holderer legte die zoologischen, Dr. Futterer die geologischen und sonstigen Sammlungen an. Die dreimaligen meteorologischen Tagesaufzeichnungen wurden auf der ganzen Reise ausgeführt, ebenso wurde in der Wüste Gobi und in Tibet die Temperatur am Boden gemessen, die Strahlung des Bodens, die Feuchtigkeit der Luft und ausserdem bei starken Stürmen die Windstärke festgestellt. Zum Schlusse seiner mit grossem Beifall aufgenommenen Rede versicherte Prof. **Futterer**, er werde sich von ganzem Herzen freuen, wenn das Unternehmen für die Wissenschaft fruchtbringend wirken und auch im Verein selbst zu anregenden Diskussionen führen werde.

An den Vortrag schloss sich ein Abendessen, das einen sehr heiteren Verlauf nahm, und an dem sich über 70 Personen beteiligten. Festreden und humoristische Gesänge wechselten miteinander ab. Herr Prof. **Oechelhäuser** feierte in einem Toast die beiden Reisenden; Herr Geh. Rath **Arnsperger** als Vertreter des Kultusministeriums und Direktor des Oberschulrathes wies auf die Bedeutung der Reise für die Förderung der Wissenschaft hin und konnte eine derartige Initiative der Jugend nur zur Nachahmung empfehlen, sein Hoch galt der deutschen Wissenschaft; Herr

Prof. **Futterer**, nach einem Dank für die freundlichen Worte, gedachte der Behörden, welche durch Empfehlungen wesentlich zur Förderung des Unternehmens beitrugen, insbesondere Sr. K. H. des Grossherzogs durch höchstdessen Familienbeziehungen zu der russischen Regierung und brachte ein mit donnerndem Beifall aufgenommenes Hoch auf denselben aus; Herr Geh. Rath **Battlehner** liess in humoristischen Worten den anwesenden Vater Futterers, Herrn Domänenrath Futterer von Heidelberg, leben, worauf dieser ebenso humorvoll entgegnete und die gefahrvolle Reise als eine That deutscher Männer hinstellte; sein Hoch galt dem deutschen Vaterlande. Damit schloss der offizielle Theil des Festes, aber die Stimmung hielt die Mehrzahl der Gäste noch mehrere Stunden nach Mitternacht zusammen.

Sitzung am 5. Mai 1899.

Gemeinsam mit der deutschen Kolonialgesellschaft und dem alldutschen Verband im grossen Museumssaale.

Herr Salineninspektor Dr. **Buchrucker** von Dürnheim, früher Mitglied des Naturwissenschaftlichen Vereins, hielt einen Vortrag über seine Reisen in Deutsch-China und der Provinz Schantung, welche er im Auftrage deutscher Grossindustrieller im vergangenen Jahre bereist hat. Der Vortragende ging von der geologischen Beschaffenheit der Provinz Schantung aus und brachte deren geotektonischen Aufbau und Lage zur grossen Ebene von China und zu den benachbarten Provinzen Ishili, Honau und Schansi in Beziehung. Nach einem allgemeinen Ueberblick über Geologie, Klima, Grössenverhältnisse, Einwohnerzahl und dergleichen der Provinz, schilderte er in ausführlicher Weise das Leben der Bewohner, ihre Sitten und Gewohnheiten, die Kleidung und Charaktereigenschaften und kam dann auf die Erzeugnisse von Landwirthschaft und Industrie und besonders auf die mineralischen Schätze des Landes zu sprechen. Eine eingehende Schilderung fanden dabei die zahlreichen Kohlenlagerstätten, die Eisenerzlager von I-tschou-fu und das Vorkommen von Gold; in grossen Zügen erwähnt wurden die technisch und wissenschaftlich interessanten Funde von

Kupfer, Blei, Silber, Glimmer und Diamanten. Der Vortragende hatte in sachgemässer und übersichtlicher Weise seinen Stoff geordnet und war bestrebt, über alles Wissenwerthe der Provinz Schantung ein abgeschlossenes Bild zu entwerfen, welches den Stempel der Wahrheit und Objektivität an sich trug. Der Vortrag war frei von überschwänglichen Schilderungen, und der Zuhörer gewann den Eindruck, dass unsere neue Erwerbung im Reich der Mitte alle die auf sie gesetzten Erwartungen erfüllen wird, sofern Thatkraft und Umsicht, materielle Mittel und Intelligenz bei der kommerziellen und industriellen Erschliessung der Provinz Schantung und des weiteren Hinterlandes zusammenwirken. Der Vortrag bot vieles Neue und Interessante, zumal Schantung zu denjenigen Provinzen Chinas gehört, welche noch am wenigsten bekannt und erschlossen sind.

532. Sitzung am 12. Mai 1899.

Anwesend: 37 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler. Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Zahntechniker H. Allers, Amtsrichter Dr. W. Benckiser, Staatsanwalt Dr. Fr. Böhm, Ingenieur G. Doederlein, Ministerialsekretär Dr. Kamm, Stadtrath Ad. Mees, Apotheker Ed. Schaaf, Finanzrath R. Schellenberg, Kaufmann L. Wagner, Dr. med. V. Ziegler.

Generalversammlung:

Der **Vorsitzende** machte vorerst die Mittheilung, dass am 7. Mai Herr Geh. Rath v. **Struve** seinen 80. Geburtstag feierte und demselben von ihm und Herrn Hofrath Meidinger im Namen des Vorstandes mündlich der Glückwunsch des Vereins erstattet worden sei; zugleich habe der Vorstand den hervorragenden Gelehrten auf dem Gebiete der Astronomie als Zeichen unserer Hochachtung zum Ehrenmitglied des Vereins ernannt und dies in einer ihm übergebenen Adresse niedergelegt.

Herr Hofrath **Meidinger** liest hierauf einen Bericht über die Thätigkeit des Vereins im verflossenen Jahre vor.

Herr **Bartning** berichtet über den Stand der Kasse Herr Direktor **Troulein** hat die Rechnung geprüft und richtig befunden.

Bei der statutengemäss stattfindenden Neuwahl des Vorstandes wird der seitherige Vorstand durch Acclamation wieder gewählt: Geh. Rath **Engler**, Hofrath **Lehmann**, **O. Barning**, Hofrath **Meidinger**, Geh. Rath **Battlehner**, Oberbaudirektor **Honsell**, Direktor **Treutlein**.

Herr Professor Dr. **Haber** hielt nunmehr den angekündigten Vortrag über „Die Stellung der technischen Elektrochemie in der chemischen Technik“.

Die technische Elektrochemie geht in ihren Anfängen bis in die erste Hälfte des Jahrhunderts zurück, eine bedeutende Rolle spielt sie erst seit wenigen Jahren. In früheren Dezennien war es einerseits die Herstellung von Primärelementen, andererseits die galvanische Abformung und die Verzierung von Gegenständen aus unedlem Metall durch Aufbringen edlerer Metalle, welche als Zweige der technischen Elektrochemie ausgeübt wurden. An Aufgaben grossindustriellen Charakters heranzutreten, verbot sich durch den Mangel an Stromquellen, welche elektrische Energie leicht, bequem und billig lieferten. Die Entwicklung der Dynamomaschine hat diese Schwierigkeit beseitigt; die ausserordentliche Verbreitung, welche elektrische Kraft- und Lichtanlagen im letzten Dezennium gefunden haben, hat die Möglichkeit zu elektrochemischen Versuchen sehr weiten Kreisen erschlossen. Die Gewohnheit des Umgangs mit elektrischen Kräften hat das Interesse an elektrochemischen Studien erhöht und die reichen wirtschaftlichen Erfolge, welche dem jungen Gebiet in den letzten Jahren beschieden gewesen sind, haben ihm eine grosse Zahl von Mitarbeitern und Freunden zugeführt. Von den früheren Aufgaben ist der Bau von Primärelementen an Wichtigkeit sehr in den Hintergrund getreten. Die alten Systeme werden in wenig verändertem Aufbau weiter gefertigt. Dem grössten Fortschritt, welcher auf diesem Gebiete zu erhoffen ist, der Möglichkeit die chemische Energie der Brennstoffe im Primärelement direkt in elektrische zu verwandeln, sind wir nicht wesentlich näher als zu Faraday's Zeiten. In der Galvanoplastik und Galvanostegie hat die Dynamomaschine das Primärelement als Stromquelle verdrängt, die Betriebsweise aber nicht wesentlich verändert. Neu hinzugekommen sind

eine Reihe von Verfahren, welche Gegenstände, deren Anfertigung vordem nur durch mechanisch-technische Prozesse erfolgte, elektrochemisch gewinnen lassen. Hierher zählt das Verfahren von Elmore zur Anfertigung kupferner Walzen und Röhren durch elektrische Niederschlagung des Kupfers auf einem rotirenden Dorn, die Anfertigung profilirter Kupferobjekte nach einem geistreich ersonnenen, wenn auch praktisch noch nicht genügend durchgebildeten Verfahren von Klein.

Ein wichtiges Hilfsmittel für die Elektrotechnik ist die Ausbildung der Sekundärelemente (Accumulatoren) geworden. Von allen vorgeschlagenen Systemen hat sich nur der Bleiaccumulator, dieser aber in ausgezeichneter Weise bewährt.

Einen ganz neuen Zweig der Technik bildet die Elektrometallurgie. Weit über die Hälfte des in der Welt erzeugten Kupfers wird heute elektrolytisch raffinirt. Die Scheidung des Silbers vom Golde, des Goldes vom Platin, und des Kupfers, Silbers und Goldes bei armem güldischen Silber sind vielfältig ausgeübte Prozesse. Die elektrolytische Refination des Nickels ist in Aufnahme begriffen, und in der Metallurgie des Zinks beginnt die Elektrochemie eine Rolle zu spielen. Ein Ersatz der hüttenmännischen Verfahren durch rein elektrochemische ist bei den genannten Metallen im Allgemeinen weder eingetreten, noch in Bälde zu erwarten. Die Elektrometallurgie übernimmt vielmehr das hüttenmännisch erzeugte Rohmetall, um es in Reinmetall zu überführen. Beim Kupfer und Zink wird indessen ein vollständiger Ersatz der hüttenmässigen Herstellung durch elektrochemische Verfahren mit grossem Eifer von verschiedenen Seiten angestrebt.

Alle bisher aufgeführten Zweige der Elektrometallurgie führen ihre Prozesse in wässrigen Lösungen aus. In diese Gruppe zählt noch die Entzinnung des Weissblechs und die Gewinnung des Goldes aus den Abfallprodukten des Amalgambetriebes, welche noch circa 8 gr Gold pro Tonne enthalten. Die Weissblechentzinnung beschäftigt mehrere Betriebe in Deutschland und ist einer der bequemsten und einfachsten elektrochemischen Prozesse; die

Goldgewinnung aus den „tailings“, die nach einem Verfahren von Siemens & Halske elektrochemisch betrieben wird, hat in Südafrika grosse Wichtigkeit gewonnen.

Eine besondere Gruppe bilden die Prozesse der Elektrometallurgie, welche die Elektrolyse in feuerflüssigen Elektrolyten vornehmen. Hier ist am wichtigsten die Gewinnung des Aluminiums aus einem Bade, welches aus geschmolzenem Kryolith besteht, indem Thonerde gelöst ist. Die elektrochemische Erzeugung hat die Produktion an Aluminium in der Welt von 1885 bis 1898 von 13 ton auf 3959 ton wachsen, den Preis von 100 auf 2,20 M. gleichzeitig sinken lassen. Nicht von gleicher Wichtigkeit, aber ebenfalls bemerkenswerth, ist die elektrochemische Natriumgewinnung, welche in der Elektrolyse bei 300° schmelzenden Aetznatrons dicht über seinem Schmelzpunkt besteht, sowie die Darstellung des Magnesiums aus geschmolzenem Carnallit.

Der Elektrometallurgie reihen sich Prozesse an, welche ohne eigentlich elektrochemischer Natur zu sein, doch im innigsten Zusammenhange mit der Elektrochemie stehen. Es sind dies elektrothermische Verfahren, bei denen chemische Umsetzungen in den enormen Temperaturen erzwungen werden, welche der elektrische Strom und unschmelzbare stromdurchflossene Kohleleiter zu erreichen erlauben. Diese Prozesse haben uns eine ganz neue Chemie erschlossen und der Technik im Calciumcarbid einen Körper von grösster Bedeutung zugänglich gemacht. Die Reaktion zwischen Aetzkalk und Kohle in der elektrisch leicht erzeugbaren hohen Temperatur von 2000° liefert Kohlenoxyd und Calciumcarbid in glattem Umsatz, und das Carbid liefert mit Wasser neben Kalk das für die Kleinbeleuchtung und für die Erhellung bewegter Objekte (Fuhrwerke, Bahnen etc.) unschätzbare Acetylen. Neben dem Calciumcarbid darf das Carbid des Siliciums, das Carborundum, nicht vergessen werden, dem eine wesentliche Rolle als Schleifmittel um seiner ausserordentlichen, fast diamantgleichen Härte willen zukommt. Seine Wichtigkeit in der Technik ist im Wachsen. Schliesslich sei der Möglichkeit gedacht, Metalle in elektrisch geheizten Ofen zu erzeugen, deren Gewinnung auf hüttenmännischem Wege bisher an dem Mangel von Ofen

scheiterte, in denen ihr hoher Schmelzpunkt sich erreichen liess, wie das Chrom, das Vanadin und Uran. Hier freilich ist die technische Zukunft des elektrothermischen Weges durch die Auffindung einer Methode gemindert, welche Goldschmidt in Essen geglückt ist und die gleiche Ergebnisse durch Verwendung von Aluminiumpulver als Heizquelle zu erreichen erlaubt.

Die bedeutendste elektrochemische Entwicklung liegt auf dem Gebiete der Zerlegung von Kochsalz und Chlorkalium. Diese wird durch den elektrischen Strom in wässriger Lösung mit dem Erfolge bewirkt, dass einerseits Chlor, andererseits Aetzalkali gewonnen wird. Das entstehende Chlor wird zur Chlorkalkerzeugung verwendet, so dass Chlorkalk und Aetzalkali die verkäuflichen Endprodukte bilden. Der Umstand, dass derselbe Prozess gleichzeitig zwei werthvolle Produkte gewinnen lässt, ermöglicht eine hohe Rentabilität und diese hat der Elektrochemie schon heute eine Weltbedeutung auf diesem Gebiete geschaffen. Der Uebergang aller Chlorkalkproduktion in den Bereich der elektrochemischen Technik ist nur noch eine Frage beschränkter Zeit. Es ist möglich, neben dem Chlorkalk, statt des Aetzalkalis, kohlen-saures Alkali (Soda) zu gewinnen. Die Menge des kaustischen oder kohlen-sauren Natrons, welche mit dem Chlorkalk zusammen gewonnen wird, steht nun zu der Menge des Chlorkalks in festem naturgesetzlichen Verhältnisse, sie ist kleiner und beträgt rund die Hälfte. Da einerseits die Rentabilität des Prozesses begründet ist auf die nützliche Verwerthbarkeit beider erzeugten Produkte, andererseits der Chlorkalkverbrauch der Welt kleiner als der an kaustischem und kohlen-saurem Alkali ist, so wird die elektrochemische Industrie zwar die Chlorkalkerzeugung beherrschen, die Fabrikation der Soda aber zu einem sehr grossen Theile immer der rein chemischen Technik, der Ammoniaksodafabrikation, überlassen müssen.

Die Betriebsweise des beredeten Prozesses geschieht entweder mit Benützung von Diaphragmen oder mit Verwendung einer bewegten Quecksilberelektrode. Letzteres Verfahren liefert höheren Nutzeffekt und gewährt anscheinend

günstigere Arbeitsbedingungen. Es scheint, dass sich die Technik ihm in wachsendem Maasse zuwendet.

Die Zerlegung des Kochsalzes kann aber auch in anderer Art erfolgen. Bei Verzicht auf eine Scheidewand zwischen beiden Polen vereinigt sich das am einen entstehende Chlor mit dem Alkali, welches am anderen auftritt, zu Alkalihypochlorit. Die Hypochlorite sind Verbindungen von hervorragender Bleichkraft, und die Einfachheit, mit welcher der elektrische Strom Bleichlaugen aus Kochsalz zu gewinnen ermöglicht, hat diesem Prozesse in vielen Zellstoff- und Baumwollbleichen Eingang geschaffen. Die Einwirkung von Chlor auf Alkali liefert indessen nicht lediglich Hypochlorit, eine Variation der Bedingungen lässt statt dessen chloresaures Salz entstehen, das für die Sprengstofftechnik bekanntlich erhebliche Bedeutung hat. Der elektrochemische Vorgang ist hier so einfach und billig, dass er das Gebiet voll beschlagnahmt und den Preis des Produktes in wenigen Jahren um die Hälfte geworfen hat.

Noch zahlreiche kleinere Prozesse haben sich in den letzten Jahren entwickelt. Die Fabrikation der Persulfate, des Jodoforms, Kaliumpermanganats, Kaliumbichromats, Sauerstoffs bedient sich elektrochemischer Methoden, und in der Bleicherei des Leinens, neuerdings auch in der Wassersterilisation, spielt das Ozon eine Rolle, welches auf elektrischem Wege aus Luftsauerstoff gewonnen wird.

Grundsätzlich ist hervorzuheben, dass diese elektrochemische Industrie, deren zauberhaftes Emporschnellen das Staunen des nächstehenden Betrachters fesselt, mit dem Vorhandensein billiger Kräfte steht und fällt. Unsere billigsten Kräfte sind die Wasserkräfte, und ihre Ausnützung durch die elektrochemische Industrie bedeutet nicht nur einen Vortheil dieses technischen Spezialzweiges, sondern das Fruchtbarmachen eines Stückes Nationalbesitz, welches bisher ungenutzt verloren ging.

Es knüpfte sich an den Vortrag eine Diskussion, an welcher sich ausser dem Redner die Herren Hofrath **Meidinger** und Hofrath **Lehmann** beteiligten.

533. Sitzung am 2. Juni 1899.

Anwesend 28 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Prof. Durler.

Herr Geh. Rath von **Struve** drückt dem Verein seinen Dank aus für die Beglückwünschung zu seinem 80. Geburtstag und die damit verbundene Ernennung zum Ehrenmitglied.

Herr Dr. med. **H. W. Clauss** sprach über „Gifte und Giftwirkungen“. Nach einer kurzen Besprechung des Begriffes Gift vom chemischen, pathologischen und kriminalistischen Standpunkte aus gab der Vortragende eine Definition von Kobert-Rostock, wonach „zu den Giften zählen, theils unorganische, theils organische, künstlich darstellbare oder in der Natur vorgebildete, nicht organisirte Stoffe, welche durch ihre chemische Natur unter gewissen Bedingungen irgend welches Organ lebender Wesen so beeinträchtigen, dass die Gesundheit oder das relative Wohlbefinden dieser Organismen dadurch vorübergehend oder dauernd schwer beeinträchtigt wird“.

Damit eine Giftwirkung zu Stande komme, sind zu berücksichtigen der Körper, der reagirt, und der auf denselben einwirkende Stoff, das Agens. Rücksichtlich des letzteren wieder die Menge des Eingeführten, die schwanken kann von der unwirksamen bis zur tödtlichen Dosis, ferner die Konzentration und die Löslichkeit des Giftes: also seine physikalischen Eigenschaften. Von Seiten des Organismus kommen in Betracht: die Gewöhnung, die Konstitution, ob alt, ob jung, ob gut im Ernährungszustand oder ob entkräftigt und ausgehungert. Verschieden wirkt ein Gift, wenn es gegessen oder eingeathmet oder direkt in die Blutbahn eingespritzt wird — am stärksten immer im letztgenannten Fall. Nicht alle Organismen werden von allen Giften angegriffen, einzelnen ist das Genussmittel, was dem anderen direkt tödtlich.

Ihrem Ursprung nach unterscheiden wir organische Gifte: Säuren, Alkalien und ätzende Metallverbindungen, irrespirable Gase und dergl., ferner organische Gifte: die Pflanzenalkaloide und die thierischen Gifte, Schlangengift etc., endlich die Ptomaine, d. h. Gifte, die aus faulenden und

sich zersetzenden eiweisshaltigen Körpern entstehen. Zu letzteren gehören das sog. Leichengift — eine Reihe sehr verschiedener und kompliziert zusammengesetzter Körper — das Fisch-, Muschel-, Fleisch- u. s. w. -Gift.

Nach den Wirkungen, die die Gifte entfalten, unterscheiden wir:

1. Solche, die anatomische irreparable Störungen am Ort der Einwirkung verursachen, also die ätzenden (Säuren) oder erweichenden (alkalischen) Gifte und ähnliche, ferner solche, die entfernt vom Orte der Einverleibung aus Zerstörungen im Organismus herbeiführen, wie z. B. der Phosphor u. a.

2. Eine Reihe der Gifte führt keine ohne weiteres sicht- und nachweisbare anatomische Veränderungen herbei: die Blutgifte, die Gifte des Gehirn-Nervensystems und die Herzgifte. Die direkte Blutgifte sind z. B. das chloresaurer Kali, das Anilin, das Amylnitrit, die irrespirablen Gase wie Kohlensäure, Kohlenoxyd, die Blausäure, ferner das Gruben- und Kloakengas. Nervengifte sind fast alle Pflanzenalkaloide, die meist als Arzneistoffe dem Arzt wichtig und dem Kranken unentbehrlich sind, ferner das Chloroform und der Alkohol. Herzgifte sind letztere beiden wie viele andere ebenfalls, im engeren Sinne aber besonders die Digitalis, u. a. das allerheftigste, das im Fliegenpilz enthaltene Muskarin.

Nach kurzer Besprechung der Idiosynkrasien ging der Vortragende über zu der heute viel genannten Immunitätsfrage, die er als das Gegenstück der ersteren bezeichnete und kurz als eine erhöhte Anpassungsfähigkeit des Körpers gegen Gifte: organische oder unorganische definierte. Dass dabei Koch's und Behring's Arbeiten und ihrer Haupterrungenschaft, des Diphtherieserums, nicht vergessen wurde, sowie der daran anknüpfenden Sondermeinungen, ist selbstverständlich.

Mit einem Ausblick auf die Zukunft der Immunitätsfrage schloss der Vortragende.

An der an den Vortrag sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich Herr Professor **Rupp**, der über Vergiftungen mit Kohlensäure in den Schächten der städtischen Wasserleitung sprach, ferner Herr **O. Ammon**, der sehr

interessante Parallelen über das biochemische Verhalten der Zelle hinsichtlich ihrer Nahrungsauswahl aus der Umgebung und der Aufnahme der Gifte zog. Ferner sprach über Bleivergiftung Herr Professor **Haber**, Herr Dr. **Levinger** und Herr Dr. **Wagner**, über den folgenlosen Genuss von Fliegenpilzen durch Kühe Herr Professor Dr. **Gräfenhan**, über Karbolvergiftung Herr Dr. **Tross** u. A. Weitere interessante Bemerkungen wurden gemacht von Herrn Professor **Schröder** und Herrn Geh. Rath **Engler**. Letzterer erwähnte aus seiner Thätigkeit beim Reichsgesundheitsamt einige sehr interessante Thatsachen.

Nachher sprach Herr **Otto Ammon** über „einige Ergebnisse der anthropologischen Untersuchungen in Baden“. Als Rassenmerkmale sind insbesondere die Körpergrösse, die Kopfform, die Farbe der Augen, der Haare und der Haut aufgenommen worden. Die einzelnen Landestheile ergeben natürlich nicht die gleichen Zahlen. Die grössten Leute finden sich im nordöstlichen Landestheil (Walldürner Hochebene 167,9 cm), sodann in der Rheinebene des Bezirks Lahr (167,1 cm), die kleinsten im Schwarzwald (Wolfach 161,4 cm). Ebenso bewegen sich die durchschnittlichen Kopf-Indices (Verhältniss der Kopfbreite zur Kopflänge) in ziemlich weiten Grenzen. Der durchschnittliche Kopfindex für das ganze Land ist 84,14. Die blauen Augen finden sich bei 41,3 Proz. der Bevölkerung, die blonden Haare bei 41,6 Proz., die hell-weisse Haut bei 84,1 Proz. Die einzelnen Landestheile bieten jedoch auch hier wieder Besonderheiten dar. Im Oberland gibt es mehr blaue Augen als blonde Haare, im nordöstlichen Landestheil ist es umgekehrt. Um die Farbenmerkmale deutlicher darzustellen, pflegt man einzelne Verbindungen derselben hervorzuheben. Für uns ist die interessanteste die Verbindung von blauen Augen, blonden Haaren und weisser Haut. Sie findet sich bei 24,5 Proz. der Wehrpflichtigen, während sich nach der Wahrscheinlichkeitsrechnung nur bei 14,2 Proz. zu erwarten wäre, wenn die Verbindung der Merkmale bloss nach dem Zufall erfolgte. Es ist die Farbenverbindung des germanischen, im weiteren Sinn nordeuropäischen Typus. Redner zeigt Karten vor, auf denen für die natürlichen Bezirke des

Grossherzogthums die Merkmale durch Farbenabstufungen dargestellt sind. Die Grösse auf einer Karte, die Kopfform auf einer zweiten, die Farbenverbindung blau, blond, weiss auf einer dritten. Auch diese Karten gewähren noch keine vollständige Uebersicht über das Zusammentreffen aller fünf Merkmale des nordeuropäischen Menschen: Körpergrösse über Mittel, Langköpfigkeit und drei helle Farben. Deswegen wurde eine neue Darstellungsmethode versucht, nach welcher alle fünf Merkmale sich auf einer Landkarte ausdrücken lassen. Dazu konnten nur verschiedene Schraffirungen dienen. Eine grüne Schraffirung schräg nach links bezeichnet die Bezirke, in denen die Grösse über Mittel (165,2 cm) ist, eine lilafarbene schräg nach rechts die Bezirke mit einem Kopf-Index unter Mittel (84,14), also die verhältnissmässig langköpfigen, eine blaue senkrechte die Bezirke mit mehr als 24,5 Proz. blau, blond, weiss. Hierdurch wird eine volle Uebersichtlichkeit erzielt. Die Bezirke, welche alle drei Schraffirungen haben, sind diejenigen, die sich dem nordeuropäischen Typus am meisten nähern. Nach der Karte sind es die folgenden: der ganze Norden und Nordosten des Landes von der Kraich bezw. der Enz an, mit Ausnahme der Bezirke Weinheim und Heidelberg, in denen die Körpergrösse etwas unter Mittel bleibt, des Bezirkes Sinsheim, in dem die Farben zu dunkel sind, und des Bezirkes Bretten, in dem sowohl die Grösse als die Kopfform nicht ausreichen. Alle übrigen Bezirke bis zur Tauber bilden ein grosses, zusammenhängendes Gebiet, in dem die Bevölkerung dem nordeuropäischen Typus verhältnissmässig nahe steht. Hierzu kommen noch einige vereinzelt Bezirke: Kehl, die Landzungen zwischen dem Ueberlinger- und Untersee, sowie zwischen diesem und dem Rhein, endlich das Hügelland des Bezirkes Ueberlingen.

Dem oberen Theil von Ueberlingen, sowie den Bezirken Stockach, Engen, Messkirch und Pfullendorf ist zwar die längliche Kopfform eigen, jedoch sind die Leute nicht gross und nicht hellfarbig genug. Auffallend ist, dass keiner der Markgräfler Bezirke sich der Reihe einfügt. Das eigentliche Markgräfler Hügelland kommt jedoch der Grenze ziemlich nahe; Grösse und Kopfform sind vorhanden, nur die helle

Farbe ist nicht ausgeprägt genug. Im gebirgigen Theile der Markgrafschaft besteht die helle Farbe, die Grösse auch, aber es herrscht dort mehr eine runde Kopfform; wahrscheinlich ist letztere beeinflusst durch den im allgemeinen rundköpfigen Schwarzwald. In diesem hat nur die Hochebene von Freiburg-Neustadt langköpfige, auch grosse Leute, aber dieselben sind dunkelfarbig. Die Baar zeichnet sich durch Körpergrösse und helle Farbe aus, ist jedoch vorwiegend rundköpfig, was wieder von den Einflüssen des Schwarzwaldes herrühren wird. Ungefähr in der Gegend von Immendingen liegt die Grenze zwischen der rundköpfigen Baar und der vorhin erwähnten östlichen Donauhochebene, welche langköpfig ist. Der Bezirk Wolfach, der die meisten kleinen Leute aufweist, hat auch die meisten Rundköpfe; der durchschnittliche Index beträgt 86,48. Sehr merkwürdig ist, dass dieser Bezirk auch die meisten hellfarbigen Leute zählt; die Verbindung blau, blond, weiss erreicht hier 33,6 Prozent. Aehnlich verhält es sich in dem gebirgigen Theil von Ettenheim, Lahr und Offenburg. Der Hotzenwald hat grosse, rundköpfige, dunkelfarbige Leute. Bezirke ohne alle Schraffirung sind solche, die sich am weitesten von dem nordeuropäischen Typus entfernen. Hieher gehören: der gebirgige Theil von Rastatt, also das ganze Murgthal, der gebirgige Theil von Bühl und Achern (Büllot- und Acherthal), der Bezirk Waldkirch, der gebirgige Theil von Emmendingen, der Kaiserstuhl. Im oberen Landestheil von diesen aufwärts gibt es keinen solchen Bezirk, auch keinen von Rastatt abwärts. Die Heimath der kleinen, rundköpfigen und dunklen Bevölkerung ist demnach hauptsächlich der Schwarzwald. Bemerkenswerth ist der Unterschied zwischen dem Rench- und dem Kinzigthal, wo die gleichen sozialen Verhältnisse herrschen. Die Bevölkerung beider stimmt bezüglich der Kleinheit und Rundköpfigkeit überein, ist jedoch im Renchthal dunkel, im Kinzigthal hell (blau, blond, weiss). Die vorgezeigten Landkarten sind in Farbendruck dem soeben erschienenen Schlussbericht der anthropologischen Kommission beigegeben*, in dem auch nähere

* Otto Ammon: Zur Anthropologie der Badener, Jena 1899.

Ausführungen enthalten sind. Die Eigenthümlichkeit, dass die kleinsten und rundköpfigsten Leute zugleich die hellfarbigsten sind, während typisch die dunkeln Farben zu jenen Gestaltsmerkmalen gehören würden, erklärt sich durch eine Verschränkung der Gestalts- und Farbenmerkmale zweier ursprünglich verschiedener Typen infolge der Einflüsse der Kreuzung und der natürlichen Auslese, worüber in dem Schlussbericht ebenfalls eingehend gehandelt wird. Alles bisher Gesagte bezieht sich auf die ländliche Bevölkerung nach Ausscheidung aller kleineren und grösseren Städte. Die getrennten Untersuchungen haben ergeben, dass die in Städten geborenen Wehrpflichtigen langköpfiger sind als die Landbewohner, und zwar ist der Unterschied bei den Wehrpflichtigen kleiner Städte nur gering, bei denen grösserer Städte jedoch bedeutend. Der Index der Landleute ist 84,14, der der Kleinstädter 84,01, der der Grossstädter 82,38. Die Eingewanderten nehmen eine mittlere Stellung ein. Die einzelnen Städte folgen in einem gewissen Abstand den Landleuten, so dass in langköpfigen Gegenden auch die Städte langköpfiger, in rundköpfigen auch die Städte rundköpfiger sind, jedoch immer die Städte langköpfiger als die Landleute. Hierbei sind wieder nur die Wehrpflichtigen mitberücksichtigt, die sich beim Ersatzgeschäft stellen, also das Recht zum einjährigen Dienst nicht besitzen. Da sich Gelegenheit zum Messen der Einjährigen nicht bot, wurden an Mittelschulen besondere Erhebungen vorgenommen. Dabei stellte sich das wunderbare Ergebniss heraus, dass die Mittelschüler im allgemeinen etwas langköpfiger waren als die übrige Bevölkerung. Das lebhafteste Interesse boten die Schüler der drei obersten Klassen, die übrig bleiben, nachdem eine grössere Zahl von Schülern mit dem Berechtigungsschein ausgetreten ist. Bei diesen fortstudirenden Schülern, aus denen sich die gebildeten Klassen rekrutiren, fand man den durchschnittlichen Kopfindex am niedersten, und zwar zeigte sich wieder ein Unterschied nach der Abstammung von Stadt und Land. Die stadtgeborenen Schüler hatten die längsten Köpfe mit einem Index von 80,97, während der langköpfigste ländliche Bezirk für die Wehrpflichtigen noch 82,20 ergab. Die studirten Klassen entstehen also gewisser-

massen durch unbewusste Auslese der langköpfigen Individuen der Bevölkerung. Die jüdischen Wehrpflichtigen sind kleiner (164,2 cm) als die Landleute, zugleich kurzbeiniger, haben auch einen sehr viel geringeren Brustumfang. Dabei sind sie etwas langköpfiger (83,50). Ihre Köpfe sind schmaler und länger; grösser an Inhalt sind sie nicht. Die Farben der Juden sind bedeutend dunkler, auch ist die Entwicklung der Bärte weiter vorgeschritten. Die allermerkwürdigste Tatsache ist jedoch die, dass bei den Juden zwischen den Studirten und den Nichtstudirten ein ähnlicher, ja noch ausgeprägterer Unterschied der Kopfform besteht, wie bei der übrigen Bevölkerung. In den 3 oberen Schulklassen haben die Juden den Index 81,36 (gegen 83,50 der jüdischen Wehrpflichtigen) also rund zwei Einheiten weniger, während dies bei den übrigen Schülern, verglichen mit den Wehrpflichtigen der gleichen Ursprungsgruppe nur $1\frac{1}{2}$ Einheiten ausmacht. Auf die sonstigen Unterschiede der städtischen und ländlichen, der studirten und nichtstudirten, der jüdischen und anderen Bevölkerung hinsichtlich der Grösse, der Augen-, Haut- und Haarfarben, der Entwicklungsstufe u. s. w. konnte in dem Rahmen eines Vortrages nicht näher eingegangen werden; hierwegen wurde auf das Druckwerk verwiesen. Die Erörterung drehte sich hauptsächlich um die Frage: wie es komme, dass in dem fränkisch sprechenden Norden und Nordosten des Landes ein grosses Gebiet sich erhalten habe, in dem die Bevölkerung noch dem nord-europäischen Typus am nächsten steht, während sonst nur noch einzelne kleine Fleckchen vorhanden sind, und dass namentlich in der alemannischen Bevölkerung der Bodensee-gegend und der alten Markgrafschaft nicht mehr von jenem Typus übrig sei? Der Vortragende erwiderte darauf, er habe sich über die Ursachen absichtlich nicht aussprechen wollen, damit die Thatsachen zur uneingeschränkten Würdigung gelangen möchten. Man habe bezüglich der Ursachen nur Vermuthungen. Vielleicht habe die germanische Bevölkerung in dem nördlichen und nordöstlichen Landestheil ihre Merkmale besser bewahrt, weil dort zwei germanische Einwanderungen stattgefunden haben; erst kamen die Alemannen, später die Franken, während im Oberland nur eine Einwanderung von

grösserem Belang zu verzeichnen ist, die alemannische, die eine starke römische und vorrömische Bevölkerung antraf und sich mit dieser vermischte. Uebrigens seien auch die Pfälzer, Odenwälder und Bauländer keine reinen Germanen, sondern enthielten viele vom Typus abweichenden Elemente. Er habe nur gesagt, dass sie dem nordeuropäischen Typus verhältnissmässig am nächsten stehen. Der Schwarzwald sei erst in geschichtlicher Zeit von den Deutschen besiedelt worden, als diese schon keine unvermischt germanischen Merkmale mehr besaßen. Auch sei diese Besiedelung nicht so wirksam gewesen, wie die Masseneinwanderungen in den übrigen Landestheilen. — An der Diskussion beteiligten sich die Herren Geh. Rath **Wagner** und Prof. **Schröder**.

534. Sitzung am 16. Juni 1899.

Anwesend 49 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Forstrath R. **Wittmer**, Dr
W. **May**, Assistent der Zoologie, Buchhändler **Jahraus**.

Herr Dr. **Wagner** hielt einen Vortrag über die Hauptgesichtspunkte der Pflanzengeographie.

An der Diskussion beteiligten sich die Herren: Prof. **Schröder**, Hofrath **Lehmann**, Oberingenieur **Delisle**, Prof. **Haurath**.

535. Sitzung am 30. Juni 1899.

Anwesend 66 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Herr Dr. **L. Wöhler** hielt im Hörsaale des chemischen Laboratoriums der Technischen Hochschule einen durch Lichtbilder unterstützten Experimentalvortrag über die neuen Gase der Luft. Einleitend erinnerte Redner an die Ueberraschung, welche die Entdeckung des in der Luft zuerst aufgefundenen Gases, des Argons, hervorrief, weil in Vergessenheit gerathen war, was man schon im Jahrhundert vorher festgestellt hatte, dass 0,9 Proz. der Luft nicht aus Stickstoff oder Sauerstoff bestände. Diese 0,9 Proz. Argon wurden von dem englischen Physiker Lord Rayleigh durch Spektralanalyse erkannt. Er und sein zu Rathe gezogener

Mitarbeiter, Professor Ramsay in London, stellten dann weiter fest, dass dieses Gas sich mit keinem anderen Element vereinigen lässt (argos = reaktionslos), und schlossen aus dem rohen spezifischen Gewicht desselben (= 20) und seinem sonstigen Verhalten, dass es ein Atomgewicht von 40 haben müsse, dass es einatomig sei und auch dadurch sich von allen bisher bekannten gasförmigen Elementen, die zweiatomig sind, unterscheidet. Ebenfalls in der Luft, aber nur in Spuren, findet sich das Helium, das Ramsay aus gewissen, meist Uran haltigen Mineralien dargestellt hat, und das bis dahin nur auf der Sonne (helios) spektralanalytisch nachgewiesen war. Durch Verflüssigung von Luft und allmähliche Verdunstung derselben wurden, ebenfalls von Ramsay, noch folgende bisher unbekannte gasförmige Elemente in der Atmosphäre gefunden: Neon (= neues Gas), Krypton (= verborgenes Gas), Xenon (= fremdes Gas) und das Metargon, alle indessen, wie das Helium, nur in sehr geringen Mengen, das Neon z. B. schätzungsweise nur $\frac{1}{40000}$. Wie das Argon, so sind auch die zuletzt genannten Gase einatomig und ebenso indifferent wie jenes, sie bilden mit ihm gemeinsam eine neue Gruppe des periodischen Systems der Elemente zwischen den positiven Metallen und den negativen Metalloxyden, die „inaktive“ Gruppe.

Die Schwierigkeit, welche das Argon hinsichtlich seiner Einreihung in das periodische System bietet, da es ein höheres Atomgewicht zeigt, als ihm nach der genannten Stellung zukommt, welche Schwierigkeit übrigens auch ein anderes Element, das Tellur, macht, lässt sich dadurch heben, dass man davon absieht, nur nach den Atomgewichten allein die Elemente anzuordnen, vielmehr das periodische System als eine Zusammenstellung nach Summe aller Eigenschaften der Elemente auffasst.

Auch das Coronium, welches wie das Helium, bisher ebenfalls nur in der Sonne zu erkennen war, muss sich in der Luft befinden, da es in den Solfataren des Vesuvs aufgefunden wurde.

An der Diskussion beteiligten sich Geh. Rath Professor Dr. Engler und Dr. Mie.

536. Sitzung am 14. Juli 1899.

Anwesend 25 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath **Lehmann**.

Herr Dr. **May** hielt einen Vortrag über Goethe's Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft.

Der Vortrag ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

Herr Hofrath **Lehmann** berichtet sodann über einige neuere Ergebnisse seiner Untersuchungen bezüglich der Struktur flüssiger Krystalle (krystallinischer Flüssigkeiten). Halbfüssige Krystalle, welche in ihrer Mutterlauge frei schwebend als spitze tetragonale Oktaëder erscheinen, bildet namentlich das ölsaure Ammoniak bei Krystallisation aus alkoholischer Lösung. Diese Oktaëder sind so weich, dass sie sich beim Strömen der Flüssigkeit um eine Luftblase herum den Strömungslinien entsprechend verbiegen. Zwei Oktaëder zusammengebracht fliessen zu einem einzigen zusammen, ähnlich wie zwei Flüssigkeitstropfen. Zerdrückt man einen Krystall, so nimmt jedes Bruchstück sofort wieder Oktaëderform an, ähnlich wie die Tröpfchen, welche beim Zerdrücken eines grösseren frei schwebenden Tropfens entstanden, sich sofort wieder zu Kugeln abrunden. Durch Zusammenbiegen eines länglichen Krystalls bis zur Berührung der Enden könnte man einen ringförmigen Krystall erhalten, dessen Moleküle nicht mehr wie die des ursprünglichen Krystalls sämtlich parallel, sondern in konzentrischen Kreisen angeordnet sind. Andere Stoffe, welche von Herrn Professor Gattermann in Heidelberg dargestellt wurden, treten in vollkommen tropfbarflüssigen Krystallen auf, welche frei schwebend Kugelgestalt annehmen und nur bei Betrachtung im polarisirten Lichte ihre eigenartige innere Struktur verrathen. Die Moleküle sind überall dicht an der Oberfläche dieser parallel und weiter im Innern in Reihen angeordnet, die zwei diametral entgegengesetzte Punkte der Kugel verbinden. Da die Flüssigkeiten keine Verschiebungselastizität besitzen, muss man annehmen, dass diese Struktur der Krystalltropfen nicht durch polare molekulare Kräfte hervorgebracht wird, sondern eine Folge der molekularen Stösse ist, insofern sich längliche Moleküle bei den fortgesetzten Zusammenstössen vorherrschend der Oberfläche parallel richten müssen,

ähnlich wie Drahtstifte, die in einer Schachtel geschüttelt werden. Diese Hypothese findet ihre Bestätigung darin, dass beim Zusatz eines fremden Stoffes zu den flüssigen Krystallen die Doppelbrechung, welche eine Folge der regelmässigen inneren Struktur ist, umso mehr abnimmt, je mehr von dieser fremden Substanz zugesetzt wird, vorausgesetzt, dass letztere nicht selbst flüssige Krystalle bildet. Ist die Hypothese richtig, so muss ferner ein Magnet im Stande sein, die innere Struktur zu beeinflussen, indem sich die Moleküle, je nachdem sie para- oder diamagnetisch sind, sich mit ihrer Längsrichtung in die Richtung der Kraftlinien oder senkrecht dazu zu stellen suchen müssen. Auch diese Folgerung bestätigte sich bei diesbezüglichen Versuchen vollkommen. Man kann demnach unter Berücksichtigung der Grundsätze der elektromagnetischen Lichttheorie annehmen, dass die Doppelbrechung der Krystalle ihren Grund in der Beschaffenheit der Moleküle, nicht in deren Anordnung hat.

Hieraus ergeben sich wichtige Folgerungen. Die Aenderung der Doppelbrechung eines Krystalls bei Verwandlung in eine dimorphe Modifikation kann ihre Ursache nicht in einer Aenderung der Zusammenlagerung der Moleküle haben, sondern nur in einer Aenderung der Moleküle selbst. Dimorphe Modifikationen sind demnach chemisch verschiedene Stoffe, die nur deshalb chemisch gleiches Verhalten zeigen, weil sie sich bei chemischen Reaktionen sofort in die Verbindung mit einfachster Molekularkonstitution umwandeln. Wohl könnte zwar auch eine Umlagerung der Moleküle in Zwillingstellung (der Mallard'schen Theorie entsprechend) eine Aenderung der Doppelbrechung bewirken, doch dürften die tatsächlich beobachteten Aenderungen nicht auf solche Weise erklärbar sein. Es ist demnach zu hoffen, dass genaue Untersuchung der optischen Verhältnisse der Krystalle unsere Kenntniss der Molekularstruktur der Körper wesentlich fördern wird.

537. Sitzung am 27. Oktober 1899.

Anwesend 78 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath Engler.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. Ferd. Zartmann.

Der Vorsitzende berichtete über die Feier des 100. Geburtstages Schönbeins, welche am 18. Oktober von der

Universität und der Naturforschenden Gesellschaft in Basel abgehalten wurde und wozu derselbe die Glückwünsche des Naturwissenschaftlichen Vereins überbrachte. Auch Seine Königliche Hoheit der Grossherzog hatte ihm Auftrag ertheilt, den Theilnehmern an der Feier zu Ehren Schönbein's, mit dem er in engem Verkehr gestanden, seine Grüsse zu übermitteln, was von der Festversammlung mit freudigem Beifall aufgenommen wurde. Schönbein's Bedeutung als Chemiker liegt theils auf dem praktischen Gebiete durch die Entdeckung der Schiessbaumwolle und des Ozons, theils in der Begründung theoretischer Ansichten, die zwar zu seinen Lebzeiten nicht voll zur Geltung kamen, in neuester Zeit aber mehr und mehr Anerkennung finden. Von Bedeutung seien besonders seine Untersuchungen über die Oxydationswirkungen und über die Fermentprozesse. — Ferner wurde unter dem Ausdrücke des Dankes mitgetheilt, dass das Ministerium der Justiz, des Kultus und Unterrichts für die Herausgabe eines grösseren Werkes über die wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise Professor Futterer's durch Zentralasien einen Zuschuss von im Ganzen 15 000 M. aus der v. Kettner-Stiftung bewilligt habe.

Hierauf hielt Herr Geh. Rath Engler den angekündigten Vortrag über die Oxydationsvorgänge. Nach Erläuterung der raschen und langsamen Verbrennungen, zu welch' letzteren auch der thierische Lebensprozess gehört, wurden die sogenannten Autoxydationen besprochen, bei welchem eine an sich nicht direkt oxydable Substanz dadurch oxydirt wird, dass man sie in Berührung mit einer dritten Substanz bringt, welche den Sauerstoff überträgt, was man auch Aktivirung des Sauerstoffs nennt. Im Gegensatz zu einer Theorie von van 't Hoff, wonach die Sauerstoffmoleküle durch die aktivirende Substanz in positiv und negativ elektrisch geladene Atome zerlegt werden, begründet Vortragender an der Hand von Versuchen seine Ansicht, dass die Aktivirung durch Anlagerung je zweier Atome, also ganzer Moleküle Sauerstoff an die aktivirende Substanz unter Bildung von Superoxyden und Wiederabgabe der Hälfte, also je eines Atoms Sauerstoff an andere zu oxydirende Körper herbeigeführt wird. Terpentinöl und ätherische Oele, Aldehyde, wie Bitter-

mandelöl und Formaldehyd (Formalin) sind solche Autoxydatoren und ihre so stark oxydirende und deshalb desinfizierende Wirkung rührt nicht von Ozon, sondern von jenen Superoxyden her. Durch Versuche weist er nach, dass die luftreinigende und desinfizierende Wirkung des sogenannten Ozonateurs, ferner der Ozonlampe und der Formalinlampe auf der gleichen aktivirenden Wirkung von verdunstendem ätherischem Oel beziehungsweise von Aldehyden beruht. Aus diesen Beobachtungen bei Autoxydationen muss geschlossen werden, dass bei allen Verbrennungsprozessen zuerst immer zwei Atome Sauerstoff an die verbrennende Substanz treten, also Superoxyde bilden, worauf die Hälfte davon wieder an weiteren Brennstoff abgegeben wird. Durch Abkühlung eines Wasserstoffflämmchens mittelst Eis lässt sich in der That nachweisen, dass auch beim Verbrennen des Wasserstoffs Wasserstoffsuperoxyd entsteht, welches uns in der nicht abgekühlten Flamme wegen der sehr hohen Temperatur bloss entgeht. Auf einen ähnlichen Vorgang wird endlich die Uebertragung des eingeathmeten Luftsauerstoffs durch das Hämoglobin des Blutes, also unter Bildung eines Superoxydes (Oxy-Hämoglobin), zurückgeführt. An den Vortrag schloss sich eine Diskussion, an der sich die Herren Hofrath **Meidinger**, Professor **Müller**, Professor **Haber** und Dr. **Wöhler** beteiligten.

538. Sitzung am 10. November 1899.

Anwesend 26 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Ing. Ernst Goedecker.

Herr **O. Ammon** hielt einen Vortrag über Kurzköpfe und Langköpfe im südlichen Norwegen. Dass die Norweger im wesentlichen langköpfig sind, wusste man durch Dr. Arbos Untersuchungen schon seit geraumer Zeit, ebenso, dass längs der West- und Südküste, sowie auf den der Küste vielfach vorgelagerten Inseln eine mehr zur Rundköpfigkeit neigende Mischbevölkerung wohnt. Man hat die letztere auf gelegentliche Einwanderungen durch die Schiffahrt zurückführen wollen, und es ist nicht zu leugnen, dass kleine Wirkungen sich im Laufe der Jahr-

hunderte zu erheblichen Abweichungen summiren könnten. Neuerdings ist ein norwegischer Forscher, Dr. Andr. M. Hansen, mit einer anderen Erklärung hervorgetreten. In seiner Schrift „Norsk Folkepsykologie“ nebst einer politischen Karte Skandinaviens¹ sucht er die Annahme zu begründen, dass die rundköpfige Bevölkerung der Küste von dem Volk der Kjökkenmöddinger seine grössere Hinneigung zur Rundköpfigkeit und gewisse geistige Anlagen erworben haben. Um gleich einen starken Eindruck hervorzurufen, gibt Hansen eine Karte der Lang- und Rundköpfe in Norwegen und daneben eine Karte der liberalen und konservativen Wahlstimmen; die Aehnlichkeit der beiden Karten ist so schlagend, dass niemand von einem Zufall sprechen wird. Hansen weist nun weiter nach, dass hinsichtlich der Bauweise der Dörfer und der Höfe eine bis in die ältesten Zeiten reichende Verschiedenheit zwischen dem westlichen Küstenstrich und dem östlichen Innern besteht, und er führt diese auf die soziale Entwicklung zurück. Der Rundkopf war ursprünglich der Träl, der Leibeigene, und hat sich nur allmählig zum freien Bauern heraufgearbeitet. Den interessantesten Theil der Schrift bildet die Nebeneinanderstellung der geistigen und sittlichen Anlagen der West- und der Ostländer. Zunächst werden die Zeugnisse der alten Litteratur angerufen, um die Eigenschaften des Träls und des Freien darzuthun, und dann wird an der Hand einer sehr ansehnlichen Reihe von Beobachtern bestätigt, dass diese Unterschiede heute noch bestehen. Der Westländer ist scheu, unaufrichtig, ernst, zu religiösen Grübeleien geneigt, politisch konservativ, der Ostländer frei und offen, heiter, weniger ängstlich um das Jenseits, politisch liberal. Sehr fein ist die Bemerkung: der Westländer halte viel auf Gleichheit, keiner solle mehr sein wollen als der andere, dafür sei ihm die Freiheit kein Bedürfniss; der Ostländer wolle von Gleichheit wenig wissen, denn er suche überall der erste zu sein, dagegen stehe bei ihm die Freiheit seines Thuns und Lassens in erster Linie und sei ihm die unerlässlichste Daseinsbedingung. Die ausführliche Schrift ist reich an vielen treffenden Bemerkungen,

¹ Kristiania, Jacob Dybwads Forlag. 1899.

von denen wir des Raumes wegen nicht einmal einen kleinen Theil hier wiederholen können. Nur das eine sei noch angeführt, dass die Ansammlung der Langköpfe in den Städten, das sogen. Ammon'sche Gesetz, auch für Norwegen als gültig nachgewiesen wird, wie dies von anderen Verfassern bereits für mehrere Länder geschehen ist. Jeder, der sich für Völkerpsychologie interessirt, möge das Hansen'sche Büchlein selbst in die Hand nehmen. Er wird sich der vortrefflichen Methode freuen und dem Verfasser für die reiche Belehrung danken.

An der sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich die Herren Geh. Rath **Engler** und Prof. **Hausrath**.

Herr Hofrath **Meidinger** machte alsdann Mittheilungen über die Wärmewirkung der Teppiche und Doppel- oder Vorfenster auf Grund von Versuchen, die er in der Grossh. Landesgewerbehalle und in seiner Wohnung angestellt hatte. Die Wirkung eines den ganzen Boden eines grösseren Zimmers bedeckenden Teppichs von üblicher Stärke (5 mm) erwies sich verschwindend klein; bei ganz gleichförmiger Heizung, wobei die Temperatur des Versuchsraumes hoch gesteigert wurde (Boden $22^{\circ},6$, Kopf $29^{\circ},6$, Decke $33^{\circ},2^{\circ}\text{C}$, bei nahe 0 Grad äussere Luft), blieb die Temperatur in den verschiedenen Höhen bis auf kleine Bruchtheile eines Grades auf Stunden unverändert, ob der Teppich lag oder weggenommen wurde. Der Teppich kann lediglich auf die Fusssohlen wärmend einwirken, wenn sie nackt oder schwach unterlegt sind, Filzschuhe würden sich gerade so verhalten. — Im Uebrigen hat der Teppich nur eine ästhetische Bedeutung im Hinblick auf Zimmerschmuck und Geräuschlosigkeit. — Auch die Wirkung der Doppelfenster erweist sich im Hinblick auf die Temperaturen des (stark) geheizten Raumes in verschiedenen Höhen sehr gering; in Kopfhöhe wurde in einem zweifenstrigen Zimmer mittlerer Lage von 3,4 m Höhe und 5,1 zu 4,5 m Fläche bei einer Temperaturdifferenz gegen aussen von 33°C . kaum 1 Grad Unterschied gefunden, je nachdem das Vorfenster offen oder geschlossen war. Die Wirkung gibt sich wesentlich in der Nähe der Fenster zu erkennen, indem sich hier bei Doppelfenstern ein geringerer Zug zeigt, so dass man sich weniger leicht erkältet. Ausführlich wurde über beide Themas

von dem Vortragenden berichtet in der von ihm redigirten badischen Gewerbezeitung 1899 No. 46 und 1900 No. 4.

539. Sitzung am 1. Dezember 1899.

Anwesend 27 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Oberlandesgerichtsrath H. Buch,
Chemiker Dr. W. Tetzlaff, Assistent.

Herr Dr. **Fr. Wiegers** berichtete über zwei im Jahre 1899 beobachtete Beben; am 14. Februar Nachmittags 4.58'—4.59' wurde der Kaiserstuhl von einem Beben betroffen, das sich bis an den Fuss des Schwarzwaldes und der Vogesen fortpflanzte. Das zweite Erdbeben ereignete sich in der Nacht vom 2./3. Juli 12.10'—12.20' in der Umgegend von St. Blasien. Mit der Besprechung der einzelnen bei diesen Beben auftretenden Erscheinungen verband der Vortragende eine Reihe von theoretischen Erörterungen über die Lösung der Frage nach der Genesis der Erdbebenphänomene. — An der an den Vortrag, welcher sich unter den Abhandlungen abgedruckt findet, sich anschliessenden Diskussion beteiligten sich Professor **Futterer**, Geh. Rath **Battliener** und Hofrath **Haid**.

Sodann berichtete Herr Professor Dr. **Futterer** über die von dem internationalen Geographenkongresse zu Berlin 1899 angenommenen Vorschläge zur Gründung einer internationalen seismologischen Gesellschaft. Auf Anregung von Professor Gerland in Strassburg, der einen Aufruf zur Gründung einer solchen Gesellschaft unter Zustimmung einer Anzahl der bedeutenderen deutschen Geographen und Geologen erliess, erfolgte die Zustimmung des Kongresses zur Gründung und die Konstituierung der Unterzeichner des Aufrufes und der von denselben kooptirten Gelehrten als permanente Kommission für internationale Erdbebenforschung.

Mit Unterstützung des Reiches und des Reichslandes Elsass-Lothringen ist in Strassburg eine „Kaiserliche Hauptstation für Erdbebenforschung“ begründet worden, welche auch die Zentralstelle für die einheitliche Durchführung der Beobachtungen, der raschen Bearbeitung und Veröffentlichungen für die Mitglieder der Gesellschaft bilden soll.

In Baden ist durch den naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe schon seit langer Zeit eine Kommission für Erdbebenforschung, Sammlung und Veröffentlichung des badischen Erdbebenmaterials thätig und eine grosse Reihe von Abhandlungen und Berichten, die sich vollständig bis zu den letzten eingetretenen Erdbeben erstrecken, legen Zeugniß ab von dem erfolgreichen Wirken dieser Kommission. Baden war dadurch anderen Ländern Europas und selbst des engeren Deutschlands voraus und es erwächst die Pflicht, durch Anschluss an die einheitliche internationale Organisation und besonders durch Errichtung von Beobachtungsstationen mit empfindlichen, überall einzuführenden Instrumenten die Erdbebenforschung auch weiter zu fördern. Durch seine geologischen Verhältnisse besitzt Baden besonders häufig von Erdbeben betroffene Gebiete, und diese eignen sich in hervorragendem Grade zur Aufstellung von Seismometern und versprechen, mehr als es anderwärts der Fall ist, wichtige Resultate der Wissenschaft zu liefern. Gegenüber den reichen Mitteln, mit welchen die Strassburger Zentralstation versehen ist, sollte auch Baden nicht zurückbleiben und für den Anfang eine Anzahl mit Horizontalpendeln auszurüstenden Stationen neben einigen solchen mit einfacheren und billigeren Instrumenten errichten. Die regelmässige Beobachtung und Sammlung der Berichte läge der Kommission für Erdbebenforschung wie bisher ob, und diese hätten ihrerseits mit der mit der Zentralstelle der internationalen seismologischen Gesellschaft Fühlung zu nehmen.

Die Aufstellung einer genügenden Anzahl von Instrumenten bedingt einmalige Anschaffungskosten, die über das Vermögen des Naturwissenschaftlichen Vereins hinausgehen, und eine Verwirklichung der Vorschläge der Erdbebenkommission und damit das Schritthalten mit den Fortschritten der Nachbarländern ist nur möglich, wenn auch die Grossh. Regierung die Erdbebenforschung mit wohlwollendem Interesse begleiten und dadurch die Verdienste anerkennen würde, die sich der Verein bisher aus eigener Kraft auf diesem Gebiete erworben hat.

An den Vortrag reihte sich eine eingehende Diskussion, an welcher sich der Vorsitzende, Geh. Rath Engler, insbe-

sondere auch Herr Oberbaudirektor **Honsell**, ferner Oberingenieur **Delisle** und der Vortragende betheiligten. Es wurde beschlossen, dass die Erdbebenkommission des Naturwissenschaftlichen Vereins der internationalen seismologischen Gesellschaft beitreten und dass der Vorsitzende der Kommission sich an den Berathungen der Gesellschaft betheiligen solle; desgleichen mit der Grossh. Regierung in Verbindung zu treten und bei derselben um Bewilligung von Mitteln zur Aufstellung von Seismometern an verschiedenen Stellen unseres Landes nachzusuchen. Einhellig wurde betont, dass die Selbständigkeit unserer Forschungen auf seismologischem Gebiet zu wahren sei, dass man jedoch alle Untersuchungen nach den Grundsätzen und Normen der internationalen Gesellschaft durchführen müsse.

Herr Oberingenieur **Delisle** zeigte zum Schluss eine Karte von einem Stück des Schwarzwaldes vor nach der Aufnahme des topographischen Büreaus im Massstab 1 : 25 000, in welcher eine Reliefwirkung dadurch erzielt wurde, dass die Horizontalkurven von 10 m Höhendifferenz nach dem einen Abfall mit der Feder stärker ausgezogen wurden; es könnte dies natürlich auch im Druck so ausgeführt werden. Die Wirkung ist in der That eine auffallende. Ueber den Werth einer derartigen Darstellung für den praktischen Gebrauch der Touristen gingen die Ansichten der Mitglieder auseinander.

540. Sitzung am 15. Dezember 1899.

Anwesend 41 Mitgl. Vorsitzender: Herr Hofrath **Meldinger**. Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Dr. H. Risse, Arzt, Dr. H. Kux, Chemiker.

Herr Dr. **Wilser** aus Heidelberg hielt einen Vortrag über den Pithecanthropus erectus und die Abstammung des Menschen. An der lebhaften Besprechung betheiligten sich die Herren Professor **Futterer**, Dr. **Lang**, Dr. **Wagner**, Professor **Schröder** und der Vortragende.

Der Vortrag ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

541. Sitzung am 12. Januar 1900.

Anwesend 32 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.

Neu angemeldetes Mitglied: Herr Fabrikinspektor Dr. E. Föhlisch.

Der praktische Arzt, Herr Fr. **Netz**, hielt einen Vortrag über Nahrungsmittel und Krankheitskeime. Es ist

bekannt, dass Gährung, Fäulniss und Nitration (im Boden) auf der Wirksamkeit der Bakterien beruhen. Es handelt sich um die Zerlegung der organischen Materie in ihre einfachsten Bestandtheile — auf der anderen Seite um den Wiederaufbau höherer Verbindungen auf diesen letzten Ergebnissen der Spaltung. Auf diese Weise wird Unbrauchbares aus dem Wege geräumt und Platz gemacht für neues Leben.

„Pathogen“ nennen wir die Mikroorganismen, wenn eine Reaktion von Seiten des lebenden Gewebes auf einen krankmachenden Reiz erfolgt. Ist das zu infizierende Individuum erkrankungsfähig, so findet ein Prozess „der Auslese“ statt dadurch, dass ein Geschlecht gezüchtet wird, welches, mit durchschnittlicher Konstitutionskraft begabt, gegen die Einflüsse dieser Parasiten unempfänglich bleibt. Tritt durch die Gewöhnung an ein Gift eine Veränderung der physikalischen Verhältnisse derart ein, dass dasselbe nicht mehr vollständig in die Körperzellen einzudringen vermag, so reden wir von „normaler Disposition“.

Die grossen Volksseuchen: Cholera, Pocken, Flecktyphus und Pest werden durch spezifische Bakterien erzeugt. Zur Verbreitung derselben tragen noch mancherlei Ursachen bei, die hauptsächlich in sozialen Missständen wurzeln. Zur Verbreitung der Infektionskrankheiten tragen auch „Keime“ bei, welche in „der Nahrung“ enthalten sind: Cholerabacillen und Typhusbacillen im Wasser, ebenso Gährungs- und Fäulnisszersetzungen in unserem Körper (Darm).

Die Milch ist der Träger mancher Krankheitskeime, weil letztere in derselben einen guten Nährboden finden. Auf diese Weise können wieder Milchpräparate: Butter, Käse, aber auch Nutrose, Eucasin zu Trägern von Krankheitskeimen werden.

Im Fleisch treten sogenannte Ptomaine auf, die schwere Erkrankungen der Verdauungsorgane verursachen können. Fleischgenuss von an ansteckenden Krankheiten (Rose etc.) erkrankten Thieren, sowie in Zersetzung (bez. Fäulniss) begriffenes Fleisch von Fischen ist unter Umständen lebensgefährlich.

Auch in den Vegetabilien finden sich gesundheitsstörende Keime; letztere haben giftige Wirkungen.

Neben diesen Ursachen zu Erkrankungen bespricht der Vortragende die Erkrankungen durch sogenannte fehlerhafte Fermentbildung resp. -Wirkung. Die Fermente (aus Drüsen stammend), welche die eigentliche Verdauung einzuleiten resp. vorzubereiten haben, können wegen ihrer mangelhaft verdauenden Eigenschaften Veranlassung zu schweren Ernährungsstörungen geben. Krankheit ist eine Störung des „Stoffwechselgleichgewichts“. Es finden dann chemische Veränderungen an den „Zellen“ statt. Ist das Gleichgewicht der Zelle nicht gestört, so ist sie gesund. Ist letzteres nicht der Fall, so können u. a. als Ursache der Störung die durch den Blutstrom in die Zellen gebrachten „Keime“ sein. Diese wirken giftig, indem sie sich mit den Eiweisskörpern des Organismus chemisch verbinden — es tritt Fäulniss ein; mit dieser ein vermehrter Stoffwechselprozess (Fieber). Die im Blute enthaltenen Gegengifte werden zur Abwehr herangezogen (Blutserum und weisse Blutkörperchen).

Neben diesen Gegengiften überwinden „Organe des Körpers“ durch Ausscheidung chemischer Stoffe, sowie noch andere Schutz Einrichtungen des Körpers selbst, die durch die Bakterien hervorgerufene Blutvergiftung genügend, d. h. so lange die „Energie der Zellen“ vorhanden ist.

Menschen, deren Ernährungsverhältnisse im Allgemeinen gute sind, sind mehr oder weniger vor Infektionskrankheiten geschützt.

Zum Schlusse spricht Vortragender noch von der „natürlichen Immunität“.

Eine längere Diskussion knüpfte sich an den Vortrag, an welcher sich die Herren Geh. Rath **Engler**, Professor **Rupp** und Dr. **Levinger** beteiligten.

Herr Hofrath **Meidinger** suchte dann noch die Ursachen der Gasausströmungen aus einem über Nacht im Schlafzimmer geheizten Amerikaner Ofen darzulegen, welche Anfang dieser Woche schwere Erkrankung zweier älteren Damen mit Tod nach drei Tagen zur Folge hatten. Redner hatte die Verhältnisse an Ort und Stelle untersucht und war zu der Ansicht gekommen, dass eine falsche Stellung der Klappen an dem Ofen, der in seinen inneren Zügen russfrei

war, in Verbindung mit einem schlecht ziehenden weiten, den drei Stockwerken gemeinsamen Kamin im dritten Stock die Ausströmung der giftigen Gase aus dem oberen Theile des Ofens, namentlich an den nicht völlig dicht schliessenden Glimmerfenstern veranlasst habe. Es wurden dann noch andere Füll- oder Dauerbrandöfen auf bezügliches Verhalten untersucht und Gasausströmungen aus Oefen, bei denen der Zug nicht abwärts, sondern nur aufwärts bis in das Kamin ungehindert geht, für sehr unwahrscheinlich erklärt, — selbstverständlich darf im Rauchrohr keine Klappe vorhanden sein, die zugeschlossen werden könnte, wodurch schon viele Menschen das Leben verloren haben. (Solche fehlen auch bei den eisernen Füllöfen.) — An den Vortrag schloss sich eine Diskussion mit den Herren Ingenieur **de Millas** und Buchhändler **Jahraus**. — Ausführlich wurde über den Vorfall berichtet in der Badischen Gewerbezeitung 1900 No. 3, wo auch nähere Angaben darüber gemacht wurden, wie Gasausströmungen aus über Nacht in Schlafzimmern brennenden Oefen vorzubeugen seien.

542. Sitzung am 26. Januar 1900.

Anwesend 75 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Apotheker Dr. M. **Witkowski**.

Herr Hofrath **Lehmann** hielt im Auditorium des physikalischen Instituts der Technischen Hochschule einen von Demonstrationsversuchen begleiteten Vortrag über Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle; derselbe ist unter den Abhandlungen abgedruckt.

543. Sitzung am 9. Februar 1900.

Anwesend 45 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geh. Rath **Engler**.
Neu angemeldete Mitglieder die Herren: Dr. E. **Haltz**, Arzt
Professor Th. **Behbock**.

Herr Prof. **Klein** hielt einen Vortrag über die Fortpflanzungsweisen niederer Organismen und ihre Beeinflussung durch äussere Einwirkungen.

Herr Hofrath **Meldinger** berichtete alsdann über eine Ofenexplosion, welche am 1. Februar in einem Parterreseitengang des Dienstgebäudes des Grossh. Ministeriums des Innern stattgefunden hatte. Der Ofen war ein sogenannter Amerikaner, wie sie auch in Karlsruhe in grosser Zahl gefertigt werden. Der untere Theil des Ofens, vom Feuerkorb an, blieb völlig unversehrt, nur zeigten sich die darin enthaltenen Kohlenstücke stark gepulvert. Auch der oberere Theil des Ofens blieb unversehrt, trotzdem dass Deckeltheile bis an die Gangdecke geschleudert wurden und daselbst Löcher einschlugen. Die zerstörende Wirkung beschränkte sich auf den mittleren Theil des Ofens und sie war einseitig, sie war vorzugsweise nach der Wand, an der der Ofen stand, gerichtet, es wurden hier in ein Schutzblech an siebenzig Löcher eingeschlagen. Die Zahl der Trümmer betrug 416 Stück, von $\frac{1}{2}$ gr an bis 9 kg im Gesamtgewicht von 83 kg. — Die Erscheinung liess sich nicht als eine Gasexplosion erklären, die Wirkung wies auf einen explosiblen festen Körper, wie Dynamit oder Pulver, hin, der vielleicht beim Sprengen des Flötzes in den Gruben in die Kohlen hineingelangt war. Einen Schutz dagegen haben wir nicht. — Ausführlich ist hierüber vom Redner berichtet worden in der Badischen Gewerbezeitung 1900 No. 6.

544. Sitzung am 9. März 1900.

Anwesend 44 Mitglieder. Vorsitzender Herr Geh. Rath **Engler**.
Neu angemeldetes Mitglied: Herr Dr. med. J. Nüsslein.

Herr Professor Dr. **Futterer** sprach über die geologischen Bildungen Centralasiens und Chinas. Die letzten Forschungsreisen in diesen Gebieten haben eine Reihe von Beobachtungen gebracht, welche geeignet sind, das Bild, das sich die Geologen von den Vorgängen in den letzten geologischen Perioden gemacht haben, wesentlich zu verändern. Bis vor kurzem glaubte man an die Existenz eines Meeres, des Han-hai-Meeres, das vom Tarim-Becken an bis in die zentrale Mongolei und das östliche China reichen und von den südsibirischen Randgebirgen im Norden, dem Systeme

des Kuen-lün im Süden begrenzt gewesen sein sollte. v. Loczy, der Geologe der Expedition des Grafen Szechenyi, der 1877 bis 1880 Ostasien bereiste, sprach zuerst Zweifel aus über diese junge Meeresbedeckung auf Grund von dem Nachweis ausgedehnter Süßwasserablagerungen in den Thalbecken des Nanschan-Gebirges am oberen Hoang-ho und in Nordost-Tibet, die noch weiter nach Osten in die Provinz Kansu reichen und dort schon von dem Altmeister der Geologie Ostasiens, v. Richthofen, als „Seelösse“ bezeichnet und als Süßwasserbildungen erkannt worden waren.

Erst später wurden durch Versteinerungsfunde von Rhinoceros in den echten dem Han-hai-Meere zugeschriebenen Ablagerungen der östlichen Mongolei durch den russischen Geologen Obrutschew auch für diese, im wesentlichen aus Sandsteinen und Conglomeraten bestehenden Ablagerungen, die Bildung auf Festland und in Süßwasserbecken unzweifelhaft erkannt und ihr geologisches Alter als jedenfalls jünger als miocän festgestellt. Da Loczy für seine Seeablagerungen, die er Quetae-Schichten nannte, durch Auffinden von Elefantenresten (*Stegodon insignis*) jung tertiäres Alter (Pliocän) ebenfalls erwiesen hatte, lag es nahe, die Seebedeckung auch über das ganze Han-hai-Meer auszudehnen.

In der That finden sich auch in den Hochthälern des Thien-schan-Gebirges z. B. am Issyk-kul-See, am oberen Naryn etc. ausgedehnte conglomeratische Seeablagerungen und längs des ganzen Südrandes des Thien-schan-Gebirges schon vom Alai-Gebirge ab weit bis Osten über Kurla hinaus konnte neuerdings das Vordringen einer Zone von gefalteten Vorbergen verfolgt werden, die aus sandigen, mergeligen und conglomeratischen Sedimenten bestehen und unzweifelhaft, obwohl keine Versteinerungen darin gefunden werden konnten, nach der Lagerung jungtertiären Ursprunges sein müssen und ihrem Charakter vollkommen den Han-hai-Bildungen und Quetae-Schichten entsprechen.

Der Redner zeigte eine Anzahl von ihm auf der mit Dr. Holderer unternommenen Reise aufgenommenen Photographien vor, welche die absolute Sterilität der Berge, die abtragenden Wirkungen des Windes und die tiefen, vom

Wasser in die weichen Sedimente eingegrabenen wilden Schluchten schön zur Anschauung brachten. Auch zwischen den im Osten auseinander tretenden Ketten des Thien-schan-Gebirges, wie z. B. in der unter den Meeresspiegel reichenden Depression bei Turfan, wurden solche Seeablagerungen nachgewiesen, ebenso in der östlichen Verlängerung dieser Depression, in der nördlichen Zone der Gobi am Wege von Chami nach Su-tschou und auch in deren südlicher Zone unweit von Su-tschou. An beiden zuletzt genannten Orten lagen die jüngeren diluvialen Flussschotter unconform über den Han-hai-Schichten und bewiesen dadurch die Andauer tektonischer Bewegungen bis in ganz junge geologische Zeiten.

Die Quetae-Schichten im Nan-schan und am oberen Hoang-ho konnten in weiterer Verbreitung in Nordost-Tibet bis ins Thal des Tao-ho aufgefunden werden und in ganz ähnlichen Bildungen einer diluvialen Terrasse in der Ebene südlich des Süd-Kuku-nor-Gebirges in einer Meereshöhe von über 3000 m fand sich eine sehr Individuen-reiche aber Arten-arme Süsswasserfauna, deren Arten vollkommen mit den bei uns diluvial vorkommenden Arten übereinstimmen. Dieser neue Fund stimmt sehr gut zu der Erfahrung, dass die im Löss der chinesischen Lössgebiete gefundenen fossilen Schnecken dieselben sind, wie die recent auf dem Löss lebenden, und auch die Mollusken von Süsswässern haben eine sehr nahe Verwandtschaft mit solchen, die in jung-tertiären Ablagerungen Europas sich finden. Die Fauna hat demnach seit alter Zeit in Innerasien und China denselben Charakter behalten und das lässt wieder darauf schliessen, dass die physikalischen Zustände Innerasiens und der westlichen Gegenden Chinas seit der jüngeren Tertiärzeit dieselben waren, wie wir sie auch heute noch vor uns sehen. Nur die Wasserbedeckung, das Areal der Süsswasserseen hat abgenommen, wie auch jetzt noch die zentralasiatischen Binnenseen immer mehr zusammenschrumpfen und immer salziger werden infolge der Verdunstung. Vor nicht langer geologischer Zeit aber war ein grosser Theil des Kontinentes ein weites Seenareal, das vom westlichen Thien-schan bis in

die östliche Mongolei, von Sibirien bis weit auf das Hochland Tibets und nach Südchina sich ausdehnte. Die Molluskenfauna der Binnenseen, wie auch die terrestrische Fauna hat sich während der langen Zeiträume dort kaum merklich verändert.

Alsdann berichtete Herr Dr. R. Wagner über Glacialrelikte in der Bodenseeegend. Der Vortragende gab zunächst in grossen Zügen einen Ueberblick über die Schicksale der Vegetation unserer Gegenden, in denen zur Tertiärzeit — wie aus den Funden von Oehningen bekannt ist — noch Palmen existirten, und ging dann zu den klimatischen Veränderungen über, die mit der polaren Abkühlung und dann mit der Erhebung grosser transversaler Gebirgszüge verbunden waren. Die Eiszeit brachte eine Anzahl von Pflanzen in das besprochene Gebiet, die sich stellenweise bis jetzt erhalten konnten, namentlich in Torfmooren. Dahin gehört *Hieracium aurantiacum* L. und *Aspidium Lonchitis* Sw. in dem von Dr. I. B. Jack in Konstanz gründlich erforschten Regnatshäuser Ried bei Ueberlingen; *Petasites albus* im Hardtwald bei Salem, ganz isolirt; *Pedicularis Sceptrum Carolinum* L., eine herrliche, bis Ostasien in den Gebirgen verbreitete Pflanze, die früher im Binninger Ried im Hegau vorkam; *Pinguicula alpina* L. zwischen Salem und in Heiligenberg sowie im Frickinger Ried; *Eriophorum alpinum* Pers. und *Andromeda Polifolia* L. im Heidelmoos bei Konstanz; *Gentiana asclepiadea* L. auf Torfmooren sehr häufig, unser schönster Enzian; *Campanula pusilla* Haenke an den steilen Molassewänden bei Bodman; *Veronica urticaefolia* Jacq. im Tobel von Hohenbodman; *Saxifraga oppositifolia* L. am Seeufer bei Staad und anderwärts, ein hochalpiner Steinbrech, der ganz gewiss nicht durch die Strömung dahin kam. Ferner wurden noch besprochen die Vorkommnisse von *Trollius europaeus* L. bei Salem, von *Allium suaveolens* Jacq. auf Torfrieden bei Konstanz, von *Bellidiastrum Michellii* Cass. (vielfach bei Konstanz), *Libanotis montana* L. bei Ueberlingen und Stockach, und *Lonicera alpigena* L. bei Konstanz und am Gehrenberg.

545. Sitzung am 23. März 1900.

Anwesend 36 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Hofrath Meldinger.

Herr Geh. Rath Dr. **Battlehner** hielt einen Vortrag über Pest und Pestgefahr, sowie die dagegen zu ergreifenden Massregeln.

Nachdem die Pest ihre ständigen Brutstätten, die sie ja mit der Cholera theilt, die Thäler des Himalaya, verlassen und durch rasches Vorwärtsdringen sich bemerkbar machte, erfolgte zu ihrer Bekämpfung nach einer gründlichen Vorberathung der Abschluss einer „internationalen Sanitätsübereinkunft“, durch die u. a. jeder der abschliessenden Staaten die Verpflichtung übernahm, allen Mitunterzeichnern sofort schon vom ersten sich ereignenden Falle und dann fortgesetzt von allen weiteren Fällen Kenntniss zu geben.

Nach den auch an die Grossh. Regierung auf diesem Wege gelangenden Nachrichten ist die Pest in stetiger Ausbreitung begriffen und namentlich in Indien auf's Neue so mörderisch aufgetreten, dass die bedeutendste und angesehenste Fachzeitschrift Englands, wo man der Pest bis jetzt ziemlich unthätig gegenüber stand, das „Britische Medizinische Journal“, dringend rathet, sich in ähnlicher Weise bereit zu halten, wie Deutschland.

Gerade über den letzteren Gegenstand möchte ich den Mitgliedern des Naturwissenschaftlichen Vereins Kenntniss geben.

Seit September vorigen Jahres haben im Kaiserlichen Gesundheitsamt zu Berlin fünf Pestverhandlungen stattgefunden und bildete eine derselben, in welcher die wissenschaftlich-praktischen Grundlagen für die zu ergreifenden Massnahmen gewonnen wurden und aus ziemlich allen (42 an der Zahl) Bakteriologen Deutschlands bestand, vorwiegendes Interesse. Was diese Versammlung besonders auszeichnete und sehr unterrichtend erscheinen liess, war die Anwesenheit derjenigen Aerzte, welche ihr Forschertrieb, alle Gefahren vergessend, nach Indien führte, die Professoren: Goffky, Pfeifer und Stricker, denen sich noch der Marineoberstabsarzt Wilms beigesellte, der die Pest 1894 und 1896 in Hongkong beobachten konnte, sowie die beiden Professoren Kosel und Prosch, welche ihre Erfahrungen in Oporto sammelten.

Den Berathungen lagen daher nicht etwa nur Ergebnisse,

die unter dem Mikroskop gemacht oder gar nur solche, die hinter dem grünen Tische ausgeheckt wurden, sondern frische, eigene, an Ort und Stelle mit der grössten Sorgfalt gemachte Beobachtungen zu Grunde.

So oft die Pest auch in Europa sich verbreitete, stellte es sich jeweils heraus, dass sie eingeschleppt worden war und oft ein einzelner Fall grosse Epidemien verursachte. Es ist daher im höchsten Grade wichtig, einen Pestfall möglichst bald als solchen zu erkennen; dies ist aber gerade beim ersten Auftreten um so schwerer, als die ersten Erscheinungen der Pest leicht mit den Anfängen anderer Krankheiten verwechselt werden können. Treten einmal häufigere Pesterkrankungen mit vermehrten Todesfällen und augenscheinlicher Ansteckung ein, dann besteht natürlich kein Zweifel mehr.

Es ist daher unbedingt nöthig, die grösste Aufmerksamkeit den ersten Fällen zuzuwenden.

Die Krankheit verschont im allgemeinen kein Geschlecht, kein Alter, keinen Stand; kehrt aber vorzugsweise in Wohnungen ein, wo grosse Unreinlichkeit herrscht, also in den Häusern der Armen, und erscheint in drei ausgeprägten Formen: als Pestpustel, Drüsen- und Lungenpest. Als Pestpustel, wenn die Wirkung des Pestansteckungsstoffes gleich an der Eingangspforte beginnt. Es entwickelt sich da rasch ein schmerzhaftes Bläschen, welches sich schnell zum Pustelgeschwür (Pestkarbunkel) gestaltet und von da nachträglich auf die Drüsen übergehen kann. In den meisten Fällen aber wandert der Ansteckungsstoff ohne ein Geschwür zu veranlassen von der Haut aus sofort bis zu den nächsten Drüsen — der Leisten- und Schenkelgegend, Achselhöhle, Hals — weiter und verursacht den höchst schmerzhaften Pestbubo; die Lungenpest tritt in Gestalt einer katarrhalischen Lungenentzündung auf. Sie ist die gefährlichste, verläuft fast unvermeidlich in wenigen Tagen tödtlich.

Alle drei Formen beginnen gewöhnlich mit heftigem Fieber, grosser Hinfälligkeit und Eingenommenheit des Kopfes u. s. w., Haut- und Drüsenpest jedoch mitunter auch unter ganz milden, leicht zu übersehenden Erscheinungen.

Als Veranlasser oder Ursache der Pest wurde im Jahre 1894 fast zu gleicher Zeit von dem Japaner Katisato,

einem Schüler Koch's, und Yersin ein Bazill entdeckt, der etwa $2\frac{1}{2}$ mal so lang als breit, mit einem hellen Saum umgeben ist, so dass sich die einzelnen Bazillen nicht berühren, aber wegen seiner wenig ausgeprägten Form und der Aehnlichkeit mit einer Anzahl anderer Bazillen (Hühnercholera, Mäuse-typhus, Mäuseseptigämie u. s. w.) verwechselt werden kann.

Auch die Kolonien bieten wenig charakteristisches. Nur eine genaue Beobachtung der Lebensgewohnheiten des Bazilles, die vergleichende Züchtung führt uns zu einer sicheren Unterscheidung.

Am besten gedeiht er auf schwach alkalischem Agar-Agar, schneller, wie viele andere Bazillen auch bei 37° , langsamer bei niederen Temperaturen, aber selbst noch bei 6° , was ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal von anderen gleichgestalteten Bazillen gibt, zugleich aber auch das Vorkommen von Winterepidemien erklärt. Diese können jedoch auch dadurch verursacht sein, dass im Winter in Indien etc. die ärmere Bevölkerung sich in kleinen, dumpfen, unsauberen Wohnungen zusammendrängt.

Beim Troknen geht der Pestbazillus rasch (im heissen Klima von Bombay z. B. rascher als in kälteren Gegenden) zu Grunde; auch ist er sehr empfindlich gegenüber Chemikalien und erfordert deshalb zur Unschädlichmachung nur schwache Lösungen der bekannten Desinfektionsmittel.

Uebrigens können die verheerenden Wirkungen direkt dem Pestbazillus nicht allein, vielleicht nur in geringem Grade beigelegt werden. Nur bei Lungenpest ist die Zahl der Bazillen im Auswurfe eine ganz gewaltige, der letztere deshalb auch das gefährlichste Ansteckungsmittel. Sonst werden die Bazillen nicht immer, oder nur im Anfang gefunden; dagegen sind Wirkungen des durch sie erzeugten Toxins fast in allen Fällen ganz augenscheinliche: sehr wesentliche krankhafte Veränderungen innerer paraechymatöser Organe, namentlich der jeweils enorm vergrösserten Milz, ausserdem aber noch kleinere oder grössere Blutaustritte auf die Oberfläche der ganzen Verdauungsschleimhaut. So liessen z. B. drei von pestkranken Müttern todtgeborene Kinder, bei welchen diese Pesterscheinungen wahrgenommen wurden, erkennen, dass sie der Pest erlagen, obgleich bei

ihnen der Pestbazillus nicht aufgefunden werden konnte. Es vermag dieser den Plazentarkreislauf nicht zu passiren, während die mit dem Blut auf den Fötus übergehende Pesttoxine in ihren Wirkungen zu erkennen ist.

Auch gewisse Thiere sind der Pest unterworfen, vorzugsweise Ratten, aber auch Mäuse und, wie neuerdings aus in Sibirien gemachten Beobachtungen hervorgeht, auch das dortige Murmelthier (Bobac).

Bei all' diesen Thieren tritt die Pest fast nur als Darmpest auf, welche beim Menschen bis jetzt nicht festgestellt wurde. Sie erbrechen, bekommen Durchfall, aber was das Schlimmste ist, sie verlieren, sobald sie von der Krankheit ergriffen sind, alle Scheu vor den Menschen, laufen überall herum und lassen die Spuren des Erbrochenen und ihrer Exkremente zurück. Sie tragen auf diese Weise die Pestkeime auch in die von den Pestkranken weit entfernten Ortstheile, und sind offenbar auch die Ursache, dass in gewissen Häusern (sogenannten Pesthäusern, Schiffen) die Pest so schwer zum Erlöschen kommen will.

Bezüglich der Frage, ob auch die Schweine der Pestansteckung unterliegen, sind die Beobachtungen noch widersprechend. Immerhin will man während der Pest oder schon vorher ein gewaltiges Sterben nicht allein unter den Ratten und Mäusen, sondern auch unter den Schweinen und dem Hausgeflügel beobachtet haben.

Die Eintrittspforten der Pestkeime in den menschlichen Körper sind bei der Geschwür- und Bubonenpest die äussere Haut, bei der Lungenpest vorzugsweise die Schleimhaut der Nase und des Mundes.

Die kleinste Verletzung, ein Insekten- (Floh-) stich reicht hin, um dem Ansteckungsstoff den Eintritt zu gestatten. Vorzugsweise sind es die Schenkel- und Leistendrüsen, welche ergriffen werden, wohl deshalb, weil die Indier gewöhnt sind, sich keiner Fussbekleidung zu bedienen und die Ansteckung von leichten Verletzungen des Fusses aus unschwer ermöglicht ist.

Die Lungenpest überträgt sich dadurch, dass man mit dem Auswurf sich von irgend einer verletzten Stelle aus infiziert, oder durch direktes Anhusten, wobei man kleine Tröpfchen des Ausgeschleuderten einathmet.

Der in den Körper aufgenommene Pestkeim kann sofort, aber auch erst nach einiger Zeit — innerhalb 3 bis 8 Tagen — zu Erscheinungen Veranlassung geben. Als äussersten Zeitpunkt nimmt man 10 Tage an. Dies steht übrigens noch nicht ganz fest, da man den Ausbruch noch nach 40 Tagen beobachtet haben will, wenn hier nicht ein Irrthum in der Weise vorliegt, dass eine spätere Ansteckung durch an Gegenständen haftende Bazillen stattgefunden hat.

Am schnellsten ist Ansteckung und Verlauf bei Lungenpest.

Die Uebertragung des Ansteckungsstoffes wird vermittelt:

Von Mensch zu Mensch durch Berührung (Contact) oder Anhusten,

durch mit Pestbazillen beschmutzte Bekleidungsgegenstände, Wäsche, Waaren,

durch die obengenannten Thiere: Ratten und Mäuse.

Ob auch durch Flöhe, Wanzen, Fliegen und andere Insekten ist deshalb anzuzweifeln, weil sonst eine Uebertragung durch sie häufiger sein müsste. Sie geben offenbar nur durch die Stiche in die Haut die Möglichkeit zur Ansteckung.

Das Wasser gilt als ganz ausgeschlossen zur Uebertragung.

Die Leichen sind bei gehöriger Achtsamkeit weniger gefährlich. Zunächst weil der Ansteckungsstoff kein flüchtiger (kein Miasma) ist; dann weil die Zersetzungsbakterien (Sephrophyten) wie auch mit den Bakterien anderer infektiösen Krankheiten mit denen der Pest rasch aufräumen, sie vernichten. Uebrigens ist bei der Einsargung der Leichen die gleiche Vorsicht anzuwenden wie bei Cholera u. a., d. h. die Leichen müssen in Tücher eingewickelt werden, welche mit einer Desinfektionsflüssigkeit getränkt sind.

Als Massregeln zur Verhütung der Weiterverbreitung können weiter angeführt werden:

In erster Linie skrupulose Reinlichkeit.

Anwendung von Desinfektionsmitteln:

Wie schon oben erwähnt, reichen Sublimatlösungen 1:2000, Karbol 3:100, Kalkwasser, Kaliseifenlösung vollständig hin, wenn ein Dampfdesinfektionsapparat nicht zur Verfügung steht oder nicht angewendet werden kann.

Ausführung gründlichster Desinfektion der Wohnung, des Bettes und der Kleider Pestkranker. Bei der Wohnung

durch Formalindesinfektion, bei weniger werthvollen Gegenständen durch Verbrennen.

Verbringung des Kranken aus dem Pesthause in's Krankenhaus und Entfernung der Gesunden zur Beobachtung in ein besonderes Haus.

Ueberwachung des Verkehrs, namentlich des Schiffs- und Eisenbahnverkehrs.

Namhaftmachung bestimmter Eisenbahnstationen, während der Fahrt Erkrankte aus dem Zuge heraus und in ein Krankenhaus gebracht werden können. Ein Fall allerdings, der sich nicht so oft ereignen wird, da Schwerekrankte überhaupt nicht mehr reisen können, die übrigen aber keine so bemerkbaren Erscheinungen darbieten, dass sie sich leicht ersichtlich machen.

Vernichtungskampf gegen die Ratten.

Schutzimpfungen, namentlich des mit Pestkranken beschäftigten ärztlichen und Pflegepersonals; es hat sich fast immer gerächt, wenn dieselben unterlassen worden sind.

Ausbildung von Sachverständigen und Zuweisung gewisser Bezirke an dieselben mit der Verpflichtung, bei dem telegraphischen oder auf anderem Wege erfolgten Rufe sofort an Ort und Stelle zu reisen.

Vorschriften, betreffs Entnahme und Weiterbeförderung von Pestmaterial und der Einrichtung des zur Untersuchung bestimmten Laboratoriums. Es ist schon ein Reichsverbot gegen anderweitige Behandlung erlassen.

Den wichtigsten Punkt der Abwehrmassregeln bildet die Anzeigepflicht der Aerzte und das rasche Eintreten der Medizinalbeamten.

Gestatten wir uns aus dem Vorgetragenen einen Schluss zu ziehen über die bei Ausbruch der Pest für die Bevölkerung drohende Gefahr, so will ich letztere gerade nicht unterschätzen, glaube aber doch darauf hinweisen zu können, dass es unter gewissenhafter Anwendung der vorbereiteten Massregeln so gut oder noch eher gelingen muss, die Pest zu bewältigen oder abzuwehren, als es möglich war, seiner Zeit die Cholera von Berlin fern zu halten. Ja ich halte diese Möglichkeit unter den geschilderten Umständen noch eher für erreichbar, sofern nur immer Aerzte und Medizinalverwaltung ihre Pflicht thun.

546. Sitzung am 27. April 1900.

Anwesend 38 Mitglieder. Vorsitzender: Herr Geheimerath Engler.

Generalversammlung.

Herr Hofrath **Meidinger** liest einen Bericht über die Thätigkeit des Vereins im verflossenen Geschäftsjahre vor. Zum Schluss theilt derselbe mit, dass der 13. Band der Verhandlungen des Vereins im Laufe der nächsten Wochen an die Mitglieder ausgegeben werden würde.

Herr **Bartning** erstattet Bericht über den Stand der Kasse. Herr Direktor **Treutlein** hat die Rechnung geprüft und richtig befunden.

Der Vorsitzende bringt die Herausgabe der Verhandlungen des Vereins zur Besprechung; dieselben sollen für die Folge in kürzeren Zeiträumen, ein- oder zweijährig erscheinen. Es findet eine längere Diskussion hierüber statt, an der sich die Herren **Meidinger**, der die Redaktion seit dem 5. Band 1871 geführt hatte, **Klein**, **Ammon**, **Kressmann**, **Jahraus** betheiligten. Die Versammlung ist damit einverstanden, dass thunlichst jährlich ein Band herausgegeben werden solle, überlässt aber das Nähere dem Vorstand.

Herr Professor **Schultheiss**, der bereits bei dem Abschluss des jetzt erscheinenden 13. Bandes mitgewirkt hatte, wird für die Folge die Redaktion allein übernehmen.

Herr Hofrath Dr. **Lehmann** hielt sodann einen Vortrag über die künstliche Aenderung flüssiger Krystalle und die Erzeugung eiförmiger halbflüssiger Mischkrystalle, der unter den Abhandlungen abgedruckt ist.

Abhandlungen.

Das Erdbeben vom 22. Januar 1896 in Baden.

Von Dr. K. Futterer.

Eine zusammenfassende Bearbeitung des Erdbebens vom 22. Januar in seiner ganzen Ausdehnung ist noch nicht möglich; aber im Interesse einer möglichst schnellen Veröffentlichung, so lange noch in weiteren Kreisen das Interesse für dieses Erdbeben wach ist, soll hier ein vorläufiger Bericht über dasselbe gegeben werden. Es trat am 22. Januar ein und betraf die mittleren und südlichen Theile Badens in besonders starkem Maasse, dehnte sich aber auch nach Osten, Süden und Westen in die Nachbargebiete aus. Es ist das besondere Verdienst der Behörden, welche wie die Wasser- und Strassenbauinspektionen, die Meteorologische Centralstation und die Postämter, alsbald eingehende Berichte einforderten, dass es schon jetzt möglich ist, ein Bild der Erscheinungen dieses Erdbebens zu entwerfen, welches wie schon seit langer Zeit kein anderes in ähnlichem Grade durch die Stärke seines Auftretens Beunruhigung hervorrief. In mehreren dieser Berichte wird dieses letzte Erdbeben als das stärkste bezeichnet, welches seit Menschengedenken aufgetreten sei.

Es ist natürlich noch nicht möglich, alle die Fragen zu beantworten, welche sich in wissenschaftlicher Hinsicht an eine derartige Erderschütterung anreihen; aber die für allgemeinere Kreise interessanten Erscheinungen, wie die Wirkungen der Erschütterungen auf Boden und Gebäude, auf Menschen und Thiere, Gebiet der stärksten Erschütterung und Ausdehnung des Erdbebens sowie die Ursachen desselben und die begleitenden Geräusche und Lichtphänomene können schon ziemlich vollständig überblickt werden. Für die mehr theoretischen Fragen ist auch das Material aus Württemberg, Elsass, der Schweiz und Frankreich zu berücksichtigen und

somit dessen Publikation erst noch abzuwarten; aber die Erdbebenelemente sind schon mehr oder weniger vollständig aus den Berichten zu entnehmen.

Als Erdbebenelemente werden die genaueren Angaben über Eintritt und Dauer der Erschütterung, ihre Intensität, ihre Richtung und Wirkung für jeden einzelnen Beobachtungsort bezeichnet. Da für die Beurtheilung aller anderen Fragen diese Faktoren grundlegend sind, so möge ihre Erörterung der allgemeineren Besprechung des Erdbebens vom 22. Januar vorausgehen.

Schon bei der Ermittlung der Eintrittszeit der Erschütterung begegnet man grossen Schwierigkeiten; unter den ca. 400 eingelaufenen Berichten enthalten nur 13 Zeitbestimmungen, welche zum Theil auf die mitteleuropäische Zeit zu beziehen sind; alle anderen sind nur annäherungsweise richtig und ermöglichen keine exakte Bestimmung. Es kommt hier als ungünstiges Moment wesentlich in Betracht, dass das Erdbeben nach Mitternacht erfolgte und somit weder auf den Postämtern noch auf anderen Bureaus mit gut regulirten Uhren Beamte im Dienst waren, die eine genaue Zeitbestimmung hätten vornehmen können.

Die genannten 13 Orte vertheilen sich auf alle Gebiete von Mittel- und Oberbaden, in welchen das Erdbeben lebhafter verspürt wurde, ziemlich gleichmässig, aber sie weisen unter sich doch Unterschiede auf, welche im Maximum 12 Minuten betragen. In der Reihenfolge von Norden nach Süden sind genaue Zeitbestimmungen von folgenden Punkten vorhanden:

1. Bühl: genau 12^h 42' nach Bericht des Postamtes.
2. Illenau: 2—3 Minuten nach 12^h 45' (sofortige Bestimmung durch Herrn Geistlichen Rath Peter, jedoch ohne Angabe, ob die Uhr mitteleuropäische Zeit angab).
3. Emmendingen: 12^h 45'. Nach Bericht des Postamtes; die Uhr schlug $\frac{3}{4}$ auf 1 Uhr und während des Schlagens dauerte das Erdbeben an.
4. Waldkirch: 12^h 50' 40". Herr Oberamtsrichter Urnau bestimmte die Eintrittszeit nach seiner Uhr unter Angabe der Differenz zur mitteleuropäischen Zeit.
5. Villingen: 12^h 45'. Nach der Telegraphenuhr.

6. Freiburg: 12^h 49'. Nach der städtischen Uhr, die immer gut regulirt sein soll.
7. Neustadt: 12^h 46'. Bahnzeit; nach dem Bericht des Herrn Stationsverwalters.
8. Lenzkirch: 12^h 48'. Mitteleuropäische Zeit (ohne genauere Angabe, wie dieselbe ermittelt wurde).
9. Schlatt bei Krotzingen: 12^h 50'. Sofortige Zeitbestimmung „nach gut gehender Uhr.“
10. Bonndorf: 12^h 50' 2". Genaue Postzeit.
11. Aichen bei Waldshut: 12^h 48'. Postzeit.
12. Eschbach bei Waldshut: 12^h 54' 40". Keine Angabe über den Gang der Uhr im Vergleich zu mitteleuropäischer Zeit.
13. Konstanz: 12^h 45'. Keine Bemerkung ob mitteleuropäische Zeit.

Unter diesen als genauer bezeichneten Zeitangaben sind einzelne immer noch anfechtbar, besonders die unter 2, 9, 12 und 13.

Wenn man diese ausschliesst, bleibt als Maximaldifferenz 8 Minuten zwischen Bühl (12^h 42') und Bonndorf oder Waldkirch (mit 12^h 50').

Zwischen einander näher liegenden Orten wie Villingen und Bonndorf ist der Unterschied 5 Minuten, und zwischen entfernteren, wie Emmendingen und Villingen ist keine Differenz vorhanden.

Als Basis für weitere Untersuchungen über die Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Erdbebenwellen oder zur Ermittlung des Herdes desselben, erweisen sich die Zeitangaben als unbrauchbar, denn auch die nach Postzeit angegebenen Daten variiren an benachbarten Orten ganz beträchtlich, so gibt z. B. der Postbericht von Säkingen 12^h 45' an, der von Kleinlaufenberg aber 12^h 50'.

Die oben genannten Orte zeigen scheinbar nur, dass die früheren Eintrittszeiten mehr im Norden der Dreisam liegen (Bühl 12^h 42', Emmendingen 12^h 45', Villingen 12^h 45') und die späteren im Süden oder an derselben (Freiburg 12^h 49', Lenzkirch 12^h 48', Bonndorf 12^h 50', Aichen bei Waldshut 12^h 48'). Es erscheint aber nicht angängig, daraus schliessen zu wollen, das das Erdbeben desshalb im Norden

früher eingetreten sei als im Süden und sich von Norden nach Süden fortgepflanzt habe.

Die, wie es scheint, exaktesten Zeitbestimmungen, die von Aichen, Bonndorf, Freiburg und Waldkirch variiren von $12^h 48'$ — $12^h 50'$, wobei $12^h 50'$ zweimal angegeben wird, so dass dieser Zeitpunkt die grösste Wahrscheinlichkeit bietet, die richtige Eintrittszeit zu sein.

Es sei hier nur nebenbei noch bemerkt, dass ein Versuch, die längs der tektonischen Linien des Rheinthales oder gegen das schwäbische Becken gelegenen Punkte zusammenzustellen, in Bezug auf die Eintrittszeit zu ganz unsicheren Resultaten führt. Aus der später zu erörternden Art der Stärke und Vertheilung der Erschütterungen hätten sich derartige Vermuthungen über gleichmässigen Eintritt längs gewisser Leitlinien auch nicht ableiten lassen, und finden auch keine Begründung in den vorhandenen Zeitangaben.

Was die Dauer des Hauptbebens anbelangt, so liegen darüber einige Berichte vor, welche uns erlauben, ein Bild des Vorganges an einzelnen Orten zu entwerfen. An vielen Stellen war die Erschütterung mit Schallphänomenen so eng verbunden, dass vielfach nicht zu unterscheiden ist, wie viel von der angegebenen Zeit auf die Stösse oder die anhaltenden Erschütterungen und wie viel auf das vorausgegangene oder nachfolgende Geräusch kommt.

Von Badenweiler lautet z. B. der Bericht: „Donnerartiges Getöse von mehreren Sekunden, hierauf zwei kurz auf einander folgende Stösse, hierauf ein mehrere Sekunden anhaltendes Getöse.“ Aehnliches wird auch von Bonndorf gemeldet, nur mit dem Zusatz, dass das Geräusch vor und nach dem Stosse jeweils doppelt so lang war als dieser selbst; die Dauer des Ganzen betrug hier 5 Sekunden.

In Emmendingen begann die Erdbebenerscheinung mit einem Erzittern, das ganz gering anfang, allmählich stärker wurde und wieder abnahm; die Dauer soll mindestens $10''$ betragen haben.

Auch von Freiburg wird die Dauer auf $5''$ — $6''$ angegeben, von denen je $1''$ auf das Getöse vor und nach der Erschütterung, $3''$ vielleicht auch $4''$ auf diese letztere selbst kommen; in einem anderen Bericht derselben Stadt ist aber

nur von einem Stoss die Rede, dessen Erschütterung 1" dauerte, während das Geräusch 3"—4" währte.

Eine aussergewöhnlich lange Zeitangabe macht Littenweiler, wo das Schwanken mit Zittern und dumpfem Rollen. das dem ersten donnerartigen Krach folgte, wohl noch 15"—20" angedauert hat.

In St. Blasien dauerte der ganze Vorgang 3"—4" und bestand zuerst in einem Getöse, dann stärker werdendem Donner, dem gleich Erzittern des ganzen Hauses und Nachlassen des Donners folgte.

Von der Art der Erschütterung, ob diese mehr eine wellenförmige Bewegung war oder aus Stössen bestand, wird später die Rede sein; hier sei nur noch bemerkt, dass die Angaben über die Dauer der Erscheinung ausserordentlich schwanken, von 2" im Minimum bis zu ebenso vielen Minuten im Maximum; das erklärt sich natürlich durch eine Täuschung der Beobachter über die wirklich über die Erscheinung vergangene Zeit, die ganz allgemein gerne überschätzt zu werden pflegt.

Eine Untersuchung darüber, ob längere Dauer aus den centralen Gebieten oder den peripherischen angegeben wird, oder ob sich ein Zusammenhang mit den wellenförmigen Bewegungen und Stössen und der Dauer ausfindig machen lässt, führte zu ganz negativem Resultate.

Ganz hohe wie ganz niedere Zahlen über die Dauer sind ziemlich gleichmässig über das ganze Gebiet zu finden. Wir sind demnach nicht in der Lage, Schlüsse über Veränderungen der Dauer des Erdbebens in den verschiedenen Gebietstheilen zu ziehen.

Für die Nachbeben ist nur vereinzelt eine Zeitdauer und dann nur von wenigen Sekunden angegeben (meist 1", 3" oder 4").

Wie für die erste und Hapterschütterung schon die Ermittlung der genauen Eintrittszeit und der Dauer grossen Schwierigkeiten begegnet, so ist das auch für die später nachgefolgten Stösse der Fall.

Von einzelnen Orten liegen recht sorgsame Beobachtungen vor; so erwähnt z. B. der Bericht von Freiburg ausser dem Hauptbeben von 12^h 49' noch weitere Stösse, die um

1^h 50', 2^h, 2^h 08', 2^h 30', nach 4^h und zwischen 6^h—7^h eintraten; ebenso wird von Lenzkirch gemeldet, dass ausser um 12^h 48' weitere Erschütterungen um 2^h 03', 2^h 30', 2^h 33', 2^h 59', 6^h 48' und 6^h 53' erfolgten; in Menzenschwand wurden solche um 12^h 43', 2^h 40', 2^h 45' und 6^h 30' wahrgenommen.

Für diese späteren und schwächeren Stösse werden sehr verschiedene Zeiten angegeben, die nicht auf Verschiedenheit des Ganges der Uhren allein zurückgeführt werden können, sondern die auch darin ihren Grund haben, dass verschiedene der schwächeren Erschütterungen an einzelnen Orten übersehen wurden, wie ja in Ewatingen überhaupt der erste Stoss nicht, wohl aber einige der späteren (um 1^h 40' und 2^h) wahrgenommen wurden.

Jedenfalls traten die späteren Erschütterungen nicht etwa local auf, sondern sie hatten auch eine recht grosse Verbreitung und wurden von sehr vielen Orten gemeldet.

Am meisten genannt ist die Zeit 2^h, etwas vor oder etwas nach 2^h oder fast genau 2^h wird nicht weniger als 75 Mal genannt. Der Häufigkeit nach kommt danach 2^h 30' und 1^h 45', 1^h 30' und 1^h 15'. 2^h 45', die Zeit um 1^h und 3^h sind nur noch vereinzelt angeführt und für noch spätere Stösse, die zum Theil noch bis in die Morgenstunden des 22. Januar eintraten, können nur folgende Orte angeführt werden:

Bonndorf . . .	3 ^h 30'		
Freiburg . . .		nach 4 ^h	zw. 6 ^h u. 7 ^h
Lenzkirch . . .			6 ^h 48'. 6 ^h 53'
Menzenschwand .			6 ^h 30'
Münsterhalde . .		vor 4 ^h	
Neuhof (Münsterthal)		vor 4 ^h	
Neustadt . . .			7 ^h
Obermünsterthal		vor 4 ^h	
St. Blasien . . .			6 ^h 30'
St. Ulrich (Freiburg)	3 ^h 30'		
Titisee		3 ^h 45'	
Untermünsterthal		vor 4 ^h	

In Donaueschingen sollen noch am 23. Januar morgens zwischen 6^h und 7^h leichte Erschütterungen aufgetreten sein.

Das oben stehende Verzeichniss lässt klar erkennen, dass diese allgemein auch als sehr schwach bezeichneten Nachbeben nur im Gebiete des südlichen hohen Schwarzwaldes verspürt wurden, während die häufiger wahrgenommenen stärkeren Stösse um 2^h und 2^h 30' auch von anderen Orten gemeldet wurden, z. B. von Offenburg, Varnhalt bei Bühl, Rippoldsau, Stühlingen; allerdings zeigt auch die Seltenheit der Wahrnehmungen dieser späteren Stösse in den Gebieten nördlich der Kinzig und östlich der Wutach, dass diese Theile schon zum peripherischen Gebiete dieser Nachbeben gehören müssen. Dagegen sind die Meldungen sehr zahlreich und fast von allen Orten des hohen Schwarzwaldes und auch der Baar mit den schon oben erwähnten Lücken am einen oder anderen Orte, welche durch das Uebersehen einzelner der schwachen Nachbeben entstanden. Aus der ganzen Bodenseegegend ist nur ein einziges Nachbeben zur Kenntniss gelangt und zwar in Engen zwischen 1^h 5' und 1^h 10'.

Die Frage ist nahe liegend, ob diese zu verschiedenen Zeiten eingetretenen Nachbeben denselben Herd und Entstehungsort haben wie das Hauptbeben selbst und ob ihnen allen ein gleiches Verbreitungsgebiet zukommt, oder ob sie von verschiedenen Stellen ihren Ursprung nahmen und sich auch über verschiedene Areale ausdehnten. Wir werden später darauf zurückkommen, wenn erst das vom Hauptstosse betroffene Areal besprochen sein wird; hier muss nur darauf hingewiesen werden, dass die Zeitbestimmungen, nach der ja allein die Zusammengehörigkeit der schwachen Beben an verschiedenen Punkten ermittelt werden muss, recht vage sind und somit auch die Zusammenstellung der von einem der verschiedenen Nachbeben annähernd gleichzeitig betroffenen Orte unsicher wird.

Eine Gruppierung der Punkte nach den als wahrscheinlichste Eintrittszeiten anzusehenden Zeitpunkten nämlich: 12^h 50' für das Hauptbeben, ca. 1^h, ca. 1^h 15', ca. 1^h 30', ca. 1^h 45', fast genau 2^h, ca. 2^h 30', ca. 2^h 45' und 3^h für die Nachbeben, abgesehen von den schon oben angeführten vereinzelt späteren Erschütterungen, ergibt für die Verbreitungsgebiete folgende Resultate.

Erschütterungsgebiet.

a. Für das Hauptbeben um 12^h 50'. Obwohl nach den bis jetzt vorliegenden Nachrichten eine weite Verbreitung des ersten und heftigsten Stosses durch Theile von Württemberg, die Schweiz bis weit in die Alpen, Elsass und Ostfrankreich erwiesen ist, und somit von eigentlichen Grenzen des Erschütterungsgebietes im Osten und Süden Badens nicht gesprochen werden kann, sind doch wichtige Unterschiede der Stärke nach verschiedenen Richtungen deutlich schon innerhalb Badens zu konstatiren.

Der nördlichste Punkt, an welchem das Erdbeben wahrgenommen wurde ist Pforzheim; doch muss es schon sehr wenig stark dort aufgetreten sein, da in weiteren Kreisen der Bevölkerung nichts verspürt wurde. Aus der Gegend von Baden-Baden, Bühl und Achern wird es dagegen von einer grösseren Anzahl von Orten mit zum Theil schon stärkeren Erscheinungen gemeldet. Aus dem ganzen unteren Murgthal sind keine Berichte eingegangen, ebensowenig wie aus dem nördlich davon gelegenen Gebiete mit alleiniger Ausnahme von Pforzheim; in Württemberg reichten dagegen die Erschütterungen, wie aus dem vorläufigen Berichte des Prof. Schmidt* in Stuttgart hervorgeht, nördlich bis Hall.

Im Westen ist die Grenze der Verbreitung sehr deutlich durch die Rheinebene bzw. durch die Rheinthalpalte bezeichnet; es sind nur wenige Punkte, welche im Gebiete der Rheinebene schwach erschüttert wurden, so Vimbuch bei Bühl, Wagshurst bei Achern; einige Orte südwestlich von Freiburg liegen im Gebiete des Tuniberges, dessen geologische Verhältnisse von denen der Rheinebene abweichen. Von einer grossen Anzahl von Orten der Rheinebene liegen bestimmte negative Nachrichten vor; so von Rastatt, von Lichtenau, Stollhofen und Weitenung in der Gegend von Bühl; von Ottenheim bei Dinglingen, aus dem ganzen Bezirke von Altbreisach; an ganz vereinzelt Stellen, wie Kehl, Marlen und Altenheim, südlich von Kehl, wurden sehr schwache Erschütterungen wahrgenommen, die zeigen, dass doch an gewissen Stellen die Erdbebenwellen auch in das Rheinthal über-

* Schwäbischer Merkur. Freitag, 7. Febr. 1896. No. 31. Abendblatt.

griffen. Für die Gegend von Kehl, von wo allein derartiges als erwiesen angesehen werden kann, liegt ein Grund dafür sehr nahe, da wie wir später sehen werden, das östlich davon gelegene Gebiet des Renchthales auch in seinem unteren Theile bei Oberkirch zu den stärker erschütterten Theilen des Schwarzwaldes gehört.

Die bestimmten Nachrichten, die von Bichtlingen und Dietershofen in der Gegend von Messkirch vorliegen, dass nichts derartiges zu verspüren war, im Vereine mit den spärlichen Nachrichten aus der Seegegend nördlich vom Bodensee, die nur von schwachen Stößen sprechen, lassen auch nach dieser Richtung hin die Abnahme der Intensität deutlich hervortreten. Es wird zwar aus verschiedenen Orten in Hohenzollern, in Württemberg von Ravensburg, Biberach und Ulm etc. das Auftreten des Erdbebens gemeldet, aber es handelt sich wohl dabei nur um die äussersten peripherischen Theile des Schüttergebietes nach Osten.

Auch vom südlichen Theile der Landesgrenze, aus verschiedenen Orten im Klettgau (Bergöschingen, Stetten, Thengen) sind solche negativen Nachrichten eingelaufen und an den anderen Stellen waren dort die Erscheinungen nur sehr schwach; aber auch hier griff das Erdbeben weit über den Rhein hinüber. Besonders aus den Kantonen Thurgau und Schaffhausen, werden dieselben Erscheinungen von vielen Orten gemeldet, welche auch in den badischen angrenzenden Gebieten wahrgenommen wurden, so dass wohl im Allgemeinen von einer Abnahme der Intensität vom hohen Schwarzwalde und dem Feldbergmassiv im Besondern nach Süden gesprochen werden kann, nicht aber von einer Grenze des Verbreitungsgebietes innerhalb Badens.

Es ist nöthig, hier einige Bemerkungen einzuschalten über die Bestimmung der für den Vergleich verschieden betroffener Orte richtigen Intensität der Erschütterung. Die nach dem subjektiven Ermessen der Beobachter oder Berichterstatter angegebenen Qualifikationen des Erdbebens „stark“, „sehr stark“ u. s. w. sind kaum zu gebrauchen, wenn die Angabe nicht durch objektiv und gleichartig zu beurtheilende Folgeerscheinungen der Erschütterung bestätigt wird. Was dem einen sehr stark erscheint, kann ein anderer für kaum

mittelstark halten, während das Umfallen grösserer Gegenstände oder die Entstehung von Rissen in den Wänden an verschiedenen Orten die Bethätigung einer gleich starken Kraft zur Voraussetzung hat.

Zur gleichartigen Beurtheilung der Intensitäten verschiedener Erdbeben, die an ganz verschiedenen Orten stattfinden, wie der Stösse ein und desselben Bebens an verschiedenen Orten, stellte Forel schon 1880 eine Skala auf, welche alle Zwischenstufen von mikroseismischen, ohne sehr empfindliche Instrumente überhaupt nicht wahrnehmbaren Bewegungen des Bodens bis zu den Katastrophen umfasst, welche Bergstürze, weite Spalten der Erdrinde zur Folge haben und massive Gebäude in die Luft schleudern können.

Er hat zwischen diesen Extremen zehn Abtheilungen unterschieden, von denen zu unserer Beruhigung aber für das hier zu besprechende Erdbeben nur die unteren sechs in Frage kommen.

Nach Massgabe der Berichte haben die beiden untersten und schwächsten Stufen für uns auch keine praktische Bedeutung, nämlich:

- I. Erschütterungen von mikroseismischer Ordnung.
- II. Ausserordentlich schwache Erschütterung, nur mit Hilfe seismometrischer Instrumente fühlbar. Dagegen sind die Einzeichnungen auf der beigegebenen Karte Nr. I. nach den folgenden 4 Stufen getroffen und von unten nach oben mit Grad 1 bis Grad 4 in den Tabellen bezeichnet worden.
- III. Sehr schwache Erschütterung, von den wachenden Menschen unter für die Beobachtung besonders günstigen Verhältnissen (in der Ruhe liegend etc.) bemerkbar (= 1. Grad).
- IV. Schwache Erschütterung, bemerkbar durch den wachenden Menschen auch während der Thätigkeit; fähig den schlafenden Menschen zu wecken, Schwanken von aufgehängten Gegenständen oder von Flüssigkeiten (= 2. Grad).
- V. Mittelstarke Erschütterung, Verschieben von beweglichen Gegenständen, Möbeln etc. (= 3. Grad).

VI. Recht starke Erschütterung, Beschädigung an Häusern, Umstürzen von Kaminen etc. (= 4. Grad).

Es liegt in der Natur der Meldungen begründet, dass man häufig trotz angegebener Erscheinungen in der Taxirung des Grades sich unsicher fühlt, wie denn auch oft von ein und demselben Orte Berichte einlaufen, von denen die einen den Grad 3 wie die anderen 1 rechtfertigen würden.

Die in den Tabellen angeführten Gradzahlen entsprechen dem subjektiven Urtheil des Verfassers über die Intensität auf Grundlage der im Berichte erwähnten Erscheinungen.

Die am stärksten betroffenen Orte liegen zwischen Neustadt, Lenzkirch und Titisee; die beiden zuerst genannten Orte, besonders aber Neustadt und das östlicher gelegene Löffingen, erhielten die schwersten Erschütterungen, welche hier das Umfallen von Blumentöpfen, Stehenbleiben von Uhren, Risse an den Innenwänden von Häusern und andere Erscheinungen mehr zur Folge hatten.

Auf der Karte I. sind die stärker betroffenen Orte kenntlich gemacht; sie zeigt denn auch, dass solche Punkte noch zahlreich über den ganzen südlichen Schwarzwald zerstreut liegen; es wäre die Gegend von Todtnau, von Vöhrenbach—Furtwangen, im Kinzigthal die von Hausach—Wolfach—Gutach und im Renchthal Oppenau—Griesbach, besonders anzuführen, abgesehen von den isolirter liegenden Punkten. Im Osten sind es die Gebiete zwischen Villingen—Donaueschingen und Stühlingen, von welchen stärkere Erscheinungen berichtet werden, und endlich sind noch eine Anzahl von Orten längs dem Abfalle zum Rheinthale gelegen, an welchen dasselbe stattfand.

Das pleistoseiste Gebiet würde somit den ganzen Schwarzwald vom Renchthal an südlich bis zum südlichen Abfalle zum Rheine umfassen mit einer westlichen Grenze, die durch die Rheinthalspalten bezeichnet wird und einer östlichen, welche vom Kniebis über Schiltach—Donaueschingen—Stühlingen laufen würde. Eine derartige Linie ist auf der Karte angegeben und innerhalb derselben noch eine weitere für das Maximum der Erschütterungen in der Gegend von Neustadt—Lenzkirch.

Nach der Lage der tektonischen geologischen Verhältnisse im Schwarzwald und deren bedeutenden Unterschieden auf West- und Ostseite fällt aber eine Zusammenstellung der stärker betroffenen Punkte nach den geologischen Leitlinien für die Ermittlung der Entstehungsursachen des Erdbebens viel nutzbringender aus.

Zunächst zeigt ein Blick auf die Karte, dass von Lörrach im Süden beginnend, bis in die Gegend von Achern eine Anzahl der stark betroffenen Punkte dem Verlaufe der grossen Verwerfungen folgt, welche die Rheinthalspalte bilden oder als Parallelverwerfungen derselben folgen.

Der Verlauf der grösseren und mächtigeren Dislocationslinien, welchen geologisch die wichtige Bedeutung zukommt, dass sie die Grenze des krystallinen Grundgebirges des Schwarzwaldes gegen die jüngeren Sedimentärgesteine längs des Rheinthalrandes bilden, oder mit anderen Worten, dass diese letzteren an jenen um grosse Beträge abgesunken sind und dadurch zur Bildung der Grabenverwerfung des Rheinthales beitragen, ist auf der Karte dargestellt.

Für jene am Rheinthale gelegenen Punkte ist dadurch eine Gesetzmässigkeit ihrer Vertheilung durch die tektonischen Verhältnisse begründet; dieselbe kommt auch noch in anderen später zu besprechenden Erscheinungen zum Ausdruck.

Weitaus die Mehrzahl der stärker betroffenen Punkte, denen nach der Forel'schen Erdbebenintensitätsskala der Grad V oder V—VI zuzusprechen wäre, lassen aber nur sehr schwer Beziehungen zu den geologischen Verhältnissen erkennen, die ohne Weiteres für eine Erklärung der Vertheilung zu verwenden wären. Einzelne der Punkte liegen mitten im Gneisgebiete, wie z. B. Todtnau, Todtnauberg, die stärker betroffenen Orte wie das Höllenthal bis zum Titisee und St. Peter.

Das Gebiet stärkster und häufigster Stösse in der Nacht vom 21. auf den 22. Januar, in der Gegend von Neustadt—Lenzkirch—Löffingen, ist geologisch sehr kompliziert. Theils sind Gneise an der Zusammensetzung betheilig, theils Granite, welche an ihren peripherischen Theilen starke mechanische Beeinflussungen und Veränderungen ihrer Struktur durch Druckwirkungen, welche auf die gebirgsbildenden Kräfte

zurückzuführen sein dürften, in starkem Maasse zeigen; weiter kommen hier paläozoische Ablagerungen, Grauwacken der unteren Steinkohlenformation und Porphyrconglomerate sowie mächtige Porphyrmassen vor, die beweisen, dass in alten geologischen Zeiträumen hier ein Bezirk starker vulkanischer Thätigkeit vorhanden war.

Die erwähnten paläozoischen Gesteine, deren Lagerung starke Störungen zeigt und dadurch auch die Einwirkung gebirgsbildender Kräfte verräth, reichen weiter im Süden von Bernau und Menzenschwand ab in einer nicht sehr breiten Zone nach Westen über Schönau bis Badenweiler und obwohl längs dieser Zone starke tektonische Vorgänge vor sich gegangen sind, die im Einzelnen noch der Untersuchung bedürfen, so liegen doch bemerkenswerther Weise hier keine Punkte stärkerer Erschütterung.

Die Grenze von Gneis oder Granit, gegen diese Culm-Zone, ist somit ohne nachweisbaren Einfluss auf die Vertheilung der stärkeren Erschütterungen geblieben.

Immerhin ist doch nicht zu übersehen, dass der wahrscheinliche Ausgangspunkt des Hauptbebens wie aller Nachbeben in einem Gebiete stärkster tektonischer Vorgänge und grosser ehemaliger vulkanischer Eruptionen liegt.

Die Gegend westlich von Villingen bis Furtwangen zeigt auch stärkere Erschütterungen; geologisch besteht sie theils aus Gneis, theils schon aus mesozoischen Sedimenten; auch hier ist der Gneis von zahllosen Gangspalten durchzogen, welche mit porphyrischen Magmen erfüllt sind. Gegen Nordwest liegt auch die Grenze zum Triberger Granitmassiv nicht ferne.

Die noch nördlicher gelegenen Punkte mit stärkeren Erschütterungen liegen wesentlich im Gneisgebiete, wie Wolfach—Gutach—Schiltach und der Bezirk von Oppenau im Renchthale.

In beiden Bezirken ist Gneis und Granit in engem Zusammenhange und bei neuerer Untersuchung dürften auch die Grenzen der beiden Gesteine Verschiebungen erfahren gegenüber den auf der Eck'schen Karte angegebenen, nach welchen hier die Angaben gemacht sind. Das weitere Gebiet

von Oppenau ist ebenfalls durch grosse Porphyrreruptionen ausgezeichnet.

Ausser den bis jetzt angeführten Punkten erlitten noch einige weiter im Osten und Südosten gelegene Orte stärkere Erschütterungen, z. B. Donaueschingen, Hüfingen, Stühlingen, die ganz im Gebiete mesozoischer Formationen liegen; in nicht weiter westlicher Entfernung taucht der südschwarzwälder Grundgebirgsstock (Granit und Gneis) unter die nach Osten immer mehr anschwellende Sedimentdecke; in ähnlicher Position, nach dem geologischen Untergrunde, nur näher am krystallinen Gebirge, befindet sich Aichen, nördlich von Thiengen.

Wenn wir nunmehr auf Grund der geologischen Verhältnisse eine Zusammenfassung der stärker betroffenen Punkte versuchen wollen, so haben wir zunächst alle Orte längs der Rheinthalverwerfungen auszuschliessen, weil sie besonderen Bedingungen unterworfen sind, wengleich die Entstehungsursache des Bebens trotzdem dieselbe ist wie für das übrige Gebiet. Es zeigt sich, dass die meisten der noch zu betrachtenden Punkte im eigentlichen Gneisgebiete des Schwarzwaldes liegen, dass sie sich da häufen, wo dasselbe stark von Verwerfungen durchsetzt, von Porphyrgängen durchzogen oder Porphyrmassen bedeckt ist, und dass im östlichen Theile, wo die Sedimente das krystalline Gebirge zu verdecken beginnen, längs der Grenze oder in geringer Entfernung von derselben aber in paralleler Anordnung noch die stärkeren Erschütterungen auf die Sedimentdecke übergriffen.

Die nördlichsten Schwarzwaldgneise liegen südlich vom Bühlerthal und nordwestlich von der Hornisgrinde, und genau so weit reicht auch das auf der Karte durch die Kurve bezeichnete Gebiet, welches die Punkte stärkerer Erschütterung einschliesst; sie folgt ziemlich genau den Grenzen, welche auf den geologischen Karten das krystalline Gebirge (Granit und Gneis) von den Sedimenten im Allgemeinen trennen und bestätigt dadurch den oben ausgesprochenen Schluss, den wir auf anderem Wege erreicht hatten. Es wird Gelegenheit sein, später beim Vergleich mit älteren Erdbeben in Baden auf diesen Punkt zurückzukommen.

Bevor die Besprechung der mit diesem ersten und Hauptbeben in Zusammenhang stehenden späteren, geringeren oder Nachbeben erfolgt, soll noch die Bewegungs- und Fortpflanzungsrichtung des Hauptbeben verfolgt werden, da sich daraus genauere Schlüsse auf die Lage des eigentlichen Herdes ergeben.

Bewegungs- und Fortpflanzungsrichtung.

In einer grossen Anzahl der Berichte sind die Richtungen bezeichnet, aus welchen die Stösse, Wellen oder das Getöse des Erdbebens den Beobachtern zu kommen schien; oft sind von demselben Orte sämtliche Richtungen der Windrose angegeben. Zuweilen ermöglichen es gewisse Umstände, z. B. die Fortbewegung von Gegenständen, Schwingungen frei hängender Lampen, Bewegung von Bildern etc. die Stossrichtung festzustellen, aber sehr oft begegnet man der Erscheinung, dass die Beobachter, wenn auch die geographische Orientierung richtig erkannt ist, z. B. dass die Fortpflanzung in der nord-südlichen Ebene stattfand, dass doch eine Täuschung darüber eintrat, ob nun der Stoss oder die Erschütterung von Norden oder von Süden erfolgte.

Bei der Einzeichnung auf der Karte ist diesem Umstand Rechnung getragen, indem nur durch die Striche die Richtung nicht aber auch durch Pfeile der Sinn der Bewegungsrichtung festgelegt wurde. An einer Anzahl von Orten war es überhaupt nicht möglich zu entscheiden, welche von den angegebenen Richtungen richtig sei, und da sind sie dann mit einander eingezeichnet und nur wo über den Sinn einer angegebenen Bewegungsrichtung bei gleichzeitig angegebenen anderen Richtungen kein Zweifel obwalten kann, ist nur die erstere bezeichnet durch einen Strich nach der betreffenden Himmelsrichtung.

Wenn durch die Mangelhaftigkeit der Beobachtungen auch wesentliche Fehler unterlaufen, so gibt doch bei einigermaßen zahlreich vorliegenden Berichten die Mehrzahl der Beobachtungen nach der einen oder anderen Richtung einen genügenden Anhalt, um die richtigen von den falschen zu trennen.

Auf dem Kartenbilde treten hinsichtlich der Fortpflanzungsrichtung zwei Erscheinungen auffallend hervor. (Siehe Karte I.)

Zunächst sind fast alle Bewegungsrichtungen, die von Punkten an oder in der Nähe der Rheinthalspalte angegeben werden, nach der meridionalen Richtung oder geringen Abweichungen von derselben orientirt. Besonders deutlich tritt dies in den in der Umgebung von Müllheim und Staufen gelegenen Orten, aber auch in Freiburg, Zähringen, in den Orten zwischen Ettenheim und Offenburg und bei Achern auf, so dass die Vermuthung eines auf die Fortpflanzungsrichtung orientirenden Einfluss der Rheinthalspalte nahe liegt; diese Einwirkung reicht auf beiden Seiten derselben in verschiedene Entfernungen und fehlt nur da, wo diese im Westen nahe an den Diluvialschotter des Rheinthaales herantritt.

Eine zweite nicht minder wichtige Orientirung zeigt sich an der Mehrzahl der anderen Punkte; sie lässt sich dahin präcisiren, dass um ein in der Gegend von Titisee—Lenzkirch—Neustadt gelegenes Centrum eine radiale Anordnung vorhanden ist der Art, dass nördlich davon in der Gegend von Föhrenbach—Furtwangen, im Elzach-, Kinzig- und Renchthal vorherrschend die Richtung N—S mit geringen Abweichungen nach O und W auftritt; das Höllen- und Dreisamthal zeigt vorherrschend die Richtungen SO—NW; O—W findet sich in Todtnauberg; im Wiesenthal bis zum Albthal sind die Richtungen NO—SW verbreitet, nord-südliche Richtungen reichen von Albruck bis zum Klettgau, wo sie schon in NW—SO übergehen und diese gehen bis nördlich von Stühlingen. Reine W—O Richtung kommt in der Baar vorwiegend vor.

In dem Centralgebiete, gegen welches alle diese Richtungen convergiren, und welches wir schon als Gebiet der stärksten Erschütterungen kennen, und von einigen nahe benachbarten Orten werden die Stossrichtungen nach allen Himmelsrichtungen angegeben, z. B. in Lenzkirch, auch Neustadt und Bonndorf sowie St. Blasien, können hierher gerechnet werden, so dass von einer bestimmten hervortretenden oder besonders deutlich wahrgenommenen Richtung keine Rede mehr sein kann.

Diese Erscheinung im Vereine mit der Convergenz der Mehrzahl der übrigen angegebenen Richtungen führt zu dem Schlusse, dass wir in dem auf der Karte besonders umgrenzten Gebiete, das Centralgebiet an der Oberfläche, unter welchem sich der eigentliche Herd befindet, vermuthen dürfen. Dieses als Epicentrum zu bezeichnende Gebiet hat seinen Mittelpunkt in der Nähe von Lenzkirch, eine genauere Bestimmung aber eines bestimmten Punktes als Epicentrum ist nach dem vorliegenden Materiale zu problematisch, so dass wir uns hier damit begnügen müssen, diesen weiteren District der Umgebung von Lenzkirch und Neustadt als epicentrisches Gebiet zu bezeichnen.

Von einem hier in der Erdtiefe gelegenen Punkte oder Herde aus pflanzten sich die Erschütterungen allseitig fort und im Westen stiessen sie auf die grossen Brüche des Rheinthales; die direkte Stosswirkung in der Richtung vom Centrum her setzte sich über die Verwerfungen hinaus nicht fort, wohl aber pflanzte sich das Erdbeben längs dieser Linien weiter, es folgte ihnen und daraus erklärt sich die constante meridionale Fortpflanzungsrichtung längs dieser Rheinthalspalten.

Die Wirkungen scheinen zum Theil noch verstärkt worden zu sein; denn in Kandern und Lörrach im Süden haben wir ebenso wie in Renchen und Sasbachwalden bei Achern die südlichsten und nördlichsten Punkte mit stärkeren Erschütterungen (Grad 3).

Wenn wir annehmen, dass vom Centrum in der Gegend von Neustadt—Lenzkirch die Erschütterungen ausgingen, so ist sehr wohl denkbar, dass sie längs dieser alten Störungslinien der Rheinthalspalte weitere Bewegungen hervorriefen, welche zu secundären Bewegungen längs des Rheinthales führten; die Intensität mit welcher die Erschütterungen hier an einer Anzahl von Punkten verspürt wurden, scheint dafür zu sprechen; es müsste dann aber in den Eintrittszeiten eine Differenz zu konstatiren sein, die sich aber aus den vorhandenen allerdings sehr mangelhaften Zeitbestimmungen nicht ergibt; die Frage, ob diese Möglichkeit zutrifft, muss demnach noch offen gelassen werden, neben der anderen, dass allein schon die Ablenkung der Stossrichtung und die Existenz der Verwerfungen locale stärkere Wirkungen erzeugt haben kann.

Für die auf den ersten Blick ohne eine solche Annahme auffallende Erscheinung, dass längs einer Linie wie die Rheinthalverwerfung, also in ziemlicher Entfernung vom Ursprungsorte der Erschütterung local Verstärkungen auftreten, und zwar wie das hier der Fall durchaus nicht vereinzelt ist, aber eine andere Erklärung naheliegend. Die längs der Dislocationslinien sich weiter fortsetzenden, jetzt meridional verlaufenden Stösse werden mit den direct vom Erschütterungs-herde kommenden Bewegungen, wenn diese ebenfalls die Verwerfungslinien erreicht haben und ihrerseits Ablenkungen der Richtung erfahren im Allgemeinen interferieren, jedenfalls aber an gewissen Punkten sich kombiniren und verstärken können, so dass längs des Rheinthaales Punkte stärkerer Erschütterung auftreten, die auf der Zwischenstrecke bis nahe zum Epicentrum fehlen können.

Auch an die Fortpflanzungsrichtung knüpfen sich eine Reihe wichtiger Fragen, die hier nicht näher berührt werden können, weil die Zeitbestimmungen zu mangelhaft sind; von Interesse wären die Fragen nach der Fortpflanzungsgeschwindigkeit in der dem Streichen der Grundgebirgssteine parallelen Richtung von SW—NO und der dazu senkrechten Richtung, ferner die Frage nach der Geschwindigkeit längs der Rheinthalpalten.

Für die Lage des Herdes können wir nur nach dem Satze „Erdbeben von schwacher Wirkung an der Oberfläche, aber von grossem Verbreitungsgebiete sind in bedeutender Tiefe erregt“ den Schluss ziehen, dass der Herd weit unter dem als epicentralem Theile bezeichneten Gebiete liegt, und dass in Folge davon auf grosse Entfernungen die Erschütterungen fast gleichzeitig an die Oberfläche gelangten.

Nachbeben.

Die bis jetzt besprochenen Erdbebenercheinungen bezogen sich alle auf das Hauptbeben, das um 12^h 50' eintrat; demselben folgte nun aber noch eine grosse Anzahl von Nachbeben, über welche in den Nachrichten meist nur berichtet wird, dass sie viel schwächer waren als das Hauptbeben; stellenweise waren sie nur an dumpfem Rollen kennt-

lich. Da sie alle in die tiefe Nacht fielen und zum Theil nur sehr schwach auftraten, wurden einzelne davon vielfach übersehen und die Zeitbestimmungen sind im Allgemeinen recht vage.

Eine Zusammenstellung der Zeitpunkte, welche am meisten angegeben werden und somit auch die grösste Wahrscheinlichkeit haben, der richtigen Eintrittszeit am nächsten zu liegen, ergibt die schon oben angeführten Zeiten; demnach scheint in der Zeit von 1^h — 2^h so ziemlich nach jeder Viertelstunde eine Erschütterung eingetreten zu sein; nach 2^h nur noch um $2^h 30'$, $2^h 45'$ und 3^h .

Es ist immerhin möglich, dass auch von den noch späteren, den Eintrittszeiten nach verschiedenen Stössen, einzelne identisch und nur die Zeitbestimmungen zu unrichtig sind; aber für die acht Nachbeben, welche zwischen 1^h und 3^h eintraten, sind jeweils die Verbreitungsgebiete aus den einander nahe liegenden Zeitangaben zu konstruiren, wie sie auf Karte II dargestellt sind.

Es wurden die 5' vor oder nach dem Durchschnittszeitpunkt gelegenen Angaben noch mit diesem vereinigt und nur ganz vereinzelt auftretende Zeitangaben (wie z. B. $2^h 15'$ in Neustadt) als unkontrollirbar gar nicht berücksichtigt. Die so erhaltenen Kurven zeigen einige bemerkenswerthe Eigenschaften.

Zunächst ist nach der zeitlichen Aufeinanderfolge festzustellen, dass im Allgemeinen jedes spätere Nachbeben ein geringeres Areal betraf als das vorausgehende. Für die Beben zwischen 2^h und 3^h zeigt dies schon der Verlauf der Kurven; von den mit rother Farbe gezeichneten Kurven der Zeiten von 1^h — 2^h umfasst zunächst die Linie für $1^h 45'$ weniger Areal als die für $1^h 15'$. Es ist hier aber zu bemerken, dass die Kurve für das Beben von $1^h 30'$ allein bis in die nördlicheren Theile des Schwarzwaldes ausgedehnt wurde, weil für 2 Punkte, Altschweier bei Bühl und Oppenau diese Zeit noch angegeben ist; es ist aber gar nicht ausgeschlossen, dass auch das Beben von $1^h 15'$ sich soweit nördlich ausdehnte, von Neusatzeck wird wenigstens diese Zeit noch angeführt; da aber intermediäre Punkte zwischen diesem Orte und dem südlichen Schwarzwalde, der Gegend

von Furtwangen fehlen, unterblieb die Ausdehnung dieser Kurve. Auch für das erste Nachbeben um 1^h fehlen Angaben von Orten, die nördlich einer Linie Freiburg—Hüfingen gelegen wären, bis plötzlich in einem kleinen Gebiete der Umgebung von Oppenau diese Zeit wieder angegeben wird. Man könnte nun wohl auch die Kurve für dieses Beben so weit nördlich ausdehnen, aber der Mangel an jeglichen Zwischenpunkten lässt es doch wahrscheinlicher erscheinen, dass hier, wo ja schon beim Hauptbeben stärkere Erschütterungen vorkamen, ein selbständiges, isolirtes Nachbeben stattfand.

Das Nachbeben von 1^h 30' betraf ein Areal, welches ziemlich gut mit dem übereinstimmt, welches beim Hauptbeben als Gebiet stärkerer Erschütterungen ausgezeichnet wurde, das würde auch für die Nachbeben von 1^h und 1^h 15' gelten, wenn sie in der That soweit nördlich sich ausdehnten.

Alle späteren aber zeigen, und je später sie eintraten, desto mehr, eine Beschränkung auf das Gebiet des südlichen hohen Schwarzwaldes und der Raum, welcher allen Kurven angehört, entspricht wieder fast genau dem Gebiete, das beim Hauptbeben als Epicentrum ausgeschieden wurde.

Nur die Umgebung von Titisee—Lenzkirch—Neustadt liegt innerhalb jeder der acht Kurven, somit innerhalb des Ausdehnungsgebietes jedes der Nachbeben.

Einzelne der Kurven ziehen mehr nach Süden, andere mehr nach Nordost; man dürfte indessen kaum zu weit gehen, wenn man in der Uebereinstimmung der Lage des stärksten Schüttergebietes beim Hauptbeben mit dem gleichmässig von allen Nachbeben betroffenen Areale und den von hier aus nach allen Himmelsgegenden hin ausstrahlenden Fortpflanzungsrichtungen des Hauptbebens, eine Bestätigung für die Richtigkeit dieser auf verschiedenen Wegen erreichten Resultate sucht, und auch für die Nachbeben denselben Ursprungsort annimmt wie für das Hauptbeben. Die Nachbeben haben sich längs der Rheinthalspalten kaum bemerklich gemacht; nur einmal, um 2^h 30', wird die vorher stark betroffene Gegend von Staufen bei den Nachbeben erwähnt und für die beiden vereinzelt Punkte bei Bühl und Achern ist ein Zusammenhang mit den Rheinthalspalten durch nichts erwiesen;

ebenso gut könnte die Nähe des nördlichsten Theiles des Gneises an den Nachbeben dort Schuld sein.

Das Fehlen der Nachbeben längs des ganzen Verlaufes der Rheinthalpalte könnte als Hinweis darauf aufgefasst werden, dass auch die Erschütterungen beim Hauptbeben längs dieser Linie keine selbständige Entstehung hatten, sondern nur in der Fortpflanzungsrichtung abgelenkte, vom Herde von Lenzkirch ausgehende, Erschütterungen sind.

Ueber das gegenseitige Verhältniss der Stärke der einzelnen Nachbeben ist nur ein sehr bedingtes Urtheil möglich; wenn auch Nachrichten vorkommen, dass z. B. der Stoss um 1^h 45' stärker war als der um 1^h, so folgt daraus noch nichts für die Stärke der dazwischenliegenden Erschütterungen, oder über die Stärke desselben Stosses an anderen Orten; ganz allgemein werden sämtliche Nachbeben als schwächere Erschütterungen bezeichnet als das Hauptbeben.

Mangels objektiver Vergleichspunkte zur Intensitätsbestimmung nach der Forel'schen Skala, scheint der Weg noch das beste und sicherste Resultat zu versprechen, dass man das am meisten erwähnte der Nachbeben, das in Folge seiner Stärke am wenigsten zu übersehen war, auch für das relativ stärkste ansieht.

Nach diesem Prinzip würden sich die Nachbeben in folgende Reihe ordnen lassen:

Nachbeben: ca. 2^h weitaus am meisten erwähnt (ca. 75 Mal);
 „ 1^h 45' und ca. 2^h 30' (beide etwa gleich oft,
 25 Mal erwähnt);
 „ 1^h, 1^h 15' und ca. 1^h 30' (jeweils etwa 12 Mal
 erwähnt);
 „ 2^h 45' und ca. 3^h (in letzter Linie nur 9
 bzw. 6 Mal erwähnt).

Vorbeben, dem Hauptstosse vorausgehende leichtere Erschütterungen wurden nur an folgenden wenigen Orten wahrgenommen.

Gutenstein (bei Messkirch). Eine Frau will kurz vor 12^h einen dumpfen, hohlen Schlag und nach 12^h zwei weitere Schläge wahrgenommen haben (sehr unsicher).

Oberbränd (Neustadt). Einige Leute wollen schon am 21. Januar 8^h 30' a. m. ein Erdbeben verspürt haben.

Schönenbach (Furtwangen). Von 10^h 30' ab mehrere kleinere Erschütterungen, die nicht beachtet wurden.

St Blasien. Am 21. Januar wollen schon einzelne Leute um 11^h 30' ein schwaches Donnerrollen gehört haben.

Angesichts dieser Meldungen dürfte die Frage, ob und zu welchen Zeiten Vorbeben stattfanden, kaum im positiven Sinne zu beantworten sein.

Wir haben somit das Erdbeben vom 22. Januar nach Eintrittszeit, Ausdehnung und Verbreitung nach Ursprungsort und Fortbewegung kennen gelernt; es erübrigt nunmehr noch die Wirkungen sowie die begleitenden Schall- und Lichtphänomene zu besprechen.

Ueber die Stärke der Erschütterung ist schon bei Gelegenheit der Erörterung des Ausdehnungsgebietes das Nöthige erwähnt worden, nur die Art derselben ist noch zu besprechen.

In den Berichten ist ziemlich planlos von Stößen oder wellenförmigen Bewegungen neben neutralen Ausdrücken wie Erschütterungen die Rede. An ganz benachbarten, auf ganz gleichem geologischen Untergrunde liegenden Orten wurden von einem Beobachter drei oder mehr kurz auf einander folgende Stöße beobachtet und am anderen Orte nur eine einmalige, länger anhaltende Erschütterung wahrgenommen. Bemerkungen, dass die Stöße von unten vertikal nach oben zu gehen schienen, finden sich nur vereinzelt und von Orten, die über das ganze betroffene Gebiet zerstreut liegen.

Es ist unter diesen Umständen schwer, sich ein Bild davon zu machen, welchen Charakter die Bodenbewegungen im centralen Gebiete und in den peripherischen Theilen trugen, ob und welche Veränderungen, abgesehen von der Intensitätsabnahme, sich einstellten.

Es zeigt sich bei einer Prüfung der Nachrichten über das Hauptbeben nach diesen Gesichtspunkten, dass alle die Orte, an welchen eine deutliche wellenförmige Bewegung wahrgenommen und ausdrücklich konstatiert wurde, im epicentrischen Gebiete überhaupt nicht und in dem auf der Karte kenntlich gemachten Gebiete der stärkeren Erschütterungen vom Grade 3 meist nur nahe an den peripherischen Theilen vorkommen, so

längs des Süd- und Ostabfalles des Schwarzwaldes (Kandern, Kleinlaufenburg, Aichen, Schönau und St. Blasien, Hüfingen Donaueschingen, Villingen. Im Westen liegen sie an der Rheinthallinie, und im Norden beginnen sie zuerst bei Elzach und Furtwangen). (Siehe Karte II.)

Andererseits liegen die Punkte, von welchen für das Hauptbeben die grösste Zahl von rasch auf einander folgenden Einzelstössen angegeben wird, wo demnach die Stösse in ihrer zeitlichen, nur durch sekundenlange Intervalle getrennten Aufeinanderfolge wohl zu unterscheiden waren, grösstentheils dem epicentrischen Gebiete sehr nahe oder in denselben. Da zur Bemerkung der Anzahl solcher raschen Stösse eine grosse Aufmerksamkeit seitens der Beobachter gehört; sind die Wahrnehmungen nicht so sicher, wie die über bestimmte wellenförmige Bewegungen; es ist somit auch erklärlich, dass die Gesetzmässigkeit der Vertheilung solcher Orte, an denen noch möglichst viele Einzelstösse unterschieden wurden, eine nicht ganz strikte ist. So werden denn auch von mehreren weiter im Süden gelegenen Punkten drei rasch aufeinander folgende Stösse gemeldet, welche das Hauptbeben bildeten, so z. B. von Mambach und Zell im Wiesenthal, Höchenschwand.

Aber die Häufung der Punkte mit mehreren unterscheidbaren Einzelstössen um das weitere Feldbergmassiv tritt unverkennbar hervor.

Es wird auch nicht von Erschütterung schlechthin gesprochen sondern ausdrücklich von Stössen und nur deren Anzahl ist so variabel, dass es nicht gelingt, eine bestimmte Zahl derselben als die richtige ausfindig zu machen; am meisten sind zwei Stösse bemerkt worden, es werden aber auch vielfach deren drei angegeben, und manche Berichte sprechen von einer raschen Aufeinanderfolge unbestimmt vieler Einzelstösse.

Aus der erwähnten Vertheilung der wellenförmigen oder undulatorischen Bewegungsform und der stossartigen oder successorischen im Centralgebiet ergibt sich die Vorstellung, dass von dem unter dem epicentrischen Gebiete liegenden Herde aus eine Anzahl von Stössen die Oberfläche erreichte und sich natürlich über einen grösseren Raum als das Epicentrum umfasst noch deutlich als Stösse fühlbar machte,

dass aber von dem derart betroffenen Gebiete eine wellenförmige Fortpflanzung an der Oberfläche radial ausstrahlend sich fortpflanzte, welche mit weiterer Entfernung vom Epicentrum immer mehr ihren wellenförmigen Charakter erkennen liess.

Von folgenden 12 Orten wird angegeben, dass die Stösse von unten nach oben im vertikalen Sinne erfolgt sind:

Baden,
 Breitnau (St. Märgen),
 Dürrheim,
 Elzach,
 Freiburg (vertikaler Stoss von oben nach unten!),
 Gengenbach,
 Oppenau,
 Sigmaringen,
 Sulzburg,
 Todtnau (wie in Freiburg von oben nach unten),
 Waldkirch,
 Waldshut.

Im Gebiete des Epicentrums, wo ganz vertikale Stösse vorkommen, liegt keiner dieser Orte, dafür aber liegen einige davon wie Baden, Sigmaringen, Gengenbach so weit vom Erdbebenherde ab, dass wohl kaum die von jenem ausgehenden Stösse in diesen Orten als senkrechte Stösse empfunden werden dürften; ein Zweifel an der Richtigkeit der Beobachtung liegt näher.

Die Wirkungen der Bodenbewegung.

Schon oben wurde erwähnt, dass die Erdbebenwirkungen auf Gebäude und Mauern oder auf freistehende Gegenstände einen Anhaltspunkt geben, nach welchem die Stärke der Bodenbewegung beurtheilt werden kann.

Die leichteren Erscheinungen, welche in der Gefolgschaft des Erdbebens weitverbreitet auftraten, bedürfen keiner weiteren Erörterung; sie bestanden zumeist aus mehr oder weniger starkem Erzittern der Häuser, Fenster, Thüren, auch leisem Klirren sich berührender Gläser oder der Waschgeschirre auf den Waschtischen; Anschlagen und Schlottern von Thüren, Anschlagen von Bildern an den Wänden, Auf-

gehen von Thüren und Fortbewegung von Gegenständen wie Lampen; Schwanken der Bettstellen scheinen schon eine etwas höhere Intensität zur Voraussetzung zu haben.

Man darf indess hierbei nicht ausser Acht lassen, dass beim Laibacher Erdbeben die Erfahrung gemacht wurde, dass sehr oft anscheinend wenig stabile Gegenstände durch die Erschütterung nicht zum Falle gebracht wurden, und sogar Leuchter, Gläser, Geschirre etc. an ihrem Platze blieben, während die Gebäude, in welchen sie sich befanden, grossen Schaden erlitten.

G. Suess sagt: der Grad der zerstörenden Wirkung hängt nur von der Schnelligkeit der Bewegung und der Amplitude der Welle ab.

In dem als stärker betroffen bezeichneten Gebiete zeigen in der That stärkere Erscheinungen einen höheren Intensitätsgrad an, und es möge aus den verschiedenen Landestheilen hier nur auf folgende Orte aufmerksam gemacht werden, an welchen ausser den gewöhnlichen noch die angeführten besonderen Erscheinungen beobachtet wurden.

[Die mit Stern bezeichneten Orte liegen schon nahe oder im Epicentrum, ein angefügtes B. bedeutet, dass auf den ausführlichen Bericht im alphabetischen Ortsverzeichniss verwiesen wird.]

*Bonndorf: Herabfallen von Vogelkäfigen von den Wänden und Decken; Anschlagen der Hausglocken, Krachen von Balken, Bewegung von Möbeln etc.

Freiburg: Herabfallen von Porträts, Rücken der Bettstelle, Entstehung von Rissen an Zimmerdecken und Mauern etc. (B).

*Göschweiler bei Lenzkirch: Bildertafel fiel von der Wand.

Gutach bei Hornberg: Bauernhäuser krachten, Fensterscheiben zersprangen.

Hausach: Uhren fielen von der Wand.

*Hirschsprung (Höllenthal): Ein Ofenrohr ging aus dem Kamin.

Kandern: Gläser klirrten und fielen theilweise um.

*Kappel bei Lenzkirch: Eine Stubenthüre wurde geöffnet, von einer Mauer lösten sich Steine und fielen herab; eine Glocke schlug an.

Kappelrodeck bei Achern: Eine Person wurde von dem Sofa geworfen; dasselbe wird auch von Freiburg berichtet.

*Lenzkirch: Balken krachten, Gegenstände schaukelten, das Vieh brüllte.

Littenweiler: Bewegung grösserer Gegenstände, Schränke etc. (B.).

*Neustadt: Verschiebung und Stehenbleiben von Uhren, Umfallen von Blumentöpfen, Risse in Wänden etc. (B.)

Oensbach bei Achern: Abrücken eines Tisches von der Wand.

Saig bei Lenzkirch: Der Wandverputz erhielt Risse und Gypsverputz fiel herab.

Sasbachwalden bei Achern: In zwei Fensterscheiben entstanden Risse.

Staufen: Bewegung von Möbeln, Aufspringen von Thüren, Umfallen kleinerer Gegenstände.

St. Blasien: Anschlagen und Stehenbleiben von Wanduhren; Aufgehen von Thüren.

*Titisee: Herabfallen von Bildern und Blechbüchsen in der Küche.

Villingen: Abreißen eines Telegraphendrahtes.

*Vöhrenbach: Herabfallen von Gegenständen von Gesimsen; Tanzen von Gläsern auf den Tischen.

Wies bei Schopfheim: Läuten am Apparat in der Postagentur.

Wittenthal bei Freiburg: Heftiges Schwanken eines Hauses (B).

Zell-Weierbach bei Offenburg: Zerschlagen des Cylinders an einer freihängenden Lampe.

Diese gedrängte Uebersicht liesse sich noch beliebig erweitern; es kehren aber immer dieselben Wahrnehmungen wieder.

Von ganz besonderen Mittheilungen mag noch angeführt sein, dass in Holzhausen bei Emmendingen das Weitertönen eines Klaviers beobachtet wurde, und in Konstanz gerieth eine Hängelampe in Schwingungen von 30 cm Amplitude, die sich in der Richtung von West-Ost vollzogen.

Wo die solcherart geschilderten Wirkungen des Erdbebens einigermaßen stark (Grad 2 und 3) auftraten, hatten

sie ein ziemliches Erschrecken der Bevölkerung zur Folge. Vielfach sprangen die Leute aus den Betten oder mussten sich gar anhalten, um nicht unfreiwillig aus denselben befördert zu werden.

Der Gedanke und der Eindruck, als wolle der Giebel, das Dach oder das ganze Haus einstürzen, versetzte manche in grosse Besorgniss.

Von vielen Orten wird berichtet, dass auch das Vieh eine starke Beunruhigung zeigte, aber erst während und nach dem Hauptbeben; davon, dass es schon vorher Anzeichen gab, ist nichts bekannt geworden.

Es erübrigt, hier noch einige Meldungen zu erwähnen, welche ihre Erklärung in den geologischen Verhältnissen des betreffenden Ortes finden, die meist ohne eine genauere Untersuchung nicht erkennbar sind.

In Kippenheim bei Lahr war, wie ausdrücklich hervorgehoben wird, die Erschütterung an den Häusern, welche am östlichen Bergabhang liegen, heftiger, als an denen, welche westlicher und in der Ebene lagen. Die Erschütterungen, welche hier überhaupt nicht stark auftraten, drangen offenbar in die Kies- und Schotterablagerungen des Rheinthales kaum nennenswerth vor, der aber aus Trias mit Lössbedeckung bestehende Bergabhang erhielt durch das zusammenhängende Gestein die Erschütterung besser zugeleitet.

Wenn die Erschütterungen aber heftiger sind im anstehenden Gestein, so kann für die darüber liegende Diluvial-schotterbedeckung gerade das umgekehrte Verhältniss eintreten, indem diese lockeren Massen energisch durcheinander geschüttelt werden und darauf befindliche Orte in sehr schwerer Weise geschädigt werden können. Ausgezeichnete Beispiele für diese Thatsache zeigten sich bei dem grossen Erdbeben von Belluno 1873 am 29. Juni.

Es scheint aber, dass auch bei dem hier zu besprechenden Erdbeben einige Orte stärker betroffen wurden, eben weil sie im Gebiete stärkerer Erschütterung auf Kies- und Schottermassen standen.

So wird von Freiburg berichtet, dass in der Osthälfte der Stadt, besonders am Eingang des Dreisamthales die Stösse heftiger gefühlt wurden als in westlicheren Theilen. Auch

in Littenweiler steht das Schulhaus, aus welchem über die Verschiebung von Gegenständen berichtet wird, auf Kiesboden.

Auch Zarten liegt ganz im Gebiet der Dreisamschottermassen, und hier machte sich die Bewegung auch in festgefühten Steinhäusern stark bemerkbar.

Da die Gegend von Freiburg zu den stärker erschütterten Gebieten gehört, hat es auch nichts auffallendes, wenn auch von Orten, die auf dem Schuttkegel der Dreisam unterhalb Freiburgs liegen, noch Erschütterungen vorkamen, wie z. B. Umfallen von Lichtern, Fortbewegung eines Kinderwägelchens (Neuershausen) oder geräuschvolle Bewegung von Schulbänken und Schütteln der Bettstellen (Holzhausen).

Leider sind diese interessanten Beziehungen der Stärke des Erdbebens zu den lokalen geologischen Untergrundverhältnissen mangels an weiterem Material nicht weiter verfolgbar.

Hier muss noch einer geologischen Folgeerscheinung des Erdbebens gedacht werden, die nur an einem Orte, so weit bekannt wurde, eintrat: dass nämlich auf dem Kandel der starke Hausbrunnen des Kandelbauern drei Tage lang ausblieb; bei dem Erdbeben vom 13. Januar 1895 war er sogar mehrere Wochen ausgeblieben.

Dass Quellen oder Brunnen sogar über grössere Areale aufhören zu fliessen und vorübergehende oder perennirende Störungen zeigen, ist bei Erdbeben keine seltene Folge; es ist aber immer vom höchsten geologischen Interesse, den Zusammenhang aufzuklären:

Es dürfte sich hier wie an einigen anderen Punkten lohnen, durch eine genauere geologische Untersuchung die Beziehungen der eingetretenen Erscheinungen zu dem Erdbeben festzustellen. Verfasser hofft in der Lage zu sein, beim Eintritt besserer Witterung die erforderlichen Besichtigungen vornehmen und dadurch die Berichte und die Kenntniss des Erdbebens vervollständigen zu können.

Schallphänomene

waren mit dem Hauptbeben in ganz allgemeiner Verbreitung verbunden, auch einzelne der Nachbeben waren von schwachem Getöse begleitet.

Aus einer Reihe von meist schon ganz peripherisch gelegenen Orten wird überhaupt nicht von Erschütterungen, sondern nur von Geräuschen berichtet, durch welche das Erdbeben sich vernehmlich machte, und die mit dem Rollen entfernten Donners oder dem dumpfen Fall schwerer Gegenstände und anderem mehr verglichen werden.

Bei den meisten Erdbeben gehen die Schallerscheinungen der eigentlichen Erschütterung voraus und in der That wird auch beim Erdbeben vom 22. Januar von einer grossen Anzahl von Punkten dieselbe Erscheinung berichtet. Diese Punkte liegen ziemlich gleichmässig vertheilt über den ganzen Schwarzwald; aber von weitaus den meisten Orten, an welchen über Schallerscheinungen Beobachtungen gemacht wurden, wird das Geräusch in Begleitung der Erschütterung oder jedenfalls gleichzeitig mit derselben angegeben; und verhältnissmässig seltener wird noch von Schallerscheinungen nach der Erschütterung gesprochen. Alle die Orte, an welchen dies letztere der Fall ist, liegen mit einziger Ausnahme von Oppenau im südlichen Schwarzwald, südlich des Kandel und von Furtwangen.

Es ist auffallend, dass im ganzen Gebiete des Kinzig- und Renchthales, sowie in der Bühler Gegend nur von gleichzeitigem Geräusch mit der Erschütterung oder von derselben vorangegangenem die Rede ist.

Hieraus aber den Schluss ziehen zu wollen, dass in den nördlicheren Theilen des Verbreitungsgebietes das Geräusch- oder Schallphänomen früher eintrat als in den südlicheren, ist unzulässig, da ja auch aus dem Gebiete des hohen und östlichen Schwarzwaldes von zahlreichen Orten dieselbe Nachricht eingelaufen ist.

Man kann nur vermuthen, dass die Schallerscheinung nach der Erschütterung nicht den Grad der Intensität erreichte wie die demselben vorausgehende, so dass die erstere über ein weiteres Gebiet zur Wahrnehmung gelangte als die letztere, die im Wesentlichen auf das dem Epicentrum benachbarte Gebiet beschränkt blieb. Durch die Verbindungslinie der Punkte Freiburg—Villingen—Stühlingen—Schopfheim—Kandern—Müllheim wird das Areal umfasst, aus welchem diese nachfolgenden Schallerscheinungen gemeldet sind.

Man könnte auf Grund der bei anderen Erdbeben gemachten Wahrnehmungen, dass die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles im Boden eine grössere ist als in der Luft und dass sie die der Erdbebenerschütterung selbst übertrifft, den Schluss ziehen, dass in den nördlichen, vom Epicentrum und Erregungsorte des Geräusches und der Stösse weiter entfernten Gebieten, deshalb von keinen nachfolgenden Schallerscheinungen mehr die Rede ist, weil diese in Folge ihrer grösseren Geschwindigkeit dort nicht mehr gleichzeitig mit und nach den Erschütterungen, sondern vor bzw. gleichzeitig mit denselben eintrafen und zur Wahrnehmung gelangten. Dem widerspricht nur die Beobachtung, dass in der That bei anderen Erdbeben von einem Vorauseilen des Schalles nicht nur nichts zu bemerken, sondern eine Verzögerung zu constatiren war, so dass ein besonderer Verzögerungscoefficient für die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalles bezeichnet wurde.

Die Kenntniss dieser Verhältnisse bedarf indessen noch sehr der Ergänzung und weiterer Untersuchung, ehe sie als ganz sicher angesehen werden kann; die oben bezeichnete Möglichkeit, welche das vorwiegende Auftreten des Geräusches vor der Erschütterung bei gleichzeitigem Fehlen der nachfolgenden Schallphaenomene in den entferntesten nördlichen Gebieten erklären würde, liegt daher noch nicht ausser jedem Bereiche der Wahrscheinlichkeit.

Zur Vorsicht in dieser Beziehung mahnt auch die Erfahrung Wähners beim Erdbeben von Agram, wo über ein grösseres Gebiet fast gleichzeitig schwingende Bewegungen sich ausdehnten, und fast oder gleichzeitig mit ihnen auch das Schallphaenomen eintrat, so dass eben nur die Bodenbewegungen selbst an jeder einzelnen Stelle als Erzeugerinnen der Geräusche angesehen werden können, und eine Propagation von einem gemeinsamen Centrum aus nicht vorhanden war.

Die Art der Schallerscheinungen wird sehr verschieden angegeben. Verhältnissmässig selten wird sie mit dem Schall eines Sprengschusses (Aichen) oder eines Böllerschusses (Littenweiler) verglichen; meist wird ferner Donner, der aus dem Boden zu dringen scheint, zum Vergleiche gewählt. Auch

alle Grade des Brausens einer Windsbraut oder eines plötzlichen Windstosses bis zu dem eines Orkanes werden angeführt. Auch sonst findet sich nicht selten die Angabe, dass das Getöse aus der Luft zu kommen schien; dafür sprechen auch noch folgende Vergleiche, die nicht selten vorkommen. Es wird der Schall verglichen mit: Rollen eines Zuges über eine Brücke oder einen Viaduct, fernem mittelstarkem Donner, oder mit dem Getöse, das am Bergabhänge in die Tiefe stürzende Blöcke oder Felsmassen verursachen, mit dem Krachen eines in nächster Nähe einschlagenden Blitzschlages oder endlich mit dem Brausen von Wasserwogen, die heranstürmen.

Wenn nicht selten die Beobachter den Eindruck hatten als wäre über ihnen, im höheren Stockwerke ein schwerer Gegenstand zu Falle gekommen oder gar die Decke eingestürzt, oder wenn Bewohner von Schwarzwaldhäusern mit über den Wohnräumen gelegener Tenne glaubten, es würde ein Wagen auf diese geschoben, so findet das sein Analogon in einer Beobachtung, die Herr Oberbaudirektor Honsell mitzutheilen die Güte hatte: als in der Nähe beim Abbruch eines Hauses grössere Theile der Mauern auf die Strasse gestürzt wurden, erweckte das dadurch hervorgerufene Geräusch den Eindruck, als sei im Zimmer oberhalb des Arbeitszimmers des genannten Herrn ein schwerer Schrank umgestürzt.

Weitaus den meisten hat das Schallphaenomen den Eindruck gemacht, als fahre ein schwer beladener Wagen oder Zug in schnellem Tempo über harten oder gefrorenen Boden weg. Dieser Schall wird erzeugt durch die Erschütterungen und Vibrationen, welche dem Boden mitgetheilt werden durch die Stösse der Räder; es ist somit nicht wunderbar, dass das durch die Stösse und Wellenbewegungen beim Erdbeben entstandene Geräusch als ähnlich jenem andern geschildert wird.

Wir möchten darin einen Anhaltspunkt dafür sehen, dass man annehmen darf, dass das Schallphaenomen nicht wie die Erschütterungen von einem centralen Gebiet ausging, sondern jeweils örtlich eine Folge- und Begleiterscheinung der Erschütterungen und Bewegungen ist, in dem Sinne, wie Wähler das auch für das Agramer Erdbeben aussprach; es ist dadurch noch nicht ausgeschlossen, dass auch lokal das

Geräusch der Erschütterung vorausseilen kann und an einem andern Orte eher empfunden wird als die letztere. Das Vorkommen von Punkten mit vorausgehenden Schallphänomenen und erst folgender Erschütterung über das ganze stärker betroffene Gebiet würde sich daraus ungezwungen erklären lassen.

Das Brausen und Rollen in der Luft fand nach ausdrücklicher Angabe bei vollkommen ruhiger Luft an einigen Orten statt. Dass als Folgeerscheinungen des Erdbebens stärkere Luftbewegungen eintraten, wird nur von der Mainau und von Unteralpen bei Waldshut gemeldet. Während auf der Mainau „ein tosender Windstoss wahrgenommen“ wurde, hat nach Aussage einer Frau in Unteralpen „ein heftiger Sturm gebraust.“

Der Wortlaut beider wörtlich in den entscheidenden Stellen angeführter Berichte ist derart, dass das thatsächliche Vorhandensein von Luftbewegungen im Sinne eines Stosses oder eines Sturmes nicht als erwiesen angesehen werden kann; es dürfte sich um das Geräusch gehandelt haben, das ja in zahlreichen anderen Berichten wie das einer Windsbraut geschildert wird.

Es scheint mir wahrscheinlich, dass auch hier dasselbe gemeint, aber nicht präzise ausgedrückt ist.

Heftige Bewegungen des Bodens haben bei vielen Erdbeben auch in der Atmosphäre Bewegungen wie Windstöße, Brausen etc. zur Folge gehabt; es scheint aber dass beim Erdbeben vom 22. Januar die Bewegungen nicht heftig genug waren, um allgemeiner zu solchen Erscheinungen zu führen.

Lichtphänomene

gehören bei allen Erdbeben, bei welchen sie auftreten, zu den noch am unvollständigst bekannten und auch in vielen Fällen überhaupt bestrittenen und anfechtbaren Erscheinungen.

In dem Erschütterungsgebiete des Erdbebens vom 22. Januar 1896 sollen sie an 5 Orten wahrgenommen worden sein; die Berichte sind aber der Art, dass durch sie an der oben aufgestellten Behauptung über die Unsicherheit dieser Wahrnehmungen und Erscheinungen nichts geändert wird.

Die Angaben sind folgende:

In Oberglotterthal (Waldkirch) wollen mehrere Bauern nach dem Erdbeben ein Wetterleuchten beobachtet haben.

In Offenburg will das Bahnpersonal am Bahnhof drei heftige Blitzschläge in der Richtung von West-Ost wahrgenommen haben.

In Rheinheim krachte es im Hause des Beobachters und eine blitzähnliche Helle war bemerkbar.

In Riedle bei Zell (Offenburg) will ein Beobachter auch blitzartige Erscheinungen bemerkt haben.

In Rohr bei St. Peter soll ein Wetterleuchten bemerkt worden sein.

Eine sichere Erscheinung der Licht- oder Blitzerscheinungen ist bisher bei keinem Erdbeben möglich gewesen, und auch die hier mitgetheilten sporadischen Meldungen, die zum Theil auf Täuschung beruhen können, sind nicht im Stande, besonders Aufschluss zu ermöglichen.

Ueber die Einwirkungen des Erdbebens auf Magnetismus und Elektrizität, die in Begleitung der Erdbeben wahrgenommen worden sind, ist bei unserem Erdbeben nicht das Geringste verlautet. Auf den Postämtern und Telegraphenstationen hätten sie bemerkt werden müssen, aber alle Fragen nach dieser Richtung wurden negativ beantwortet, sei es, dass solche Erscheinungen überhaupt nicht auftraten, sei es, dass sie nicht zur Beobachtung gelangten, weil das Erdbeben mitten in der Nacht eintrat, wo Niemand sich bei den Galvanoskopen befand.

Allgemeine Resultate und Vergleich mit früheren Erdbeben.

Trotzdem dass eines der wichtigsten Elemente, die Bestimmung der Eintrittszeit des Erdbebens in den verschiedenen Landestheilen, für weitere Folgerungen unbrauchbar ist, haben sich doch eine Reihe von Resultaten ergeben, welche die bisher gewonnene Kenntniss der Erdbeben im Schwarzwalde zu vervollständigen geeignet sind.

Ehe eine Vergleichung mit anderen Erdbeben durchgeführt wird, mögen die wesentlichsten Punkte, die sich bei der Unter-

suchung des Erdbebens vom 22. Januar 1896 ergeben haben, kurz zusammengestellt werden.

Der Erregungsort der Erschütterung liegt ziemlich tief unter einem epicentralen Gebiete, das die Umgebung von Titisee—Neustadt—Lenzkirch umfasst.

Geologisch ist dieses Gebiet durch sehr komplizierte Lagerungsverhältnisse paläozoischer Formationen, durch mächtige Porphyrmassen, Granite mit dynamometamorpher Struktur und Gneis charakterisirt; der Herd des Erdbebens liegt unter einem geologisch sehr gestörten Gebiete, das in alter geologischer Zeit auch der Sitz starker vulkanischer Thätigkeit war.

Die Grenzen des Gebietes der stärkeren Erschütterung (Grad 3) werden durch die Verbreitung des krystallinen Grundgebirges des Schwarzwaldes, seiner Gneise und Granite bestimmt.

Die vom epicentralen Gebiete radial ausgehenden Bewegungen werden an den Rheinthalverwerfungen gebrochen und in meridionale Richtung abgelenkt. Durch Interferenzwirkungen entstehen längs dieser Dislocationslinie eine grössere Anzahl stärker betroffener Punkte.

Die Bewegungen in der Nähe des Epicentrum waren Stösse, in den weiter entfernten Gebieten sind sie Wellenbewegungen.

Die zahlreichen Nachbeben von verschieden grosser Ausdehnung gingen alle von demselben Herde aus.

Die Lage des Epicentrums und damit auch des unterirdischen Herdes bestimmen demnach folgende Thatsachen auf drei verschiedenen Wegen:

1. Die Lage der Punkte der stärksten Erschütterung.
2. Die Convergenz der Fortpflanzungsrichtungen nach diesem Gebiete.
3. Der Umstand, dass dieses Gebiet von allen Nachbeben gemeinsam betroffen wurde.

Was Ausgangspunkt und Verbreitungsgebiet anbelangt, so hat das Erdbeben vom 22. Januar 1896 eine sehr grosse Analogie mit demjenigen vom 13. Januar 1895, dessen Bearbeitung von Dr. Langenbeck vorgenommen wurde, und eine entferntere mit demjenigen vom 21. April 1885.

Die Südostseite des Feldbergmassives ist für beide ebenfalls der Ausgangspunkt und epicentrales Gebiet.

So erfreulich nun auch diese Uebereinstimmung ist, so kann ich mich der geologischen Auffassung des Herrn Dr. Langenbeck nicht anschliessen. Er sieht die Grenzlinie von Granit und Gneis, welche von der Bärhalde längs des Südostabhanges des Herzogenhornes nach SSW. zieht, als wahrscheinliche Erdbebenaxe an, von der das Erdbeben ausging.

Bei dem Verhältniss von Granit und Gneis im Schwarzwalde und insbesondere bei der grossen Verschiedenheit der Auffassungen der Petrographen, was die Gneise und ihre verschiedene Genesis anbelangt, dürfte es sich sehr empfehlen, eine solche auf der Karte gezogene Grenzlinie nur mit grösster Vorsicht zu derartigen Erklärungen zu benützen; denn wenn nicht eine thatsächliche geologisch-petrographische Begründung vorausgegangen ist, erklärt sie thatsächlich gar nichts.

Für das in Frage stehende Gebiet ist der Nachweis noch zu erbringen, ob hier in der That diese Grenze die Rolle einer eminenten tektonischen Linie spielt; bewiesen aber ist durch die Untersuchungen Hermanns, dass hier granitische Gesteine in gneisartige übergehen und ganz Gneischarakter annehmen können, ein Umstand, der zur Vorsicht mahnt. Er wäre nur in dem Sinne zu verwenden, dass er beweist, dass einst hier mächtige Druckkräfte walteten, welche die Strukturveränderungen hervorbrachten.

Die sehr komplizierte Tektonik des als Epicentrum bezeichneten Gebietes, die alten vulkanischen Herde der starken Porphyrgüsse, die auf Spalten an die Oberfläche drangen, legen den Gedanken viel näher, dass hier in der Tiefe, und zwar in grösserer Tiefe, noch Bewegungen oder Kräfteauslösungen vorkommen mögen, welche ein solches Erdbeben erzeugen können. Die Granit—Gneisgrenze ist für diese Frage viel hypothetischer. Langenbeck glaubt auf Grund der Zeit, welche die Erschütterung zu ihrer Ausbreitung brauchte (mindestens 6 Minuten), auf eine nicht sehr tiefe Lage des Herdes schliessen zu dürfen; die Zeitangaben für das Erdbeben vom 21. Januar 1896 sind zu unsicher, um die gleiche Methode versuchen zu können; wir waren aber auf anderem Wege zum entgegengesetzten Resultate ge-

kommen, und dieses wird auch durch die geologischen Vorstellungen über die Entstehung der Erschütterung wie die grosse Ausdehnung des Gebietes stärkerer Erschütterungen durch den ganzen krystallinen Kern des Schwarzwaldes unterstützt.

Bei dem innigen Verbande der Gneise und Granite, wie ihn z. B. die neuen Aufnahmen Sauers im Kinzigthale kennen gelehrt haben, kann es auch gar nicht überraschen, das ganze Gebiet der krystallinen Gesteine, Granite wie Gneise, fast gleichmässig afficirt zu sehen; das Centrum muss aber dann sehr tief liegen, sonst würden sich wohl auch grössere Intensitätsunterschiede zwischen Süden (Feldberg) und Norden gezeigt haben.

Beim Erdbeben vom 13. Januar 1895 waren die Erschütterungen in Donaueschingen und Pfohren isolirt von dem Hauptverbreitungsgebiete und veranlassten dadurch die Ansicht, dass sie nicht als unmittelbare Fortpflanzung der HAUPTerschütterung anzusehen sind, sondern durch einen kleinen Einsturz innerhalb der Gyps- und Steinsalzlager im Untergrunde dieser Orte hervorgerufen, aber wohl unter Einwirkung des Erdbebens im Schwarzwalde zu Stande gekommen seien.

Beim Erdbeben von diesem Jahre stehen sie nicht isolirt, sondern in guter Verbindung mit dem übrigen Erschütterungsgebiete, und sie gehören zu den Punkten, an welchen die Erschütterung sogar noch in stärkerem Maasse auf die Sedimentärgesteine im Osten übergriff. Der Rückschluss liegt nahe, dass dasselbe auch im Jahre zuvor der Fall war.

Hier muss auch noch eine Erscheinung erörtert werden, die beim Erdbeben vom 13. Januar 1895 hervorgetreten sein soll, von der aber in diesem Jahre nichts wahrzunehmen war, und die auch nach den geologischen Verhältnissen unwahrscheinlich ist, so dass sie wohl auf falschen Schlüssen beruhen dürfte.

Dr. Langenbeck führt an, dass der „Triaszug im SO., dem Streichen seiner Schichten entsprechend, ganz vorwiegend die Fortpflanzungsrichtung SW—NO zeigt“.

„Es haben also hier die Fortpflanzungsrichtungen eine Ablenkung im Sinne des Streichens der Schichten erlitten.“

Die Karte zeigt auch dem entsprechend an sechs Orten südöstlich von Bonndorf, in Schleithem, Grimmelshofen und Fützen u. a. O. die Fortpflanzungsrichtungen von SW—NO.

In den Berichten über das Erdbeben vom 21. Januar 1896 findet sich diese Richtung in der angegebenen Gegend überhaupt nicht, wohl aber wurde die normale Richtung von NW—SO mehrfach beobachtet und im Süden von Stühlingen, von wo allerdings SW—NO Richtung gemeldet wird, kommt auch ebenso oft NW—SO vor, so dass an ein Vorwiegen der ersteren nicht gedacht werden kann.

Die Erscheinung der Ablenkung der radialen Fortpflanzungsrichtung hätte unbedingt auch dieses Mal zum Vorschein kommen müssen, wenn sie ihren Grund in den geologischen Verhältnissen, speziell im Streichen der Schichten hätte, wie Langenbeck meint.

Es muss sicher zugegeben werden, dass das Schichtstreichen unter Umständen eine Ablenkung der Fortpflanzungsrichtung bewirken kann; das wird um so mehr der Fall sein, je steiler ein Schichtsystem aufgerichtet ist; wo aber die Sedimente horizontal liegen, also von einem Streichen keine Rede sein kann, wird auch ein solcher Einfluss nicht möglich sein.

Die Trias liegt nun im Wutachgebiet so nahezu horizontal, dass dieser letztere Fall hier eintritt; es liegen weiter nach Osten vollkommen concordant die verschiedenen Glieder des Jura über der Trias und ebenfalls mit im allgemeinen so geringen Neigungen nach Osten, dass es schwer verständlich ist, wie hier durch die Trias ein solcher orientirender Einfluss hätte erzeugt werden sollen.

Dass auf der geologischen Karte das Triasgebiet hier im allgemeinen von SW—NO seine Hauptausdehnung hat, gegenüber der seine Breite sehr zurücksteht, liegt nicht, wie es einem Laien scheinen könnte, daran, dass es mehr oder weniger steil nach Osten einfällt, sondern ist durch die Erosionsverhältnisse mitbedingt; der Verlauf der Grenzkurven an den Thalböschungen zeigt, dass eine nahezu horizontale Lagerung vorherrscht.

Auf Grund der geologischen Verhältnisse ist somit jene Erscheinung von 1895 unwahrscheinlich, 1896 kam sie auch

nicht mehr zur Wahrnehmung und aus den Berichten von 1895 ist sie nicht einmal erwiesen.

Die Berichte aus Bonndorf, Stühlingen und Umgebung von 1895 sind zum Theil Sammelberichte, besonders der, aus welchem die Richtungsangabe SW—NO stammt. Er ist vom Bürgermeisteramt in Stühlingen erstattet, enthält die Aufzählung der Orte, in welchen das Erdbeben wahrgenommen wurde und schliesst dann wörtlich: „Zeit des Eintritts 5 Uhr 15 Minuten. Art der Erscheinung: donnerähnliches Rollen, kurze Bewegung (Rütteln), Klirren der Fensterscheiben. Richtung NO—SW“. Daraus kann unmöglich geschlossen werden, dass an allen den angeführten zehn Orten die Richtung NO—SW beobachtet wurde; ebensowenig könnte man auf die Identität der Eintrittszeit 5 Uhr 15 Minuten daraus schliessen. An einem der Orte ist diese Richtungsangabe gemacht worden, auf Grund welcher Beobachtung ist nicht angegeben und somit überhaupt nicht zu entscheiden, ob sie richtig ist, und dann kam sie in den Bericht. Von keinem der in Frage stehenden Orte ist eine zweite Angabe vorhanden, welche diese erste anfechtbare Richtungsangabe bestätigte.

Es ist somit nach drei Seiten hin der Schluss Langenbeck's sehr zweifelhaft und dürfte nicht länger zu halten sein.

Das Erdbeben vom 13. Januar 1895 griff auch nach der Schweiz wie nach dem Elsass über; in viel stärkerem Maasse geschah dasselbe am 21. Januar 1896, wo ausserdem noch Frankreich mitbetroffen wurde.

In welchem Verhältnisse die Erschütterungen in den genannten Ländern zu dem Erdbeben stehen, welches wir in seinem Auftreten in Baden hier zu schildern suchten, wird erst möglich sein zu beurtheilen, wenn die Materialien, welche darüber gesammelt wurden, veröffentlicht und zugänglich sein werden.

Berichte.

Vorbemerkungen zum alphabetisch geordneten Verzeichniss.

Das Originalmaterial der eingelaufenen Berichte ist im Folgenden in einer etwas veränderten Form mitgetheilt, als es sonst geschah. Die grosse Anzahl der Berichte, welche sich über eine grosse Anzahl von Orten erstrecken und dadurch sehr wenig übersichtlich sind, gab in erster Linie Veranlassung zu dem gewählten Verfahren. Es wäre nicht möglich gewesen, alle überhaupt erwähnten Orte übersichtlich zusammenzustellen, wenn man nicht die Berichte auseinandernahm und die darin erwähnten Orte alphabetisch ordnete; es lag dann nahe, auch inhaltlich eine grössere Uebersichtlichkeit anzustreben, indem innerhalb der einzelnen Berichte wieder das Zusammengehörige untereinander gestellt wurde, nach dem oben auf jeder Seite angegebenen Principe. Es wird dadurch jeder Forscher leicht in der Lage sein, Zusammenstellungen nach bestimmten Gesichtspunkten vorzunehmen.

Der Wortlaut der Meldungen ist thunlichst beibehalten, selbst wo er an Klarheit zu wünschen übrig liess, um nicht subjective Auffassungen in das Material hineinzutragen. Bemerkungen des Verfassers sind jeweils in Klammern beigefügt, insbesondere bezieht sich das auf die Zahlen in der Rubrik h, die sich auf den Intensitätsgrad beziehen, der nach der Beurtheilung des Autors nach den auf Seite 66 näher bezeichneten Gradzahlen eingetragen wurde.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
1. Achern. (No. 19 Oberingenieur Baum)	zwischen 12 ^h 30'—45'	—	—
(No. 88 Stahlfabrikant Schäufele)	—	—	—
(No. 84 H Wagner, Privat- mann)	—	—	—
2. Affenthal bei Bühl. (No. 94 Strassenmeister Raab)	gegen 1 ^h	Bewegung des ganzen Hauses und der einzelnen Gegen- stände.	—
3. Aichen (Thiengen). (No. 110 meteorologischer Beobachter)	12 ^h 48'	Zwei heftige Stösse.	—
(No. 71 meteorologischer Beobachter)	1 ^h 45"	Zweiter schwächerer Stoss.	—
(No. 74 Wurflin, Lehrer)	12 ^h 48' 34" (Postzeit) 12 ^h 49' 1 ^h 48' } 2 ^h 48' }	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 10 ^h —15 ^h sollen noch Erschütterungen bemerkt worden sein.	je 10 ^h —15 ^h (Jeder Stoss und Zittern 10 ^h —15 ^h)

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Einmaliges Geräusch, wie wenn im Stockwerk darüber ein Gegenstand auf den Boden fällt.	—	—	[2]	
Geräusch wie von einem Wasserad.	—	W—O	—	(Nach Dr. Horstmann in Illenau.)
Geräusche werden in sehr verschiedener Art angegeben: Fallen, Zuschlagen etc.	Die Federn des Bettes tönt in der Richtung OSO—WNW. Beobachter wurde dadurch geweckt.	OSO—WNW	[2]	
—	—	—	[2]	
dazu sehr starkes donnerartiges Rollen.	Thüren wurden auf- und zugeschlagen, Kästen, Tafeln, Gläser, Lampen bewegt, Häuser wankten deutlich.	SW—NO	[3]	
Die Bewegung war hier wellenförmig.	—	NO—SW	[1]	Ausdrücklich wird die umgekehrte Richtung angegeben für das Beben um 12 ^h 48'.
Wellenförm. Bewegung. War 12 ^h 49' schwächer. Geräusch eines Eisenbahnzuges. Langanhaltendes dumpfes donnerart. Rollen wie starker Sprengschuss und Nachhall. Geräusch und Erschütterung gleichzeitig, aber das Geräusch dauerte länger.	Stehlampe wackelte, die Milchglocke schlug auf den Ring. Eine Stehnachtlampe bewegte sich längere Zeit von NO—SW. Bilder schlugen an die von N—S gehenden Wände auf. Thüren und Fenster klirrten, Kästen schwankten auch.	NO—SW	[3]	Das Haus steht auf Kalkstein. Das Erdbeben war stärker als früher.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
4. Albruck. (No. 177 Postamt)	12 ^h 55' gegen 3 ^h	Ein Stoss mit starker Er- schütterung von N—S. Zweiter Stoss von unten nach oben, und leichtere Er- schütterung.	etwa 4'
5. Albert-Hauenstein. (No. 222 Postag.).	12 ^h 50'	Ein Stoss.	5'—6'
6. Allmendshofen (Donaueschingen). (No. 51 ? Zeitung)	ca. 1 ^h	Heftiger Erdstoss,	—
7. Altenheim (Offenburg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion)	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
8. Alt-Glashütte bei Lenzkirch. (No. 88 Strassenmeister Huber) (No. 223 Postag.).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc. 12 ^h 50' 1 ^h 50' 2 ^h 30'	Allgemeiner Bericht cf. Lenz- kirch No. 88. Drei Stösse.	— 10' 3' 3'
9. Altschweier. (No. 75 B. Fauth, Landwirth)	12 ^h 55'	Ein Stoss von SW.	—
" J. Meier, "	1 ^h 30'	Zweiter, leichterer Stoss.	—
" A. Götz, "	12 ^h 50'	Ein Stoss von SW.	—
" A. Seifried "	12 ^h 55'	Stoss	—
10. Altsimonswald. (No. 224 Postag.).	zwischen 12 ^h 30' bis 12 ^h 45' und 1 ^h 30'	Starker Stoss, nach einigen Sekunden ein schwächerer, beide SW—NO. Zwei Stösse im Intervall von ca. 1'.	ca. 3'—4' (!)

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Starkes Geräusch.	—	N—S	[2]	
—	—	—	[1]	
—	—	W—O	[2]	
von lautem Tosen und Rollen begleitet.	Fenster und Thüren klirrten.	—	—	
—	—	—	—	(Ohne näheren Be- richt; Altenheim liegt schon nahe am Rhein in der Ebene.)
—	—	—	[3]	
—	—	N—S	—	
—	Fenster zitterten.	—	—	(Uebereinstimmend wird die Richtung von SW—NO an- geben.)
—	—	von SW	—	
—	Kasten und Fenster zitterten.	—	—	
und Brausen.	Stoss und Krach im Hause.	—	[1]	
—	—	SW—NO	—	
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatler).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
11. Auenheim bei Kehl. (No. 111 Strassenbauinspek- tion)	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
12. Aulfingen (Geisingen) (No. 226 Postag.).	1 ^h	Anhaltende Erschütterung,	ca. 1'
13. Atzenbach (Wiesen- thal). (No. 225 Postag.).	ca. 12 ^h 45'	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 2"—3".	8"—10"
14. Baden-Baden . (No. 82 Badener Wochen- blatt 24. Januar 1896 No. 23)	etwas vor 12 ^h 50'	Leichte Erchütterung.	—
(Postamt III No. 739)	12 ^h 50'	Ein ziemlich heftiger Stoss von unten nach oben wurde fühlbar; dauerte mehrere Sekunden.	—
15. Badenweiler . (No. 91 Favarger, Rentier, und ein Knabe).	Gegen 1 ^h ; nach anderer Meldung ca. 12 ^h 45'	Donnerartiges Getöse von mehreren Sekunden, hier- auf zwei kurz aufeinander folgende Stösse; hierauf ein mehrere Sekunden an- haltendes Getöse.	—
(No. 139 Freiburger Zeitung, 25. Januar 1896 No. 20)	—	Das Erdbeben wahrgenom- men für Müllheim No. 139.	—
(No. 178 Postamt)	ungefähr 12 ^h 25'	Viele kurze hintereinander folgende Schwingungen.	6"—8"
16. Bärenthal bei Lenz- kirch. (No. 88 Strassenmeister Huber).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenz- kirch No. 88	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	Ohne nähere Berichte.
mit Geräusch, wie wenn ein Eisenbahnzug über eine Brücke fährt.	—	—	—	
—	—	O—W	—	
Ein Ruck von unten nach oben.	Flügelthüre polterte erst stärker, dann schwächer und schlug ca. 20 Mal an.	—	[2]	
—	—	—	—	Keine weiteren Beobachtungen.
Das Getöse nahm an Heftigkeit zu; war vor und nach den Stößen vorhanden.	Wand u. Bett schwankten stark; die Zimmergeräthe schwankten.	NW—SO	[3]	
—	—	S—N	[3]	
—	—	S—N		
—	—	—	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichtstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
17. Ballrechten (Staufen). (No.119StrassenmeisterKlehm- mann).	zwischen 12 ^h 30' bis 12 ^h 45'	Erdbeben verspürt wie in Grunnern No. 19	—
18. Baltersweil (Waldshut). (No. 106 Baschnagel, Bürger- meister).	12 ^h 50'	Dreimalige heftige Erschüt- terung.	Rollen ca. 30'
19. Bechtersbohl (Waldshut). (No. 106 Gastwirth Bauer)	12 ^h 45'	Rollen ähnlich dem eines Eisenbahnzugs.	—
20. Bernardshöfen (Achern). (Postamt III 762)	ca. 12 ^h 50'	Donnerähnliches Rollen ver- bunden mit einem kurzen, heftigen Schwanken des Hauses.	2'—3'
21. Bernau . (No. 65 Bürgermeister Was- mer).	12 ^h 55'	Starker Erdstoss	2'—3'
	2 ^h 10'	—	1'
	3 ^h	—	1'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	S—N	[3]	
verbunden mit donnerähnlichem Rollen von ca. 30°. Nach der Erschütterung war deutlich noch die Fortsetzung des unterirdischen Rollens in der Richtung nach Schaffhausen wahrzunehmen.	Die Bettstelle schwankte, Fenster klirrten, von der Zimmerdecke löste sich Kalk los.	W—O	[2]	
Das Haus wurde erschüttert.	Wandverputz fiel herab.	—	[2]	
Donnerartiges Rollen.	Starkes Klirren der leeren Gläser und Flaschen in der Wirthschaft zum Adler.	—	[2]	
mit donnerartigem Getöse, das gegen Ende stark abnahm.	Das Haus zitterte.	—	—	
Donnerartiges Getöse, aber schwächer als vorher.	—	unbestimmt	—	
Ganz schwaches donnerartiges Getöse.	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
21. Bernau (No. 179 Postamt)	gegen 1 ^h	Einige kurz anhaltende Erd- stösse.	—
	ca. 2 ^h und 3 ^h	wurden noch einzelne schwä- chere Erschütterungen wahrgenommen.	—
22. Bettmaringen (Stühlingen). (No. 212 Postamt)	—	Die Erschütterung wurde wahrgenommen (f. Stüh- lingen No. 212)	—
23. Beuren bei Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beob- achtet (cf. Thengen No. 100).	—
24. Biberach (Kinzigthal) (No. 111 Strassenbauinspek- tion). (No. 180 Postamt)	—	Starkes Rollen wurde ver- nommen.	—
	gegen 1 ^h	Ein Erdstoss.	5 ⁷
25. Biederbach bei Elzach. (No. 93 Rimmelin, Ober- lehrer).	—	cf. Bericht über Elzach No. 93.	—
26. Biengen (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	—	Erdbeben schwach wahr- genommen.	—
27. Birkendorf bei Bonndorf. (No. 181 Postamt)	zwischen 12 ^h 50' und 1 ^h 2 ^h und 2 ^h 10'	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 1 ^h 15'. Der erste war der heftigste.	15 ⁷

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Die Häuser erzitterten und die Bewohner erwachten.	—	[2]	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	Wanken der Betten und Möbel.	—	[2]	
—	—	O—W	—	
—	Fenster klirrten, was noch nie zuvor vorgekommen war in Oberbiederbach.	—	—	
Der Lehrer, der seit einer Stunde im Bette lag, wurde durch ein Geräusch, wie wenn die Zimmerthür klapperte, geweckt.	—	—	[1]	Weitere Beobachtungen wurden nicht gemeldet.
—	—	O—W	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
28. Blauen (Müllheim). (No. 139 Freiburger Zeitung, 25. Januar 1896 No. 20).	—	Von dem Erdbeben wurde nichts wahrgenommen.	—
29. Blumenfeld bei Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beobach- tet (cf. Thengen No. 100).	—
30 Böhringen bei Singen. (No. 101 Strassenmeister Schönmeier).	12 ^h 40'—50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
31. Bollschweil (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	12 ^h 50'	Erdbeben mit denselben Er- scheinungen wie Staufen No. 119.	—
32. Bonndorf . (No. 55 Zeitung).	12 ^h 47'	Heftiger Erdstoss. Zweiter Stoss einige Minuten später, nicht so heftig und ohne Geräusch,	5'
(No. 63 Strassenbauinspek- tion).	gegen 1 ^h 45' 12 ^h 50'	nochmals einige leichtere Erdstösse. Zuerst ein heftiger, plötz- licher Stoss und Erschüt- terung von 8—10'',	— 8'—10'
(No. 89 Strassenbauinspek- tion).	3 ^h 30' zwischen 12 ^h 45' bis 12 ^h 50'	Ein weniger heftiger Stoss mit Erschütterung. Ein oder mehrere Stösse in kurzen Zwischenräumen.	— 4'—10'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
—	—	Die Richtung wird von S—N angegeben	[2]	
begleitet von heftigem Getöse, ähnlich einer Windsbraut oder vorbeifahrendem Wagen oder etwas über der Zimmerdecke sei umgefallen.	Fenster zitterten, Bilder, aufgehängte Gegenstände schwan- gen, Hausglocken schlugen an, Geschirr klirrte, Balkenkrach- ten.	schien NW—SO	[3]	So heftig wie nicht seit Menschengedenken.
—	—	—	—	
und ein Getöse in d. Luft, ähnlich dem Rollen eines schweren Fuhrwerks, verb. mit einem eigenthüml. Sausen.	—	SW—NO	[2]	
—	—	—	—	
Das Erdbeben war begleitet nach allen Beobachtern von einem Getöse ähnlich dem Geräusche eines fahrenden schweren Lastwagens.	Die Fenster klirrten, Möbel und Bilder bewegten sich, die Leute wachten auf.	S—N oder SW—NO (nach den meisten undzuverlässigsten Angaben im Bezirke).	[3]	Das Erdbeben wurde allerorts im Bezirke wahrgenommen.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
32. Bonndorf. (No. 89 Strassenbauinspek- tion).	um 1 ^h 45' und 2 ^h 30'	nochmals schwächere nur 2—3 ^r andauernde Erschüt- terungen, besonders im östlichen Theil des Be- zirkes.	2 ^r —3 ^r
(No. 151 Herr Vogt).	12 ^h 50' 2 ^r (Zeit genaue Postzeit).	—	5 ^r
(No. 182 Postamt).	um 2 ^h	Noch schwächere Erschüt- terung.	—
33. Bräunlingen (Thiengen). (No. 227 Postag.).	12 ^h 47'	Zwei Stöße im Intervall von 10'	5 ^r und 2 ^r
34. Breisach (Alt-). (No. 117 Strassenmeister Oestringer).	12 ^h 48'	Fünf Stöße; der zweite etwa eine Stunde später und schwächer.	—
	—	Im Bezirke Altbreisach konn- ten nach den Erhebungen keine Wahrnehmungen des Erdbebens konstatiert werden.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
<p>Erst Rauschen oder Rollen, dann ein kräftiger Stoss und wieder Rauschen. Das Geräusch vor und nach dem Stoss war doppelt so lang als dieser.</p>	<p>Die Bewegung bestand in Schwanken und Zittern und wirkte auf den Beobachter gewitterartig. Die Bettstelle schwankte; in anderen Häusern fielen Vogelkäfige von der Decke herunter.</p>	W—O	[3]	<p>Beobachtet im Bette in einem Hause an einem Hügel. Das Haus steht auf Fels.</p>
<p>— mit windsbrautähnlichem Geräusche.</p>	—	NW—SO	—	
—	—	W—O	—	<p>(Es ist aus dem Bericht nicht zu ersehen, was unter dem zweiten Stoss zu verstehen ist, ob die erste Erschütterung aus fünf Stößen bestand und eine zweite Erschütterung eine Stunde später kam, oder, ob mehrere spätere Stösse verspürt wurden.)</p>
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
35. Breitnau (St. Märgen). (No. 116 Strassenmeister Berger).	12 ^h 50' 1 ^h 1 ^h 50' 2 ^h 30'	Es sollen vier verschiedene Stösse wahrgenommen worden sein, Ein starker Stoss. Zweiter schwächerer Stoss. Dritter, wieder stärkerer Stoss. Vierter, schwacher Stoss.	15" 5" — —
36. Brennet bei Säckingen. (No. 106 Marx, Grenzkon- troleur).	zwischen 12 ^h 45' und 1 ^h	Eine kleine Erschütterung	—
(No. 183 Postamt).	ca. 12 ^h 30'	Ein Stoss	10"—15"
37. Brigachthal. (No. 59 Zeitung).	vor 1 ^h . gegen 2 ^h	Zwei Erdbeben. Vor 1 ^h ein stärkeres; gegen 2 ^h ein schwächeres,	—
38. Britzingen bei Müll- heim. (No. 91 Strassenmeister Stelz).	—	Rollendes Getöse von meh- reren Sekunden.	—
39. Bruckthal (Neustadt). (No. 138 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19)	—	Erdbeben wahrgenommen, wie in Josthal (No. 138)	—
40. Buchenbach (Kirch- zarten). (No. 116 Strassenmeister Berger).	um 12 ^h 50' und 1 ^h 5'	wurden Erdbeben wahrge- nommen.	—
(No. 228 Postag.).	12 ^h 50' und 1 ^h 5'	Zwei Stösse.	ca. 4"—5" ca. 2"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
mit Getöse wie ferner Donner ca 15°. Der erste Stoss soll nach oben erfolgt sein, ihm folgte eine heftige Erschütterung.	Beobachter glaubte, das Dach eines benachbarten Gebäudes sei eingestürzt. Ein anderer Beobachter meinte, es seien Garben auf dem Speicher umgefallen.	N—SO	—	Der Ort soll zu den stärker betroffenen des Bezirkes gehören.
und ein Rollen, als wenn ein Wagen in schnellem Tempo am Hause vorbeifährt.	—	—	—	
—	—	S—N	—	
begleitet beide von Getöse.	—	unbestimmt	—	
Ohnegrosse Bedeutung.	Zimmergeräthe kamen in's Schwanken.	—	[1]	
—	—	—	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	SO—NW	—	Dieser Ort soll mit zu den am stärksten betroffenen der Gegend gehören. (cf. St. Peter No. 117).

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
40. Buchenbach. (No. 125 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	—	Erdbeben mit Später folgte ein schwä- cherer Stoss, welcher ca. 2" dauerte.	—
41. Bühl. (No. 75 Strassenmeister Raab).	12 ^h 45'	—	—
(Postamt III 775)	genau 12 ^h 42'	Ziemlich starke Erschüt- terung; einmaliger Stoss.	—
42. Bühl (Klettgau). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Keine bestimmten Angaben.	—
43. Bühlerthal (Achern). No. 109 Kulturinspektion).	12 ^h 50'	Erderschütterungen von mehreren Personen wahr- genommen (cf. Bühl No. 75).	—
44. Büsslingen bei Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beob- achtet (cf. Thengen No. 100).	—
45. Burg (Kirchzarten). (No. 116 Strassenmeister Berger).	—	Das Erdbeben wurde mehr- fach wahrgenommen.	—
46. Dettighofen. (No. 106 Kessler, Bürger- meister).	12 ^h 50'	Einmalige starke Erschüt- terung.	—
47. Diersburg (Offen- burg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Offenburg No. 111).	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Getöse, das dem eines mittelstarken Donners glich.	Die Häuser haben so stark gezittert, dass viele Bewohner aus den Betten sprangen.	—	[2]	
—	Starkes Zittern der Fenster u. Thüren.	—	[2]	Im Bühlerthal nur Brausen wahrgenommen.
—	—	W—O	—	
—	—	—	[1]	Die Leute erinnerten sich erst nachträglich, etwas gemerkt zu haben.
—	—	—	[1]	
—	—	—	—	
—	—	—	unbestimmt	Ohne nähere Nachrichten.
—	Bettstelle schwankte stark.	—	[2]	
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d Dauer.
Diersburg. (No. 230 Postag.).	12 ^h 45'	Nur ein Stoss	etwa 3"
48. Dinglingen. (No. 165 Postamt).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	Einige Sekunden.
49. Döggingen bei Donaueschingen. (No. 231 Postag.).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	5'—10'
50. Döttelbach (Rench- thal). (No. 154 Kulturinspektion).	—	Die Erschütterung wurde hier besonders stark wahr- genommen.	Einige Sekunden.
51. Dogern. (No. 232 Postag.).	12 ^h 45'	Zwei Stösse nach einander.	30"
52. Donaueschingen. (No. 1 Strassenmeister Mayer).	12 ^h 45' (ver- schiedene An- gaben 12 ^h 1/4 bis 1 Uhr).	—	—
(No. 2 Kulturinspektion).	12 ^h 52'	—	—
(No. 6 Strassenmeister Lawo).	12 ^h 50'	—	ca. 3"
(No. 22 Buck, Oberförster).	12 ^h 50'	—	Einige Sekunden.

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
mit einem Geräusch, wie wenn ein schwerer Wagen schnell am Hause vorbeifahren würde.	In einzelnen Häusern krachten die Betten, die Fenster klirrten, Boden und Betten zitterten.	anscheinend W—O	[2]	
—	Zittern der Möbel.	vermuthlich S—N	[1]	Der Nachtdienstbeamte hatte keine Ahnung, dass das von einem Erdbeben herrühren könnte, erst als man anderweit von einem solchen erfuhr.
—	—	O—W	unbestimmt	
—	Die Bilder an der Wand wurden durch den Stoss in Bewegung gesetzt.	—	[3]	Im Dorf und Thal der wilden Rensch schien es den Leuten, als ob Jemand kräftig auf den Boden stosse.
—	—	W—O	unbestimmt	
—	Zittern der Häuser und Zimmereinrichtungen.	—	[2]	
Mässig dumpfes Geräusch.	—	schien W—O	[2]	
Vibrirende Bewegung mit donnerartigem Geräusch in der Ferne.	Waschlavoir klirrte, Wände, Betten bebten.	schien von N	[2]	Luft still, Windstille; Bewegung, wie wenn ein Tisch quer über den Fußboden hingezogen wird.
Dumpfes Getöse.	Kasten, Commoden, Bilder erzitterten, während einiger Sekunden. Das Dach zitterte auch.	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
52. Donaueschingen. (No. 45 Meteorologischer Beobachter).	12 ^h 45'	—	4'—5'
(No. 49 Hausmann, In- genieur).	ca. 12 ^h 30'	Erschütterungen.	—
„ Gutmann, Aufseher).	zwischen 2 ^h —3 ^h am 23. 6 ^h und 7 ^h a. m.	Starkes Getöse, ähnlich fahrender Wagen. Erschütterung, aber schwä- cher als am 22.	—
(No. 50 Zeitung).	12 ^h 50'	Ziemlich starkes Erdbeben.	—
(No. 54 Zeitung).	12 ^h 50'	Sehr heftiger Erdstoss.	—
(No. 156 Postamt).	2 ^h 15' 12 ^h 48'	Ein schwächerer Stoss. Ein Stoss mit wellenförmiger Bewegung.	3' Dauer der Erschütte- rung.
53. Dottingen (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	zwischen 12 ^h 30' bis 12 ^h 45'	Erdbeben verspürt wie in Grunern No. 119.	—
54. Dürheim. (No. 184 Postamt).	12 ^h 45'	Ein senkrechter Stoss.	2'—3'
55. Durbach (Offenburg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Begleitet von einem Getöse, als ob grosse Steinmassen übereinander rollten.	Fenster klirrten, Wasser im Waschbecken wurde hin und her geschwenkt, eine Thüre aufgerissen.	S—N	[3]	
Starkes Geräusch ähnlich dem Zuschlagen einer grossen schweren Thüre.	Bewegen von Gegenständen auf dem Waschtisch.	W—O	—	
—	Thüren bewegten sich.	W—O	[2]	
—	—	—	—	
—	—	—	—	
von starkem Rollen begleitet.	Alle Möbel erzitterten.	—	[3]	
—	—	—	—	Dieser zweite Stoss wurde nicht allgemein wahrgenommen.
Starkes, unterirdisches Rollen.	Erschütterung der Gebäude, Fenster klirren, Schwanken der Möbel und Geräthe.	O—W	[3]	
—	—	S—N	[2]	
—	Man glaubte, ein in der Arbeit befindliches Borloch sei zusammengestürzt.	—	[1]	
—	—	—	—	Ohne nähere Angaben.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
56. Eberfingen bei Stühlingen. (No. 106 Fischer, Grenzaufseher).	12 ^h 48' 2 ^h 5' 2 ^h 30'	Jeweils eine Erschütterung und ein starkes donnerähnliches Rollen von je	10 ^{''} —12 ^{''}
57. Eckthal (Neustadt). (No. 138 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	—	Erdbeben wahrgenommen wie in Josthal (No. 138).	—
58. Ehingen bei Engen. (No. 99 Strassenmeister Schönle).	ca 12 ^h 45'	Bewegungen und	—
59. Ehrenstetten (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	12 ^h 50'	Das Erdbeben wurde mit denselben Erscheinungen wahrgenommen wie Staufen No. 119.	—
(No. 233 Postag.).	12 ^h 50'	Einmalige ziemlich starke Erschütterung.	5' (!)
60. Eichstetten bei Freiburg. (No. 69 Strassenmeister Bürklin).	ca. 12 ^h 30'	Auch hier wurde das Erdbeben wahrgenommen.	—
69. Eigeltingen bei Stockach. (No. 104 Xaver Martin).	12 ^h 50'	Wiederholte, starke Erschütterungen im Zwischenraum von etwa 2—3 Sekunden.	—
62. Einsiedel-Thal (Neustadt) (No. 138 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	—	Erdbeben wahrgenommen wie im Josthal (No. 138).	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Das Rollen war um 12 ^h 48' am stärksten und um 2 ^h 5' am schwächsten.	—	NO—SW	[2]	
—	—	—	—	
heftiges Geräusch.	Die Häuser zitterten.	W—O	[2]	Zwei Landwirthe glaubten, das Geräusch sei durch ihr Vieh im Stalle verursacht.
—	—	S—N	[2]	
—	—	S—N	[2]	
—	—	—	unbestimmt	
—	Unbefestigte Fensterläden gingen auf u. zu, Möbel im Zimmer bewegten sich.	—	[2]	Im ersten Stocke eines massiven Hauses mit gewölbtem Keller.
—	—	—	[2]	Auch andere Personen bemerkten die Erschütterung.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
63. Eisenthal bei Bühl. (No. 94 Strassenmeister Raab).	gegen 1 ^h	Bewegung des Hauses und der Gegenstände.	—
64. Elgersweiler bei Offenburg. (No. 111 Strassenbaninspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (für Offenburg No. 111).	—
65. Elzach bei Waldkirch. (No. 93 Oberlehrer).	etwas nach 12 ^h 30'	Erdbeben war anfangs well- enförmig, dann ein ver- tikaler Stoss.	9"—10"
(No. 185 Postamt).	12 ^h 45'	Einewellenförmige Erschüt- terung (einmaliger Stoss).	Einige Sekunden.
66. Emmendingen . (No. 148 Breisgauer Zeitung No. 20, 24. Januar 1896).	—	Das Erdbeben wurde in ähnlicher Stärke bemerkt, wie anderwärts.	—
(No. 166 Postamt).	ca. 12 ^h 45' (ging kurz vor dem Glockenschlag an und währte während des- selben).	Ein Erzittern, gering an- fangend, allmählich stär- ker werdend und wieder abnehmend.	wenigstens 10"
67. Endermettingen bei Waldshut. (No. 106 Albicker, Land- wirth).	12 ^h 45' 2 ^h	Das Haus wurde sehr stark erschüttert.	ca. 10"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
—	—	—	—	
Geräusch als rollte ein eiserner Wagen mit grösster Schnelligkeit durch das Städtchen; nach anderen ein Brausen wie von einem Sturm vor einem Gewitter.	Thüren und Fenster bewegten sich und klirrten. Tische und Stühle in einer Wirthsstube rasselten, wie wenn sie umgeworfen würden. Schwanken der Bettstellen und Möbel.	NNW—SSO nach der Ansicht der meisten Leute.	[3]	Besonders stark in Fröschenau und im Prochthal, Yach, Biederbach und Oberwinden.
—	—	SW—NO	—	
—	—	—	—	
Ein Geräusch wurde nicht beobachtet.	Bettstellen zitterten, Wände krachten u. Fenster klirrten.	—	[2]	
—	—	N—S	[2]	Unklare Meldung.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
68. Endingen (Kaiser- stuhl). (No. 69 Strassenmeister Bürklin).	zwischen 12 ^h und 1' ca. 12 ¹ / ₂	Starker Stoss,	—
69. Engelschwand (Waldshut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben beobachtet, äh- nlich wie Rotzingen No. 106	—
70. Engen. (No. 48 Strassenmeister Schönle)	12 ^h 45'—50'	Kurzer Stoss.	—
(No. 99 Eger, Rentamtsge- hilfe).	ca. 12 ^h 45'	Kurzer Stoss.	—
(No. 167 Postamt).	12 ^h 45' ca. 1 ^h 5' bis 1 ^h 10'	Zwei Stösse, der erste be- deutend stärker, im Zwi- schenraum von 20—25'.	6'
71. Erlach bei Oberkirch. (No. 87 Strassenmeister Friedrich).	—	Hier wurde nur wenig be- merkt.	—
72. Erzingen (Waldshut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Die Erschütterung wurde fast allgemein wahrgenommen,	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
darauf Rasseln, wie wenn ein Wagen über Pflaster fährt.	—	SW—SO (1)	[2]	Auch in Eichstetten gespürt.
—	—	—	—	
Getöse, wie daherbrau- sender Eisenbahnzug, vor dem Stoss!	Klirren der Wasch- schüssel und Wasch- kommode. Auf der Bühne fiel ein Holzstoss ein.	SW—NO	[2]	
Dem Stosse voraus ging ein Getöse, wie von einem daherbrausen- den Bahnzuge.	Klirren von Gläsern auf dem Waschtische. Bett schwankte und Holzstoss fiel ein.	SW—NO	[2]	
Dem ersten Stoss ging ein dumpf rollendes Getöse gleich dem Rollen eines Eisen- bahnzuges voraus.	—	—	[2]	
Der zweite Stoss war sehr schwach und kaum vernehmbar.	—	—	[1]	
mit einem Rollen, wie das eines Eisenbahn- zuges.	—	NW—SO	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
72. Erzingen (Waldshut). (No. 234 Postag.).	12 ^h 45'	Drei Stösse; Dauer der Zwischenräume 40'.	3' (!)
73. Eschbach (Kirch- zarten). (No. 116 Strassenmeister Berger).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
74. Eschbach (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmänn).	zwischen 12 ^h 30' bis 12 ^h 45'	Erdbeben, wie in Grunern No. 119.	—
75. Eschbach (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	genau 12 ^h 55' war alles vor- über (also Beginn 12 ^h 54' 40")	Eine heftige Erschütterung, wenige Sekunden darauf ein zweiter nicht so hef- tiger Stoss.	10"—12"
76. Ettenheim (Lahr). (No. 186 Postamt).	etwa 12 ^h 30'	Einmalige kurze Erschütte- rung in den östlichen Stadttheilen.	7"—8"
77. Ewattingen bei Bonndorf. (No. 235 Postag.).	1 ^h 40' und 2 ^h	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 1 ^h 20'	5" und 2"
78. Falkau bei Lenzkirch. (No. 88 Strassenmeister Huber). (No. 236 Postag.).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc. 12 ^h 45' 1 ^h 35' 2 ^h 2 ^h 25' 2 ^h 30' 2 ^h 50'	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88. Sechs Stösse, davon erster und letzter stark, die andern vier Stösse wie ein dumpfer Knall.	— 5"—6" 2"—3" 2"—3" 2"—3" — 5"—6"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
War von einem starken Geräusch begleitet.	—	SO—NW	—	
—	—	—	unbestimmt	Keine näh. Nachrichten.
—	—	S—N	[2]	
Gleichzeitig mit der Erschütterung ein Brausen, wie das eines starken Sturmes	brachte das ganze Haus in Bewegung.	NW—SO	[2]	
Dem Vernehmen nach donnerartiges Rollen, von zwei Personen wahrgenommen.	—	S—N	[1]	
—	—	S—N	[1]	(Der erste Stoss scheint nicht wahrgenommen worden zu sein.)
—	—	—	—	
—	—	S—W (?) (wohl SO—NW).	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
79. Feldberg (Schwarz- wald). (No. 237 Postag.).	12 ^h 45'	Drei starke und mehrere schwache Stösse mit Zwischenräumen von 1".	ca. 15"—20'
80. Feldberger Hof. (No. 88 Strassenmeister Huber).	ca. 12 ^h 45' und ca. 1 ^h 45'	Zwei Erdbeben mit kräfti- gen Stössen	—
81. Feldkirch (Krotz- ingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' bis 12 ^h 55'	Nur von wenigen Personen wurden schwache Er- schütterungen bemerkt.	—
82. Fischbach bei Lenz- kirch. (No. 88 Strassenmeister Huber).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
83. Freiburg. (No. 3 Forstmeister Krutina).	12 ^h 47'	—	—
(No. 25 Freiburger Zeitung 23. Januar 1896 No. 18).	gegen $\frac{3}{4}$ 1 ^h 2 ^h	Ziemlich bedeutende Er- schütterung. Zweiter, schwächerer Stoss.	10—15" 8—10"
(No. 34 Breisgauer Zeitung 23. Januar 1896 No. 19).	12 ^h 47'	Kurzer, heftiger Erdstoss.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Das Geräusch, welches die Erschütterung hervorbrachte, war ein dumpfer Donnerschlag.	—	SW—NO	[2]	
und donnerähnlichem Rollen.	Es klirrten die Fenster.	—	[2]	
—	—	—	[1]	
—	—	—	—	
Geräusch im zweiten Stock wie wenn eine Thür im ersten Stock mit besonderem auffallendem Geräusch zugeworfen wird.	—	—	—	
Rollen wie naher Donner.	Geräthschaften an den Küchenwänden und Fenster klirrten, Thüren wurden bewegt. Porträts fielen von Wänden.	schieen S N	[3]	Kein ernster Schaden entstanden.
Rollende Bewegung von S—N gleich einem nahenden Bahnzug.	Wände, Fenster klirrten. Wellenbewegungen im Aquarium.	schieen S—N	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
83. Freiburg. (No. 43 meteorologischer Beobachter).	12 ^h 50'	Ein heftiger Erdstoss.	3—4'
(No. 81 Badener Wochen- blatt 24. Januar 1896 No. 23).	gegen $\frac{3}{4}$ 1 Uhr 2 ^h	Ziemlich bedeutendes Erd- beben; Zweiter, schwächerer Stoss.	— —
(No 110 L. Bruner, Student).	ca. 12 ^h 50' fast genau 2 ^h	Erster Stoss von einer Dauer von Zweiter Stoss ungefähr schwächer als der erste.	2' 1'
(No. 113 Culturinspektion).	12 ^h 45'	Erdbeben mit folgenden Er- scheinungen.	—
(No. 114 Strassenmeister Grosholz).	12 ^h 45'	Eine Erschütterung, dass leichte Zimmergegen- stände sich bewegten,	—
(No. 115 Strassenmeister Deckelmeier.	12 ^h 45' und 1 ^h 50'	Erster, ziemlich heftiger Stoss von Zweiter Stoss war schwach und wurde nur von ein- zelnen Leuten bemerkt.	8—10' —
(No. 145 Freiburger Zeitung No. 20, 25. Januar 1896).	(Genauere Zeit- angabe, ver- glichen mit der Uhr des Marien- hauses).	Bei vollständig ruhiger Luft vernahm der Beobachter auf der S-Seite seines Schlafzimmers ein hefti- ges Geräusch, wie wenn ein heftiger Windstoss an dem 8 m zurückstehenden Nachbarhaus anprallte. Dauer 1'. Ehe der Be- obachter über diese Er-	Die Wellenbe- wegung dauerte 3', vielleicht so- gar 4'; dann noch 1' lang Geräusch wie am Anfang.

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	W—O	[3]	
— — — —	Geräthschaften der Küche bewegten sich etc.	—	[3]	(Diese Nachricht deckt sich mit No. 25).
— —	— —	Beide Stöße schienen von O—W zu gehen	—	
—	Alle hohen und leicht stehenden oder hängenden Hausgeräthe kamen ins Schwanken. Jeder verschiebbare Gegenstand gab einen Ton zu hören.	—	[3]	Auf dem Wege nach Günthersthal soll ein Schutzmann zu Boden gestürzt sein in Folge der Bewegung des Bodens.
mit Brausen, wie bei einem Sturm.	Starkes Rucken einer Bettstelle.	—	[3]	
war begleitet von donnerähnlichem Rollen. —	Thüren, Bilder und andere Gegenstände kamen in Bewegung.	S—N	[3]	
Gleichzeitig mit dem Ruck ertönte ein solches Brausen, wie wenn ein schweres Geschütz, nicht draussen auf der Strasse, sondern direkt durch das Zimmer führe. Nach der Wellenbewegung noch 1' lang	Die dicken Mauerwände erzitterten hörbar. Das Gebälke des Dachstuhles krachte in einer Weise, wie Beobachter selbst bei den heftigsten Stößen des letzten Orkanes nicht wahr-	Ein Zufall war, dass in der Stossrichtung ein zweites Zimmer offen stand, so war am Geräusch der schwankenden Möbel die Richtung	[3]	Bezüglich einer Stossrichtung von unten nach oben ist Beobachter sicher, dass ihn sein Gefühl nicht getäuscht hatte. Auf dem Schreibtischstanden mehrere hohe, schmale

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
83. Freiburg. (No. 145 Freiburger Zeitung No. 20, 25. Januar 1896).		scheinung klar wurde, fühlte er einen starken Ruck und hatte das Ge- fühl, als ob er einige Centimeter in die Höhe geschleudert würde. Die Erschütterung beim Zu- rückfallen war so heftig, dass er davon heftigen Kopfschmerz empfand. (Beobachter ist gehirn- leidend.)	
(No. 146 Freiburger Zeitung 26. Januar 1896).	12 ^h 48'	Der Beobachter empfand eine schwankende Bewe- gung und hatte das Ge- fühl, als wenn er durch- geschüttelt worden wäre.	—
	um 1 ^h 50'	Abermals ein Stoss, aber schwächer,	—
	2 ^h 8'	} Schwache Erschütterungen,	—
	2 ^h 30'		—
	nach 4 ^h und zwischen 6 ^h —7 ^h	} waren ähnliche aber so schwache Eindrücke, dass eine Täuschung möglich ist.	—
			—
(No. 157 Postamt).	12 ^h 45'	Nur ein Stoss wurde wahr- genommen (nach anderen Personen aber mehrere); schien senkrecht von oben nach unten zu gehen.	Dauer der Erschütterung = 1'; des donnerartigen Geräusches = 3'—4'.
(No. 158 Telegraphenamtl D).	12 ^h 50'	Ein heftiger Erdstoss von	8—4' Dauer

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Geräusch, wie am Anfang.	nahm, so dass er einen Einsturz des Daches befürchtete. Das Schwanken der Bettstelle war dem Schaukeln eines Bootes auf hoher See täuschend ähnlich.	der Wellenbewegung wahrzunehmen. Sie war genau SSW—NNO		Standgläser, die bei einem Stoss von unten unbedingt hätten umfallen müssen; bei der umgekehrten Annahme erklärt sich die Stossempfindung ganz gut. Beobachter hatte das Gefühl des Freischwebens in der Luft, was ja bei einer Senkung sich leichterklärt, ebenso wie das darauffolgende Herunterfallen. Ebenso ist bei einem solchen Stoss das Stehenbleiben von Gegenständen leicht erklärlich.
Ein Geräusch war bemerkbar, wie wenn ein Küfer mit seinem Fasswagen durch das Haus rase.	Die Thüren schlotterten und gingen.	—	—	
var auch von Rollen begleitet.	—	—	—	
mit fernem, dumpfem Rollen.	—	—	—	
—	—	—	—	
—	Die beiden Wanduhren blieben stehen; eine zeigte 12 ^h 50'; die andere 1 ^h 45', was wohl auf zweimaligen Stoss schliessen lässt.	Das rollende Geräusch schien von NO—SW zu verlaufen	[8]	Beobachter hat schon mehrfach Erdstöße und darunter recht starke erlebt, aber noch keinen von solcher Dauer.
—	—	W—O	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
83. Freiburg. (No. 280 Professor Hausser)	12 ^h 49' nach der Städt. Uhr kontrollirt, diese letztere ist immer gut regulirt; und gegen 2 Uhr	Zwei Stösse; der zweite ca. 50' später als der erste und schwächer, so dass Beobachter zuerst glaubte, ein Wagen fahre vorbei. Das Brausen dauerte Das wellenförmige Schwan- ken mit viel stärkerem Ge- räusch, das sich über die Dreisam fortzusetzen schien.	— 1' 3', vielleicht 4'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
<p>Es entstand plötzlich ein heftiges Brausen von 1', nicht anschwellend wie ein Südweststurm sich anzukündigen pflegt. Das Geräusch verlief längs einer von SSW—NNO gehenden Mauer, in der NNO-Ecke hörte man kein Geräusch mehr.</p> <p>Nach der wellenförmigen Bewegung mit stärkerem Geräusch hörte man noch 1' das Brausen.</p> <p>Der Direktor des botanischen Gartens hörte einen Knall, wie wenn Gas explodirt wäre und glaubte, ein Heizungsrohr sei geplatzt.</p> <p>Die Wachen auf den Zuchthausmauern hörten aber nichts.</p> <p>Der Erschütterung ging 1' Geräusch vorher und folgte 1' nach.</p>	<p>Standgläserfielennicht um und eine Pendeluhr an der SSW—NNO verlaufenden Wand blieb nicht stehen.</p> <p>Dagegen fielen in der Schwarzwaldstrasse Porträts herab; in einer Fabrik blieben die Uhren stehen.</p> <p>An der Decke des Schlafzimmers entstanden 1,5 m lange Risse in der Richtung SSW—NNO, auch Mörtel fiel ab.</p> <p>Ein Haus in der Zasiusstrasse zeigt einen Mauerriss.</p> <p>Auch andere Beobachter nahmen die Wellenbewegung von S—N wahr.</p> <p>Die Betten standen von O—W; in der Belfortstrasse wurde ein Wirth aus dem Bette geschleudert, und beim Berichterstatte war die Senkung so stark, dass er fast herausfiel und sich festhalten musste.</p> <p>Beim zweiten Stoss klirrten die Gläser, Thüre etc.</p>	SSW—NNO S—N	[3—4]	<p>Das Haus des Beobachters, der im zweiten Stock zu Bette lag, steht auf Diluvium.</p> <p>Durch die Länge u. Stärke des Stosses, bei welchem trotz der Stärke keine nennenswerthen Beschädigungen vorkamen, unterschied sich dieses Erdbeben von anderen, vom Beobachter wahrgenommenen.</p> <p>In der Westhälfte Freiburgs wurden die Stösse viel schwächer wahrgenommen als in der Osthälfte, besonders am Eingang des Dreisamthales.</p>

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatler).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
83. Freiburg. (No. 281 derselbe).	—	—	—
84. Friedenweiler. No. 238 Postagentur).	12 ^h 45' 1 ^h 15'	Vier Stösse. Erster bis zweiter im Zwischenraum von 2'. Dritter bis vier- ter 30'.	—
85. Friesenheim (Lahr). No. 187 Postag.).	12 ^h 45' und zwischen 1 ^h 30'—2 ^h	Zwei Stösse im Zwischen- raum einer Stunde.	2 ^o —3 ^o
86. Frischenau bei Elzach. (No. 93 Rimmelin, Ober- lehrer).	—	cf. Bericht über Elzach No. 93.	—
87. Fützen. (No. 239 Postamt).	12 ^h 45' bis 12 ^h 50'	Starke Erschütterung.	20 ^o —30 ^o
88. Furtwangen. (No. 31 Bad. Landeszeitung 24. Januar 1896 No. 20).	ca. 12 ^h 3/4 ^h	Kurzer, heftiger Ruck.	3'
(No. 85 Strassenmeister König).	12 ^h 50' 1 ^h 15' ca. 2 ^h	Starke, stossartige Er- schütterungen, Zweiter etwas schwächerer Stoss, Dritter Stoss.	8 ^o —10 ^h ca. 3 ^o —4 ^o —

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	Der Barograph des Herrn Optiker Fischer — ein sehr genau registrirendes Instrument, zeigte für die Zeit von 12 ^h bis 6 ^h a. m. ein kaum sichtbares Schwanken des Luftdruckes, so dass eine Aenderung desselben während des Erdbebens für Freiburg nicht angenommen werden kann.
—	—	N—S	unbestimmt	
—	Kasten und Bettstellen kamen in Bewegung. Durch das Rütteln der Betten wurden Leute geweckt.	S—W	[2]	
—	—	—	unbestimmt	
—	—	—	[2]	
Es folgte ein 3 ^u dauerndes, donnerartiges Rollen im Erdinnern in der Richtung W—O.	Festgefügte Häuser zitterten merklich.	W—O	[2]	
mit heftigem Getöse.	Thüren, Wände, Fenster zitterten; freistehende Gegenstände bewegten sich förmlich und ein dumpfer Ton gleich einer einfallenden Mauer und dumpfes Getöse wurde hörbar.	N—S	[3]	
mit dumpfem Rollen.		N—S		
—				

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
88. Furtwangen. (No. 168 Postamt).	12 ^h 50' 1 ^h 50'	Zwei Stöße im Zwischen- raum von einer Stunde.	5"—6"
89. Gaienhofen bei Konstanz (No. 101 Strassenmeister Schönmeier).	ca. 12 ^h 40' bis 50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
90. Gais (Waldshut). (No. 106 Polizeidiener).	—	Getöse gleich dem Ab- rutschen einer Schnee- lawine. Gleich nach dem ersten erfolgte ein zweiter weniger heftiger Stoss.	Dauer im Ganzen 20"
(No. 148 Breisgauer Zeitung No. 20, 24. Januar 1896).	—	wiederholte sich die Er- schütterung, —	—
91. Gaisbach bei Ober- kirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	—	Heftiger Stoss mit ca. 5" anhaltendem, schwachem Rollern und folgendem Stoss.	—
92. Gallenweiler . (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	zwischen 12 ^h 30' bis 12 ^h 45'	Erdbeben verspürt, wie in Grunnern No. 119.	—
93. Geisslingen (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Keine bestimmten Nach- richten.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	SW—NO	—	
—	—	—	—	
—	Das ganze Haus zitterte, Tisch, Bettstellen und dergl. schwankten.	—	—	
mit einem Getöse, das an entfernten Donner erinnerte.	—	—	[2]	
Orkanartiges Getöse	—	—	—	
—	Thüren und Bettstellen kamen in Bewegung.	—	[2]	
—	—	S—N	[2]	
—	—	—	[1]	Die Leute wollten sich erst nachträglich erinnern etwas gespürt zu haben.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
94. Gengenbach. (No. 16 Hofheinz, Vorstand der Präparand.-Schule).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	—
(No 111 Strassenbauinspek- tion)	—	—	—
(No. 188 Postamt).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Ein Stoss.	4'—5' (!)
95. Gersbach bei Zell- Wiesenthal. (No. 240 Postag.).	12 ^h 55' und 2 ^h	Zwei Stösse.	ca. 5' (!) ca. 3'
96. Görrwihl bei Walds- hut. (No. 106 Büche, Haupt- lehrer).	12 ^h 45' ca. 1 ^h 45'	Starke Erschütterung Zweiter Stoss, aber weniger heftig.	—
(No. 241 Postag.).	kurz vor 1 ^h	Zwei rasch sich folgende Stösse. Starke wellenförmige Erschütterung.	5'—6'
97. Göschweiler bei Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	—	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Zuerst rollendes, ras- selndes Geräusch von ca. 5° von NW—SO, darauf einmaliger, senkrechter Stoss.	Schwanken bewegli- cher Gegenstände nicht beobachtet.	NW—SO	[2]	
Starkes Rollen wurde vernommen.	Wanken der Betten und Möbel.	—	[2]	
Es ging ein donner- artiges Rollenvoraus.	—	O—W	—	
Schwachcs donnerähn- liches Geräusch, dann starker Stoss mit Gepolter.	Zittern der Möbel, Betten und Wände. Klirren der Fenster.	SW—NO	[2]	
und Geräusch, wie von rollendem, schwer- beladenem Wagen.	Fenster klirrten und ein Gepolter ent- stand als wären Holzhaufen umge- fallen.	W—O	—	
Donnerartiges Ge- räusch.	—	NW—SO	—	
—	Im Hause des Karl Reichle fiel eine Bildertafel von der Wand.	—	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
98. Grafenhausen (Bonndorf). (No. 242 Postagentur).	ca. 1 ^h und 1 ^h 30'.	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 90'. Erster Stoss war stärker als der zweite.	6"
99. Griesbach bei Ober- kirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Stösse; erster 12 ^{1/2} ^h , zweiter schwächer 1 ^h .	—
(Post III 737).	ca. 12 ^h 50'	Zwei Stösse wurden wahr- genommen.	ca. 4"
(No. 154 Kulturinspektion).	12 ^h 45'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
100. Griesheim (Offen- burg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
101. Griesheim (Staufen). (No. 119 Strassenmeister).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Erdbeben wie in Grunern No. 119 verspürt.	—
102. Griessen (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Keine bestimmten Nach- richten.	—
(No. 189 Postamt).	kurz vor 1 ^h	Wellenförmige Bewegung. Keine Stösse.	etwa 5"
103. Grimmelshofen (Waldshut). (No. 243 Postagentur).	12 ^h 45'	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 8".	8"—10"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	O—W	unbestimmt	
Unterirdisches Rollen mit heftigem Schlag um 12 ¹ / ₂ .	—	S—N	[2]	NB! Die Leute waren genöthigt sich zu halten!
—	—	O—W	[1]	
—	—	—	—	
—	—	—	[1]	Ohne nähere Nachrichten.
—	—	S—N	[2]	
—	—	—	[1]	Die Leute wollten sich erst nachträglich erinnern etwas gespürt zu haben.
Geräusch ähnlich dem Vorüberbrausen eines Eisenbahnzuges.	Zittern des Hauses. Die meisten Leute nahmen nichts wahr.	SO—NW	[1]	
Die Erschütterung war mit grossem Geräusch verbunden, wie wenn ein Bahnzug über einen Viaduct fährt.	—	NW—SO	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
104. Grünwald bei Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
105. Grunern (Staufen). (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Stösse wurden nicht ver- spürt.	—
106. Gündelwangen (Bonndorf). (No. 244 Postagentur)	12 ^h 47' 1 ^h 12'	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 15'	ca. 1'
107. Günthersthal . (No. 34 Breisgauer Zeitung 23. Januar 1896 No. 19). (No. 245 Postagentur).	— 12 ^h 45' 2 ^h	Heftiger Stoss. Heftige Erschütterung. Erneute Erschütterung.	— 2' (!)
108. Gütenbach bei Furtwangen. (No. 85 König, Strassen- meister).	12 ^h 50'	Starke, stossartige Erschüt- terung.	8"—10"
109. Güttingen bei Konstanz. (No. 102 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben wahrgenommen (cf. Mainau No. 102).	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[3]	
Donnerähnliches Rollen von 2"—3" von Süd-Nord, dass die Fenster klirrten. Darnach folgte ein sturmwindartiges Sausen in derselben Richtung.	Fenster und Thüren klirrten, Bilder schlotterten an den Wänden. Die Leute erwachten in den Betten durch die Erschütterung.	S—N	[3]	
Das erste Beben war von dumpfem donnerartigem Rollen begleitet; beim zweiten war weniger Rollen.	—	NO—SW	unbestimmt	
—	—	—	—	Stoss sehr heftig, dass Leute aus den Betten sprangen.
—	—	mehr östlich (?)—O	[2]	
Mit heftigem Getöse.	—	SW—NO	[3]	Wirkung cf. Furtwangen No. 85.
—	—	—	[1]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
110. Gutach (Hornberg). (No. 109 Kulturinspektion).	12 ^h 50'	Ziemlich starkes Erdbeben; heftige Erschütterungen erfolgten.	Ganze Dauer = 30"
111. Gutenstein (Mess- kirch). (No. 112 Langlotz, Strassen- meister).	vor 12 ^h kurz nach 12 ^h gegen 1 ^h 30'	Ein dumpfer, hohler Schlag. Zwei weitere Schläge. will eine Frau ein kurzes, donnerartiges Getöse im Norden bemerkt haben.	—
112. Haigerloch (Hohen- zollern). (No. 190 Postamt).	gegen 12 ^h 45'	Ein Stoss.	1" - 2"
113. Hallau (Waldshut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
114. Haslach bei Ober- kirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Hefiger Stoss	—
(No. 191 Postamt).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	4"
116. Hausach (Kinzig- thal). (No 112 Strassenbauinspek- tion).	—	—	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Es entstand ein Sausen das schliesslich in ein donnerähnliches Rollen überging.	Bauernhäuser krachten und einzelne Fensterscheiben zerbrachen.	SW—NO	[3]	
—	—	—	[1]	Die Meldungen sind unsicher in Bezug auf Stunde und Tag!
—	—	—	[1]	Auf dem Postamt selbst wurde nichts wahrgenommen.
—	—	—	—	Nichts näheres erfahren
mit 5" anhaltendem schwachen Rollen u. folgendem Schlag.	Thüren und Bettstellen kamen in Bewegung.	—	[2]	
—	—	NW—O	—	
Starkes Rollen wie das Geräusch eines schweren Wagens auf gefrorener Strasse.	Fensterscheiben, Gläser klirrten, Wände und Möbel zitterten; einem Uhrmacher fielen an der Wand aufgehängte Uhren herunter.	—	[3]	Unterhalb Hausach sollen die Wirkungen im Kinzigtal wesentlich stärker gewesen sein, als oberhalb und im Wolfthale.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
115 Hausach (Kinzigthal). (No. 192 Postamt).	12 ^h 45' 12 ^h 55'	Ein Stoss von Etwa 10' später zweiter kaum merklicher Stoss.	5 ^h Dauer.
116. Hausen-Raitbach (Wiesenthal). (No. 246 Postag.).	12 ^h 45'	Zwei Stösse, die unmittel- bar aufeinander folgten.	3—4 ^h
117. Hechingen. (No. 160 Postamt).	12 ^h 47'	Ein Stoss.	ca. 1 ^h
118. Heitersheim. (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Erdbeben verspürt, wie in Grunern No. 119.	—
(No. 193 Postamt).	12 ^h 47'	Ein Stoss.	1 ^h —2 ^h
119. Hemmenhofen (Untersee). (No. 101 Schönmeier, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 40—50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
120. Herrischried (Waldshut). (No. 106 Postag.).	12 ^h 40'	Starke Erschütterung.	15 ^h
(No. 247 Postag.).	12 ^h 30' 2 ^h	Anhaltende Erschütterung. Weitere Erschütterung.	15 ^h —20 ^h
121. Herzthal bei Ober- kirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Bericht genau wie für Hesselbach (cf. No. 87).	—
122. Hesselbach bei Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	—	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	S—N oder O—W	—	Zwei verschiedene Angaben der Richtung
—	—	O—W	unbestimmt	
Begleitet von unterirdischem Rollen.	—	vermuthlich N—S	[1]	In den benachbarten Orten ist nichts beobachtet worden
—	—	S—N	[2]	
—	—	SW—NO	—	
—	—	—	—	
—	Starkes Klirren der Fenster.	W—O	[2]	Das Vieh sprang vom Boden auf.
Ein gewöhnliches Raseln, zuletzt ein starkerStoss gleich einem Donnerschlag.	Erschütterung und Bewegung von Glathüren.	—	[2]	Beunruhigung von Feder- und Rindvieh.
—	—	—	unbestimmt	
Gut hörbares, unterirdisches Rollen mit darauffolgendem sehr heftigem Schlag.	Gegenstände in den Häusern kamen in Bewegung bis fast zum Umfallen.	—	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
123. Heudorf (Mess- kirch). (No. 108 Wilhelm, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Messkirch No. 106).	—
124. Hinterstrass (St. Märgen). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde mehr- fach bemerkt.	—
125. Hinterzarten bei Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
(No. 116 Berger, Strassen- meister).	kurz vor 1 ^h 1 ^h 10' und ca. 2 ^h	Ein Erdstoss. Zweiter und dritter Stoss.	—
(No. 248 Postagentur).	1 ^h	Drei Stösse im Zwischen- raum von 2 ^h —3 ^h	ca. 15 ^h
126. Hirschsprung . (No. 66 Berger, Strassen- meister).	1 ^h 45'	Ein Stoss.	5 ^h
(No. 66 Berger, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 50' gleich nach 2 ^h	Erster Erdstoss. Zweiter Erdstoss.	—
(No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	—	—
127. Höchenschwand . (No. 249 Postagentur).	12 ^h 45'	Drei Stösse in Zwischen- räumen von 3 ^h —4 ^h .	10 ^h
128. Höllsteig (Höll- thal).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
(No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
—	—	—	unbestimmt	Ohne nähere Angaben.
—	—	—	[3]	
Erzittern des Hauses.	Klirren der Fenster. Schnee hatte sich vom Dache gelöst.	—	[2]	Der Ort gehört zu den stärker betroffenen.
—	—	anscheinend W—O	—	
—	—	—	—	
Mit Getöse wie von einem die Berghalde herunterfallenden Blocke.	Beim ersten Stoss ging ein Ofenrohr aus dem Kamin, Krachen der Bahnschienen.	SO—NW	[3]	
—	—	—	—	Der Ort soll zu den stärker betroffenen gehören.
—	Gebäude zitterten und Fenster klirrten.	NO—SW	[2]	
—	—	—	—	Der Ort soll zu den stärker betroffenen des Bezirks gehören.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße	d. Dauer.
129. Holzhausen (Em- mendingen). (No. 143 Freiburger Zeitung 25. Januar 1896 No. 20).	— 2 ^h	Die erste Erschütterung dauerte etwa 15 ^{''} und wiederholte sich aber etwas schwächer und kürzer um 2 ^h .	15 ^{''}
130. Horheim (Stühlingen). (No. 212 Postamt Stühlingen).	—	Die Erschütterungen wur- den wahrgenommen (cf. Stühlingen No. 212)	—
(No. 250 Postagentur)	ca. 12 ^h 50'	Rollen und Erschütterung.	ca. 5 ^{''}
131. Horn bei Singen. (No. 101 Schönmeier, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 40' bis 50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
132. Hornberg . (No. 140 Freiburger Zeitung 25. Januar 1896 No. 20).	—	Kleiner Stoss wurde beob- achtet.	20 ^{''}

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Beim Erdbeben be- wegten sich Bilder an den Wänden und Zimmergeräte. Im Schullokale rumpel- ten die Schulbänke, wie wenn jemand mit einem harten Gegenstand auf den Boden geschlagen hätte. Das Klavier tönte fort wie wenn es gespielt würde. Die Bettstellen wur- den geschüttelt, so dass die Bewohner wach wurden.	—	[3]	Die Zeit des Ein- trittes der ersten Erschütterung ist nicht angegeben.
— Ein donnerähnliches Rollen von 2", dann heftige Erschütte- rungen, und wieder Rollen von 2".	—	— muthmasslich NO—SW	[2]	
—	—	—	[2]	
Man hörte ein tiefes unterirdisches Rol- len, das ungefähr 20" dauerte.	Viele Leute erwach- ten aus dem Schläfe.	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
132. Hornberg. (No. 194 Postamt).	zwischen 12 ^h 45' und 1 ^h	Ein Stoss.	5'—6"
133. Hornstaad bei Singen. (No. 101 Schönmeier, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 40' bis 50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
134. Hottingen bei Waldshut. (No. 106 J. Albiez).	12 ^h 45'	—	—
135. Hüfingen . (No. 17 Fritschi, Strassen- meister).	12 ^h 40'	Eine starke, einmalige, nur kurze Erschütterung.	—
(No. 195 Postamt).	12 ^h 48'	Eine sehr starke, wellen- förmige Bewegung.	3'
136. Hütten bei Säckingen. (No. 106 Völkle, Gemeinde- rechner).	nach 12 ^h 45'	Eine Erschütterung	—
137. Ibach bei Oppenau. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Erdstösse; erster ca. 12 ^h 1/2, zweiter schwächer ca. 1 ^h .	—
138. Ibenthal (Kirch- zarten). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde mehr- fach wahrgenommen.	—
139. Ilienau . (No. 84 Wagner, Privatier, und Peter, Geistlicher Rath).	12 ^h 47' oder 12 ^h 48'	—	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Der heftige Stoss war von einem starken Geräusch, wie das eines fahrenden Wagens begleitet.	—	W—O	—	
—	—	—	—	
—	Der Beobachter wurde aus dem Schlafe geweckt.	—	[1]	Erglaubte sein Vieh im Stalle sei los, was auch zutraf und bewies, dass das Vieh heftig erschrocken war.
—	Fenster, Thüren klirrten, Gläser in Schränken stiessen aneinander.	unbestimmt	[3]	
—	—	O—W	—	
mit Rollen.	Die Fenster klirrten.	—	[2]	
Ganz gut hörbares unterirdisches Rollen mit einem sehr heftigen Schlag.	—	S—N	[3]	Leute mussten sich anhalten.
—	—	—	unbestimmt	Ohne nähere Nachrichten.
Geräusch als ob ein Korb Holz ausgeleert würde.	—	OSO—WNW	[2]	Die Richtung wurde am Bette gefühlt.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
140. Immeneich (Alb- thal). (No. 251 Postagentur).	12 ^h 45'	Drei Stöße im Zwischen- raum von ungefähr 1 ^h .	14"
141. Jestetten (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	2 ^h	Ein Stoss.	2"
(No. 196 Postamt).	Kurz vor 1 ^h	zwei bis drei Stöße, die sich unmittelbar folgten.	5" – 8"
142. Josthal (Neustadt). (No. 138 Freiburger Zeitung, 24. Januar 1896 No. 19).	—	Zwei schwere Erderschüt- terungen weckten die Menschen.	—
143. Junholz bei Säckingen. (No. 106 Frau Huber).	—	Erdbeben beobachtet (cf. Hütten No. 106).	—
144. Kadelburg (Walds- hut). (No. 106 Berner, Grenzauf- seher).	12 ^h 40'	Donnerähnliches Rollen, das 10" andauerte und von ein- nem Stoss begleitet war.	10"
145. Kandern . (No. 14 Sick, Strassenmeister).	12 ^h 50'	Zwei schwankende, starke Stöße.	—
(No. 197 Postamt).	12 ^h 40'	Drei wellenförmige Erd- stöße in Zwischenräu- men von 2"–3".	Im Ganzen etwa 7"

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	NO—SW	unbe- stimmt	
—	—	—	unbe- stimmt	
—	—	S—O (1)	—	
Auf die beiden schwe- ren Erdbeben hörte man noch fünfmaliges, dumpfes Rollen, wie Donner aus der Ferne.	—	—	[2]	Ebenso wurde auch das Erdbeben in den benachbarten Thälern: Einsie- del-, Bruck-, Eck-, Sindelbach - Thal wahrgenommen.
—	—	—	[2]	
Donnerähnliches Rol- len.	—	S—N	[2]	
Rollendes, starkes Ge- töse folgte den Stößen.	Gläser klrirten und fielentheilweise um.	unbestimmt	[3-4]	Frost, nebelig, keine Niederschläge.
Die Stöße waren von sausendem Getöse begleitet.	Die Häuser zitterten und die Möbel schwankten.	SW—NO	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
146. Kappel bei Lenz- kirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	—	Allgemeiner Berichtcf. Lenz- kirch No. 88.	—
(No. 123 Hochwächter 30. Januar 1896 No. 10).	12 ^h 50' ca. 2 ^h um 2 ^h 30'	Ein heftiger Erdstoss Ein schwächerer und kür- zerer Stoss. Noch schwächerer Stoss.	von 10 ^o Dauer,
(No 252 Postag.).	12 ^h 50' 2 ^h 2 ^h 35'	Drei Stöße.	10 ^o 2 ^o 2 ^o
147. Kappelrodeck bei Achern. (No. 46 Koninger, Uhrma- cher).	—	Nur ein starker Stoss,	—
(No. 83 Ebert, Kaufmann).	etwas nach 12 ^h 45'	Stoss	—
(No. 83 Schneider, Brief- träger).	ca. 12 ^h 45'	—	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Bei Constantin Steyerer wurde die Stubenthüre geöffnet, von einer Mauer wurden Steine gelöst und fielen herunter auf den Weg.	—	[4]	
begleitet von donnerartigem Getöse	weckte die Leute aus dem Schlafe.	—	[3]	
—	Die Nachtglocke schlug an.	SO—NW	[3]	
begleitet von dumpfen Rollen, wie wenn etwas Schweres hingefallen wäre.	—	—	[2]	
mit Geräusch, wie wenn im südlich anstossenden Zimmer die Decke heruntergefallen wäre.	—	S—N	[2]	Beobachter fiel vom Sofa an der südlichen Wand des Hauses.
Geräusch, wie wenn im Stockwerk darüber ein schwerer Gegenstand gefallen wäre.	—	—	[2]	AusBernhardshöfen (Kappelrodeck) ein Wirthshaus, wie vom Sturm aus SO erschüttert.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse	d. Dauer.
147. Kappelrodeck. b. Achern. (Postamt III 762).	ca. 12 ^h 50'	Eine heftige Erderschütterung wurde wahrgenommen.	2 ^h —3 ^h
148. Kappelwindeck (Bühl).	12 ^h 50'	Zwei rasch aufeinander folgende Stösse von SW.	—
(No. 75 Blasius Lang, Landwirth).	12 ^h 55'	Ein starker, rasch darauf ein schwächerer Stoss von SW.	—
149. Kehl. (No. 111 Strassenbauinspektion).	—	Das Erdbeben wurde wahrgenommen	—
150. Kippenheim (Lahr). (No. 198 Postamt)	zwischen 12 ^h 40' bis 12 ^h 50'	Zahl der Stösse unbekannt; keine Zwischenräume vorhanden.	8 ^h —10 ^h
151. Kirchhofen (Staufen).	12 ^h 50'	Erdbeben wahrgenommen wie in Staufen (cf. 119).	—
(No. 119 Klehmann, Strassenmeister).	12 ^h 50'	Eine ziemlich starke Erschütterung.	5 ^h dauerte die ganze Erschütterung.
152. Kirchzarten. (No. 39 Eisenlohr, Apotheker).	12 ^h 55' 1 ^h 10'	Bewegung mit Geräusch und	einige Sekunden.

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Personen wurden durch ein unheimliches Rauschen aus dem Schlafe geweckt	Die Häuser wurden durch einen schweren Schlag, der sich ungefähr wie ein plötzliches Niederfallen eines schweren Gegenstandes äusserte, erzittern gemacht.	wahrscheinlich O—W	[2]	
—	—	SW—NO	[2]	
—	Fenster und Betten zitterten	SW—NO	[2]	
—	—	—	[1]	Ohne nähere Berichte.
Wellenförmiges, don-artiges Getöse.	Die Möbel in den Zimmern bewegten sich.	S—N	[2]	In den Häusern am östlichen Bergabhang war die Erschütterung heftiger als in der Ebene.
—	—	—	[2]	
Dumpfes Getöse ging voraus.	Gegenstände im Zimmer schwankten.	O—W	[2]	
Wellenförmige Bewegung, verbunden mit unterirdisch. Rollen. 1,4 Stunde später wiederholte sich das Geräusch, aber bedeutend schwächer und ohne Erschütterung.	—	wahrscheinlich SO—NW	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
152 Kirchzarten. (No 199 Postamt).	12 ^h 45'	Ein sehr starker Stoss, der sich wellenartig fortzu- setzen schien.	2 ^o —3 ^o
153. Kleinlaufenburg bei Säckingen. (No 106 Schätzle, Bahnwart).	Kurz vor 1 ^h	Eine leichte Erschütterung	—
(No. 200 Postamt).	12 ^h 50'	Zwei Stösse hintereinander. Andere meinen es war eine wellenförmige Be- wegung von	30 ^o ca. 10 ^o
154. Kniebis. (No. 154 Gemeinderath).	12 ^h 45'	Das Erdbeben wurde sehr deutlich wahrgenommen.	—
155. Königsfeld (St. Georgen).	12 ^h 45'	Starker Erdstoss.	7 ^o
(No. 57 Zeitung)	1 ^h 15'	Drei Stösse in Zwischen- räumen von 8 ^o —10 ^o .	15 ^o
156. Konstanz. (No. 24 Kulturinspektion).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	—
(No. 98 Kies, meteorologischer Beobachter).	punkt 12 ^h 45'	Erdbeben.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	O—W	[2]	
und donnerähnliches Rollen.	—	—	[1]	
Den Stößen ging ein orkanartiges Getöse voraus.	—	SO—NW	[1]	
Man hörte unterirdisches Tosen und Rollen bei ganz ruhiger Luft.	Zimmerthüren zitterten heftig Viele Leute glaubten, es sei ein schwerer Gegenstand zur Erde gefallen.	SW—NO	[2]	
—	—	NW—SO	[2]	
Mit Geräusch, wie das Rollen eines Wagens.	—	NO—SW	[2]	
Mit dem Stoss ein dumpfes Geräusch.	—	schien SW—NO	[1]	
—	Wellenartige Bewegung der Möbel und Schwanken der Hängelampen in Amplituden von 80 cm.	O—W	[1]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
157. Krozingen (Staufen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Erdbeben mit ziemlich hef- tigem Stosse, der von einem dumpfem Schläge begleitet war mit nach- folgender erschütternder Bewegung und rollendem Geräusche, wie von einem langsam fahrenden Eisen- bahnzuge.	—
(No. 202 Postamt).	12 ^h 50'	Zwei Stösse unmittelbar auf- einander.	Einige Sekunden.
158. Lahr. (No. 27. Badische Landes- zeitung No. 20, 24. Januar 1895).	1 ^h	Ein gewaltiger Erdstoss wurde verspürt.	—
159. Langenbach (Furt- wangen). (No. 85 Strassenmeister König).	12 ^h 50'	Starke, stossartige Erschüt- terung.	8 ^z —10 ^z
	1 ^h 15' ca. 2 ^h	Zweiter, schwächerer Stoss. Ein dritter Stoss.	3 ^z —4 ^z
160. Lauf bei Achern. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker)	gegen 1 ^h	Ein Stoss	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Das Erdbeben wurde in lebhafter Weise und mit starkem Geräusche wahrgenommen.	—	—	[2]	
Die Stösse waren sehr heftig; nachher eine Bewegung, als würde ein Bahnzug bei gefrorenem Boden am Posthaus vorbeifahren.	—	S - N	[2]	
—	—	—	unbestimmt	
Mit heftigem Getöse.	Thüren, Wände, Fenster zitterten, freistehende Gegenstände bewegten sich.	N—S	[2]	Siehe No. 85 Furtwangen.
Mit dumpfem Rollen —		N—S —		
Getöse in der Erde; auch als Donnern angegeben, das dreimal sich wiederholte	Gläser auf d. Schranke klingelten, eine Thür öffnete sich. Haus und Bettstelle zitterten, Fenster klirrten.	SW—NO	[2]	Nach den Angaben verschiedener Bewohner zusammengestellt.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
161. Laufen bei Müll- heim. (No. 91 Strassenmeister Stolz).	—	—	—
162. Lautenbach bei Oberkirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	—	Heftiger Stoss	—
163. Leipferdingen bei Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beob- achtet (cf. Thengen No. 100).	—
164. Lenzkirch. (No. 11 Strassenmeister Huber).	12 ^h 48' (mitteleurop. Zeit).	Einige Minuten später kur- zes weiteres Rollen.	1,5"
	2 ^h 3' 2 ^h 30' 2 ^h 33' 2 ^h 59' 6 ^h 48' 6 ^h 53'	— } Weiteres Rollen.	—
(No. 88 Strassenmeister Huber).	12 ^h 45' bis . 12 ^h 50' und 2 ^h — 2 ^h 5 die Zeit oben ist als richtig anzunehmen!	Heftiges Erschüttern	1 ¹ / ₂ " — 2 ¹ / ₂ "
	2 ^h 3' 2 ^h 30' 2 ^h 33' 2 ^h 59' 6 ^h 48" 6 ^h 53'	Weiteres donnerartiges) Rollen mit starkem Stoss.) donnerndes Geräusch ohne Bewegung. Geräusch wie dumpfes Rol- len eines fernen Gewitters.	1 ¹ / ₂ " — —

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Rollendes Getöse von mehreren Sekunden. Von keiner grossen Bedeutung.	Zimmergeräthe kamen in's Schwanken.	—	[2]	
mit ca. 5" anhaltendem, schwachem Rollen und darauffolgendem Schlag.	Thüren und Bettstellen kamen in Bewegung.	—	[2]	
—	—	—	—	
Starkes, donnerartiges Rollen mit heftiger Erschütterung.	—	—	[3]	
Starker Stoss mit Rollen.	—	scheint. SW—O (sic.)	[2]	
mit starkem, donnerartigem Rollen, beim Nähern desselben helleres Getöse. Kurze Zeit nach der Erschütterung schwaches Rollen ohne Bewegung, dazwischen aber Pause.	Durch das Getöse wurden die Leute geweckt, Fenster klirrten, Balken krachten, das Vieh brüllte; Gegenstände kamen in's Schankeln.	Richtung ganz verschieden angegeben; am meisten W—O aber auch O—W NO—SW	[4]	cf. Besondere Berichte über Titisee, Saig, Göschweiler, Kappel unter No. 88. (NB Sehr guter Bericht, besonders gute Zeitangaben!)

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
164. Lenzkirch. (No. 128 Freiburger Zeitung 24 Januar 1896 No. 19).	—	Etwa eine Stunde nach dem ersten folgte, aber in schwächerem Grade, ein zweites und drittes Beben.	—
(No. 203 Postamt).	12 ^h 48' 12 ^h 56' 2 ^h 2'	Jedesmal anhaltendes star- kes Zittern.	5" 2" 1"
165. Lienheim (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
166. Lierbach bei Ober- kirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	ca 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Erdstösse; einer ca. 12 ^h 2, zweiter ca. 1 ^h , schwächer.	—
167. Liggeringen bei Konstanz. (No. 102 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben schwach wahrge- nommen (cf. Mainau No. 102).	—
168. Linach (Furt- wangen). (No. 85 Strassenmeister König).	12 ^h 50'	Starke, stossartige Erschüt- terungen.	8"—10"
169. Lipburg bei Müll- heim. (No. 91 Sütterlin, Schreiner).	zwischen 12 ^h 30'—1 ^h	Wellenförmige Bewegung v.	einigen Sekunden.
(No. 139 Freiburger Zeitung 25. Januar 1896 No. 20).	—	Ueber das Erdbeben cf Bericht Müllheim No. 139	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Heftiges, donnerartiges Getöse vor dem starken Erdbeben.	—	—	—	
Begleitet von donnerartigem Rollen.	—	SO—NW	—	
—	—	—	[1]	
Gut hörbares, unterirdisches Rollen mit einem sehr heftigen Schlag um 12 ¹ / ₂ .	—	S—N	[2]	Leute mussten sich halten!
—	—	—	[1]	
Mit heftigem Getöse.	—	SW—NO	[3]	
Mit Getöse, wie wenn ein Wagen über die Strasse fährt. Das Getöse steigerte sich und artete schließlich stossweise aus.	Zimmergeräthe kamen in's Schwanken.	nach S und SO	[2]	
—	—	S—N	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
<p>170. Littenweiler (Frei- burg). (No. 124 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).</p>	<p>1^h um 2^h und 2^h 30'</p>	<p>Starkes Erdbeben von sind weitere Stöße verspürt worden.</p>	<p>5' Dauer.</p>
<p>(No. 281 Hauptlehrer Hilser).</p>	<p>zwischen 12^h 40'—50' (Die Zeit ist nicht genauer festzustellen.)</p> <p>ca. 2^h ca. 2^h 30'</p>	<p>Erster Stoss schien wie ein langsames Schwanken, wellenförmig mit unter- brochenem Zittern. Dem Beobachter kam es vor, als sässe er in einer lang- sam fahrenden Chaise. Alle drei Stöße waren gleichartig. Zweiter, schwacher Stoss. Dritter, ganz geringer Stoss.</p>	<p>Nach dem ersten donner- artigen Krach, welcher den Beobachter weckte, dauerte das Schwanken mit Zittern und dumpfem Rol- len wohl noch 15'—20'.</p>

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
<p>Dem einem Böllerschuss ähnlichen Krachen folgte eine starke Erschütterung und Bewegung des Bodens.</p>	<p>Im Badhotel fielen zwei Schränke um. Die aus ihrer Lage gebrachten Gegenstände, z. B. Ringe am Herd, Schachteln auf den Kästen, angelehnte Dinge an den Wänden hatten eine Bewegung nach NW gemacht.</p>	<p>SO—NW</p>	<p>[2-3]</p>	<p>Manche Leute geriethen durch die Erschütterung d. Häuser in grosse Angst.</p>
<p>Der der Erschütterung vorausgehende Krach dauerte nur einen Moment, worauf Bewegung und Erschütterung wohl 15" anhielt.</p> <p>Im östlichen Theile des Dorfes wollen die Leute ein Tosen bei den Erschütterungen, wie bei einem heftigen Gewitter gehört haben.</p>	<p>Am Morgen waren zwei mittlere Ringe am Herde, welche nicht fest schliessen und leicht zu verschieben waren, nach NW gerutscht. Schachteln auf einem an der Süd wand stehenden Schrank waren nach NW und W vorge rückt. Verschiedene im Schullokal angelehnte Dinge, wie aufgerollte Landkarten, grosse Lineale etc. hatten sich am oberen angelehnten Theil gegen Freiburg bewegt und standen schief nach W. Der Streber des Tafelgestells war gegen NW gerutscht, so dass die Tafel viel aufrech-</p>	<p>Schien von W—O oder NW—SO zu gehen.</p> <p>Aus der Bewegung der genannten Gegenstände nach W u. NW und aus der Bewegung der Bettstelle nach N. u. NO, die sich nicht fortbewegen konnte, schliesst der Beobachter auf eine Stossrichtung von W (NW)—O (SO).</p>	<p>[3]</p>	<p>Beobachter war im zweiten Stock des Schulhauses, das auf Kiesboden steht, im Bett und wurde aufgeweckt.</p> <p>Das Erdbeben machte denselben Eindruck, wie das von 1895, nur war es kürzer.</p> <p>Am Morgen war schönes, helles Wetter; am 21. aber neblig und unfreundlich.</p>

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
171. Löcherberg bei Oberkirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	—	Bericht genau wie für Lier- bach (siehe oben!).	—
172. Löffingen (Neu- stadt). (No. 122 Strassenmeister Seiter).	12 ^h 50' ca. 2 ^h gegen 2 ^h 45'	} Stösse wie in Neustadt (cf. 122).	—
(No. 204 Postamt).	12 ^h 45' 2 ^h 10'	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 1 ^h 25'	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
	<p>ter stand. Ein Kasten im Nebenzimmer war von der S-Wand gegen N vorgerückt, dass daraufliegende Dinge hinter ihm herunterfielen.</p> <p>Im Badhotel war ein an der Ost-Wand stehender Schrank so weit von ihr ab gegen W gerückt, dass er rückwärts fiel und mit seinem oberen Ende gegen die O-Wand lehnte. Ein anderer im zweiten Stock ebenfalls an der O-Wand hatte sich mit seinem südlichen Theile nach W bewegt.</p>			
—	—	—	[2]	
—	—	S—N	[3]	
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
173. Mainau. (No. 102 Hofgärtner).	12 ^h 46'	Erschüttern im Zimmer.	—
174. Maisach bei Ober- kirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	ca. 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Erdstöße wurden wahrgenommen, erster ca. 12 ^h 30', zweiter, schwächer 1 ^h .	—
175. Maisenbühl bei Oberkirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	—	Rollen mit darauf folgen- dem sehr heftigen Schlag.	—
176. Mambach (Wiesen- thal). (No. 254 Postag.).	12 ^h 50'	Drei Stöße im Zeitraum von 3 ^h —5 ^h .	3 ^h —5 ^h
177. Marlen (Offenburg) (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
178. Mengen (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Nur von wenigen Personen wurden schwache Er- schütterungen bemerkt.	—
179. Menzenschwand. (No. 255 Postag.).	12 ^h 43' um 2 ^h 40' und 2 ^h 55' um 6 ^h 30'	Ein starker, nachher 3leich- tere Stöße im Zwischen- raum von 1 ^h . wurden zwei weitere Stöße wahrgenommen. soll noch ein Stoss bemerkt worden sein.	15 ^h

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Nur ganz vereinzelte Leute merkten eine Erschütterung der Häuser mit Windstoss.	Namentlich Erschüttern des Lichtes; von aussen tosender Windstoss.	—	[1]	Aehnliches soll in Güttingen und Liggeringen beobachtet worden sein.
Gut hörbares unterirdisches Rollen mit einem sehr heftigen Schlag.	—	S—N	[2]	Leute waren genöthigt sich zu halten.
Gut hörbares unterirdisches Rollen.	Gegenstände in den Häusern bewegten sich bis fast zum Umfallen.	—	[3]	
—	—	NO—SW	unbestimmt	
—	—	—	[1]	Ohne nähere Berichte.
—	—	—	[1]	
—	—	NW—SO	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
180. Messkirch. (No. 118 Strassenmeister Wilhelm).	12 ^h 46'	Ein heftiger Stoss aus NO.	—
181. Möhringen bei Engen. (No. 99 Strassenmeister Schönle).	ca. 12 ^h 45'	Getöse und gleichzeitig Ge- räusch in der Werkstatt.	—
182. Mönchweiler (Vil- lingen). (No. 58 Zeitung).	2 ^h	Ziemlich heftiges Erdbeben; zwei Stöße.	—
183. Mühlingen bei Stockach. (No. 104 Rathschreiber).	kurz vor 1 ^h	Andauerndes starkes Rüt- teln von 3"—4".	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Begleitet von heftigem Geräusch wie ein schnellfahrender Eisenbahnzug.	Krachen der Thüren und Möbel; Drehen der Gegenstände auf den Tischen	NO—SW	[2]	Dieselben Erscheinungen wurden in Rohrdorf, Heudorf, Sauldorf u. Rast wahrgenommen. In den übrigen Orten des Strassenmeisterbezirkes wurde nichts wahrgenommen.
Getöse wie von heftigem Sturm. Geräusch in der Werkstatt, wie wenn die Maschinen im Gang wären. Nach ca. 1—2 Minuten hat ein Bewohner noch ein wiederholtes, ähnliches aber schwächeres Geräusch wahrgenommen.	Fenster zitterten und Betten schwankten, Häuser zitterten.	S—N O—W beides wurde beobachtet!	[2]	Leute glaubten, das Vieh im Stalle sei nicht angebunden.
—	—	—	unbestimmt	Das erste Beben scheint nicht bemerkt worden zu sein.
—	Bettstellen schwankten, Fenster klirrten und einige Ziegel fielen vom Dach.	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
184. Müllheim. (No. 91 Strassenmeister Stelz).	zwischen 12 ^h 30'—1 ^h gegen $\frac{3}{4}$ 1 Uhr	Donnerartiges Getöse von	8"—10"
(No. 189 Freiburger Zeitung, 25. Januar 1896 No. 20).	—	In verschiedenen Orten des Bezirktes Müllheim wurde das Erdbeben wahrgenommen.	6"—8"
(No. 169 Postamt).	12 ^h 40'	Mehr eine anhaltende Er- schütterung als einzelne Stösse.	15"
185. Münsterhalde (Münsterthal). (No. 119 Strassenmeister Klehmänn).	ca. 12 ^h 45' kurz vor 4 ^h	Das Erdbeben wurde be- merkt wie in Untermün- sterthal No. 119. soll ein zweiter Stoss ver- spürt worden sein.	—
186. Muggenbrunn. (No. 185 Freiburger Zeitung 21. Januar 1896 No. 19).	12 ^h 30' 2 ^h	Ziemlich heftiges Erdbeben. Zweiter, schwächerer Stoss.	—
187. Murg bei Säckingen. (No. 106 Fabrikdirektor Rossert).	nach 12 ^h 45'	—	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	S—O(!) SW—NO	[2]	
Es war mit einem wie aus der Ferne hörbaren, donnerartigen, starken Geräusch verbunden und bestand nicht aus einem oder mehreren Erdstößen, sondern aus vielen unmittelbar hinter einander folgenden Schwingungen.	Die Schwingungen machten die Gebäude und die in den Wohnräumen aufgestellten Möbel heftig erzittern und hielten 6—8' an.	S—N	[2]	In der Folge des Erdbebens stieg die Temperatur beträchtlich und der bis dahin bestandene Frost wich warmem Sonnenschein Der NO-Wind schlug in S-Wind um.
—	Knistern der Wände und Kalkverputz fiel herab.	S—N	[2]	
—	—	S—N	—	
—	—	—	unbestimmt	
Ein ziemlich starkes Rollen.	Rütteln der Gegenstände im Zimmer.	—	[1]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
188 Nenzingen bei Stockach. (No. 104 Strassenmeister Schmitz).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; keine näheren Nachrichten.	—
189. Neuershausen (Freiburg). (No. 114 Strassenmeister Grossholz).	—	Erschütterung (cf. Freiburg No. 114).	—
190 Neuglashütte bei Lenzkirch. (No. 88 Strassenmeister Huber).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenz- kirch No. 88.	—
191. Neuhof (Münster- thal). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	12 ^h 45' Kurz vor 4 ^b	Erdbeben wahrgenommen wie in Untermünsterthal No. 119. soll ein zweiter schwächer Stoss verspürt worden sein.	—
192. Neukirch (Furt- wangen). (No. 85 Verschiedene Leute).	12 ^h 50'	Erdbeben von	8 ^o —10 ^o

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[1]	
—	Ein Kinderwagen wurde von einem Ende des Zimmers zum anderen geschoben, ohne dass d. nebenan schlafende Frau es merkte. Ein Lichtstock fiel vom Tische auf den Boden. Beides — Kinderwagen und Lichtstock — bewegten sich von N—S.	N—S	[2]	
—	—	—	3]	
—	—	S—N	—	
Mit heftigem Getöse und starken stossartigen Erschütterungen.	—	SW—NO	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
192. Neukirch (Furtwangen). (No. 126 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	Kurz vor 1 ^h Nach 1 Stunde	Ein ziemlich heftiger und ziemlich lang andauern- der Stoss. folgte einweilen schwäche- rer Stoss.	—
(No. 256 Postag.).	12 ^h 50'	Eine wellenförmige Er- schütterung von 10 ^o .	10 ^o
193. Neusatz bei Achern. (No. 84 Strassenmeister Raab).	gegen 1 ^h	—	2' - 3' (!) lang
194. Neusatzock bei Achern. (No. 94 Strassenmeister Raab).	gegen 1 ^h um 1 ^h 15'	—	1' (!)
195. Neustadt. (No. 4 Strassenmeister Leiter)	12 ^h 50' 1 ^h 50' ca. 2 ^h 30'	—	Jeweils nur wenige Sekunden.
(No. 66 Strassenmeister Berger).	12 ^h 45' ca. 1 ^h 15' ca. 1 ^h 45'—2 ^h 2 ^h 30'—2 ^h 45'	Starker Erdstoss. Ein schwächerer und kurz andauernder Stoss. Ein dritter wieder stärkerer Stoss. Vierter Stoss.	ca. 60 ^o
(No. 72 Bezirksforstei).	12 ^h 46' (Bahnzeit). ca. 2 ^h ca. 3 ^h 7 ^h	Zwei rasch sich folgende Stösse. Schwächerer Stoss; wieder zwei stärkere, wieder einen schwächeren Stoss wollen Leute ver- spürt haben	Geräusch und Zittern ca. 4 ^o ; jeder Stoss nur 1 ^o .
(No. 116 Strassenmeister Berger).	12 ^h 45' 1 ^h 15' 1 ^h 45'—50' 2 ^h 40'	werden als Zeitpunkte für den Eintritt von Stössen angegeben.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Die Leute wurden aus dem Schlafe geweckt.	—	[2]	
—	—	—	—	
—	Das Haus schwankte.	—	[2]	
Donnerartiges Rollen	Klingeln der Fensterscheiben von O her 1" lang.	O—W	[2]	
Kurze Erschütterung des Hauses.	Gläser klirrten.	—	[3]	
Begleitet von heftigem Getöse, als ob ein grosser Felsblock in die Tiefe fiel.	Fenster, Lampen, eiserne Bettstellen klirrten bei jedem einzelnen Stoss.	—	[2]	
Zwei Schläge von SW her. Vor und mit den Schlägen donnerähnliches Geräusch.	Starkes Zittern, schien gegen Schluss mehr von unten auszugehen. Gläser im Schranke klirrten. Regulator wurde verschoben um 6 cm, so dass er stehen blieb.	SW—NO	[3]	Gebäude auf Kiesboden. Raben und Krähen schrienen.
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
195 Neustadt. (No. 170 Postamt).	Von 12 ^h 50' bis 2 ^h 30'	8—10 Stösse. 12 ^h 50' erster heftigster Stoss. 12 ^h 50—1 ^h drei schwache Stösse. 2 ^h abermals ein heftiger Stoss. Von 2 ^h 30' ab mehrere schwächere Stösse.	—
(No. 122 Strassenmeister Leiter).	12 ^h 50'	Erster, heftigster und am längsten andauernder Stoss.	—
	ca. 2 ^h gegen 2 ^h 30'	Zweiter Stoss.	
		Dritter Stoss war ziemlich schwach und wurde nur von wenig Personen wahr- genommen.	
	12 ^h 50' 1 ^h 45' 2 ^h 15'	Werden auch als Zeiten an- gegeben. Ueberall war der erste Stoss der hef- tigste.	
196. Neuweier bei Achern.	12 ^h 50'	Erschütterung, welche das ganze Haus zum Zittern brachte.	—
(No. 94 Raab, Strassen- meister).			
(No. 109 Kulturinspektion).	zwischen 12 ^h und 1 ^h	Kurzer Erdstoss.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
Die einzelnen Stösse waren jeweils von einem dumpfen Getöse begleitet, ähnlich dem Rollen eines fahrenden Wagens.	Der Stoss von 12 ^h 50' hatte die Wirkung, dass Häuser zitterten, Bettstellen und sonstige Möbel in's Wanken gebracht wurden und mehr oder weniger Geräusch in dem Zimmer hervorriefen, so dass die Bewohner in Aufregung kamen. Einige liefen auf die Strasse. In einem Zimmer des zweiten Stockwerkes fielen Blumentöpfe um und einzelne Häuser zeigen an den Innenwänden mehr oder weniger starke Risse.	S—N	[4]	In gleicher Weise u. zur gleichen Zeit wurde das Erdbeben in Röthenbach, Löffingen und Seppenhofen wahrgenommen; ferner in allen anderen Ortschaften, Höfen und Zinken des Bezirkes. — Das Wetter war hell und klar.
—	—	—	[2]	
—	—	W—O	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
197. Niedereschach (Villingen). (No. 257 Postag.).	12 ^h 45' } 12 ^h 50' } um 2 ^h	Zwei Stösse. Nochmals ein Stoss.	9"
198. Niedermühle (Waldshut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	um 1 ^h 2 ^h 3 ^h	Erschütterungen (cf. Unter- alpfen No. 106).	—
199. Niederschopfheim (Offenburg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Offenburg No. 111).	—
200. Niederwühl bei Waldshut. (No. 106 Mutter, Bezirks- rath).	ca. 12 ^h 45'	—	—
201. Norsingen (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Das Erdbeben wurde in leb- hafter Weise mit starkem Geräusch bemerkt (cf. Krotzingen No. 118).	—
202. Nussbach bei Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister). (No. 258 Postag.).	— 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Es wurde nur wenig be- merkt. Ein Stoss.	— 3"
203. Oberalpfen (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben beobachtet wie in Gais No. 106.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	SW—NO	unbestimmt	
—	—	—	[2]	
—	—	—	[2]	
Rollen, als käme aus dem rückliegenden Strassentunnel ein Fuhrwerk.	—	—	[1]	
—	—	—	[2]	
—	—	—	[1]	
—	—	—	—	
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens: Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
204. Oberbränd (Neustadt). (No. 129 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19.)	12 ^h 57'	Der erste Stoss dauerte In Zwischenräumen von $\frac{1}{4}$ Stunde folgten dann einige kleinere Erschütte- rungen, die sich wie dumpfe Kanonenschüsse ausnahmen, bis ein nochmals mehrere Se- kunden dauernder Stoss erfolgte, der jedoch von nicht so heftigem Rollen begleitet war.	ca. 5'
205. Obergebisbach (Waldshut). (No. 106 Beiser, Hauptlehrer).	um 2 ^h 45'	Erschütterung; Ein Stunde später ein schwächeres Rütteln.	—
206. Oberglotterthal (Waldshut). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	Kurz vor 1 ^h ca. 2 ^h	—	—
(No. 229 Posthülfsstelle).	12 ^h 45' 1 ^h 42'	Zwei Stösse im Zwischen- raum einer Stunde.	—
207. Oberharmersbach bei Hausach. (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Erschütterung	—
208. Oberkirch . (No. 81 Badener Wochen- blatt 24. Januar 1896 No. 28).	—	Schwachcs Beben.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Unter starkem Rollen	<p>erzitterten die Häuser, so dass die Leute aus den Betten sprangen.</p> <p>In allen Häusern er- wachten die Leute und die Kinder frugen nach der Ursache des Rollens.</p>	—	[3]	Einige Leute wollen schon am 21. Jaunar, Morgens 8 ^h 30' ein Erd- beben verspürt haben.
dann dumpfer Ton als wäre etwas zusam- mengefallen.	Das Haus zitterte und die Fenster klirrten.	SO—NW	[2]	
—	—	—	unbe- stimm	Nach dem Erdbeben wollen mehrere Bauern ein Wet- terleuchten be- merkt haben.
mit Rollen.	Der Eindruck wird mit dem Zittern des zweiten Stockes ver- glichen, wenn im unteren Stock eine Thüre heftig zuge- schlagen wird.	—	[2]	
—	—	—	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
208. Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Heftiger Stoss mit ca. 5* anhaltendem schwachem Rollen und folgendem Schlag.	—
(Bad. Landeszeitung No. 19 II. 28. Januar 1896).	12 ^h 44'	Ein kurzer, ziemlich stark. Erdstoss.	ca. 2"
(Postamt III 805).	12 ^h 45'	Nur ein Stoss.	—
209. Oberkirnach bei Furtwangen. (No. 85 König, Strassen- meister).	12 ^h 50'	Starke stossartige Erschüt- terungen.	8"—10"
210. Oberlauchringen (Waldshut). (No. 106 Heck, Lehrer).	12 ^h 40'	Stossweises, donnerähn- liches Rollen von ca.	10"
211. Obermettingen (Waldshut). (No. 106 Malzracher, Müller).	12 ^h 50" 2 ^h 2 ^h 30'	—	—
212. Obermünsterthal. (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 45'	Erdbeben bemerkt wie in Untermünsterthal (No. 119).	—
213. Ober-Prechthal. (No. 259 Postag.).	Kurz vor 4 ^h ca. 1 ^h 15'	soll ein zweiter schwäche- rer Stoss erfolgt sein. Einmaligewellenförmige Er- schütterung.	Einige Sekunden.

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Mit Rollen.	Thüren und Bettstellen kamen in Bewegung.	—	[2]	
—	—	W—O	—	
Einzelne Personen wollten auch ein donnerartiges Geräusch gehört haben.	Möbel schwankten und Porzellengeschirr klirrte.	—	[2]	
Mit heftigem Getöse.	(= Furtwangen No. 85).	N—S	[3]	
—	Das Haus wurde erschüttert.	S—N	[2]	
Jedesmal donnerähnliches Rollen, das erste Mal am stärksten, das dritte Mal am schwächsten.	—	—	[2]	
—	—	S—N	[2]	
—	—	SW—NO	unbestimmt	Wurde nur im Hinterpreththal (hinter dem Berg „Pchasikopf“ gelegen) wahrgenommen.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art. des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
214. Oberried. (No. 260 Postag.).	12 ^h 50'	Ein Stoss.	5"–6"
215. Oberschopfheim (Offenburg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Offenburg No. 111).	—
216. Oberschwandorf bei Stockach. (No. 104 Strassenmeister Schmitz).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; keine näheren Nachrichten.	—
217. Ober-Simonswald. (No. 152 Schätzle, Haupt- lehrer).	Kurz vor 1 ^h	Ein Stoss wurde wahrge- nommen von unten, auf den ein Zittern folgte. Der Stoss war kurz, das Zittern und Rollen mag 8"–10" gedauert haben.	8"–10"
	ca. 2 ^h 30'	wurde nochmals ein schwa- ches Getöse ohne Er- schütterung wahrgenom- men.	
218. Oberwiehl bei Waldshut. (No. 106 Bär, Hauptlehrer).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Starker Stoss.	ca. 5"
219. Oberwinden bei Elzach. (No. 93 Rimmelin, Ober- lehrer).	—	cf. allgemeinen Bericht über Elzach No. 93.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	N—S	unbestimmt	
Das Zittern war von einem anhaltenden, dumpfen Rollen begleitet, als würde ein schwerer Wagen in raschem Tempo vorbeifahren. Die Bewohner der Schwarzwaldhäuser, bei denen die Tenne über den Wohnräumen liegt, glaubten es würde ein Wagen in die Tenne eingeführt.	Beobachter hatte das Gefühl, als hätte die Bettstelle einen Stoss erhalten.	schien sich S—N fortzusetzen. S—N	[2]	Das Erdbeben wurde im ganzen Simonswälder Thal, sowohl auf der Thalsohle, als an den Abhängen und Bergeshöhen wahrgenommen. Auf dem Kandel blieb der starke Hausrücken des Kandelbauern 3 Tage aus; bei dem vorigjährigen Erdbeben blieb derselbe mehrere Wochen aus.
und Getöse, wie von einem Eisenbahnzug.	—	O—W	[2]	
—	—	S—N	unbestimmt	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
219. Oberwinden bei Elzach. (No. 261 Postag.).	1 ^h 5'	Ein Stoss.	4'
220. Oedsbach bei Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Rollen mit darauffol- gendem heftigem Schlag.	—
221. Oensbach bei Achern. (No. 86 Beobachtungen von: R. Boschert.	ca. 12 ^h 50'	Starke Erschütterung.	ca. 4'
" " W. Hodapp.	—	Heftiger Stoss.	ca. 5'
" " A. Boschert.	—	Heftige Erschütterung.	ca. 4'
" " L. Schmalz).	—	Starke Erschütterung von	ca. 8'
222. Offenburg. (No. 211 Strassenbauinspek- tion).	12 ^h 45' ca. 2 ^h	Erster Stoss. Zweiter, aber schwächerer Stoss.	—
(No. 161 Postamt).	12 ^h 44'	Zwei Stöße.	3—4'
223. Offnadingen (Krotzingen). No. 118 Borchtel, Strassen- meister).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Erdbeben in lebhafter Weise mit starkem Geräusche cf. Krotzingen No. 118).	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	S—N	—	
Gut hörbares, unterirdisches Rollen.	Gegenstände in den Häusern bewegten sich fast zum Umfallen.	—	[3]	
—	Ein Tisch soll einige Centimeter von der Wand abgerückt worden sein.	—	—	Haus aus Ziegelmauerwerk.
—	—	—	[2]	
—	Tisch, Ofen u. Kasten klirrten.	—	—	Im Bahnwärterhaus aus Stein und Ziegelmauer.
—	—	—	—	
—	—	Nach der Mehrzahl der Beobachter: SW—NO andere NW—SO NO—SW	[2]	Im ganzen Amtsbezirk Offenburg sollen die Wirkungen in ausgedehnter Weise aufgetreten sein. Das Bahnpersonal will am Bahnhof drei heftige Blitzschläge in der Richtung von West-Ost wahrgenommen haben.
Dem ersten Stoss ging ein donnerartiges Rollen voran.	—	NO—SO (!)	—	
—	—	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
224. Ofteringen (Walds- hut). (No. 106 Gromann, Bahn- wart).	12 ^h 50'	Donnerähnliches Rollen von Zugleich zwei heftige Stösse.	10 ^{''} —12 ^{''}
225. Oppenau . (No. 12 Waldhüter Zifferer).	12 ^h 55'	—	2 ^{''}
(No. 26 Bad. Landeszeitung No. 20 I. vom 4. Jan. 1896).	1 ^h	Ein vertikaler Stoss, ziem- lich heftig	2 ^{''}
(No. 87 Friederich, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Erdstösse; erster ca. 12 ¹ / ₂ , zweiter schwächer ca. 1 ^h .	—
(No. 109 Culturinspektion).	12 ^h 50'	Erster Stoss	—
	1 ^h 30'	Zweiter Stoss erzeugte das Gefühl, als wäre ein schwerer Gegenstand zur Erde gefallen.	—
(No. 681 Postamt III)	zwischen 12 ^h 45' und 1 ^h	Ein heftiger Erdstoss Ein zweiter Erdstoss wur- de nicht verspürt.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Rollen.	Die Fenster klrzten. Das Haus wurde erschüttert.	SO—NW	[2]	
Zuerst fernes Brausen, wie schwaches, sehr entferntes Donnern, dann ein kräftiger Stoss und sehr kurz wieder entferntes Brausen.	—	—	[3]	
von Geräusch begleitet, ähnlich dem eines vorüberziehenden Fuhrwerkes.	—	—	—	
Ganz gut hörbares unterirdisches Rollen mit einem sehr heftigen Schlag.	—	S—N	[3]	Leute mussten sich anhalten.
mit dumpfem Rollen, als ob ein schwer beladener Wagen vorüber fahre. Manche wollen einen dumpfen Schlag gehört haben.	Thüren zitterten in den Angeln. Gläser auf den Tischen erklangen.	unbestimmt	[2]	Am Bahnhof meinten die Leute ein Zug fahre ein.
machte das Posthaus erzittern. Dem Stoss folgte ein schwaches 10" andauerndes Rollen.	Möbel wurden gerüttelt.	—	[3]	An den Apparaten wurden keine Beobachtungen gemacht.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
226. Orsingen bei Stockach. (No. 104 Strassenmeister Schmitz).	—	Erschütterungen von der Nachtwache wahrgenom- men.	—
227. Ortenberg (Offen- burg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Offenburg No. 111).	—
228. Ottenhöfen. (No. 46 Köhler, Oberförster).	12 ^h 45'	Ein einziger, kurzer aber ziemlich starker Stoss.	—
229. Petersthal (Oppenau). (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 30' ca. 1 ^h	Zwei Erdstöße; einer ca. 12 ^h 1/2, zweiter schwächer 1 ^h .	—
(No. 737 Postamt III).	12 ^h 50'	Zwei Erdstöße wurden wahrgenommen.	ca. 4'
230. Peterszell (Villingen). (No. 262 Postag.).	12 ^h 48'	Drei Stöße in Zwischen- räumen von 3".	10"
231. Pfaffenweiler (Staufen). (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	12 ^h 50'	Erster Stoss, wie in Staufen (No. 119); nach 2" folgte ein zweiter Stoss.	—
232. Pfaffenweiler (Villingen). (No. 60 Zeitung).	1 ^h 1 ^h 10'—15'	Zwei Erdstöße, der erste nicht so stark, um 1 Uhr; der zweite 10'—15' später, ein sehr starker, kurzer Ruck.	2"—3" 1"—2"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[1]	Keine näheren Beobachtungen und Mittheilungen.
—	—	—	[2]	
Dabei ein Geräusch, wie von einem entfernten Sprengschuss.	—	—	[2]	Die Beobachtungen machte Uhrmacher Koninger.
Ganz gut hörbares unterirdisches Rollen mit einem sehr heftigen Schlag.	—	S—N	[2]	Leute mussten sich anhalten.
—	—	O—W	[2]	Keine weiteren Beobachtungen.
Das Ganze glich dem Rollen einer Eisenbahnlokomotive.	—	—	—	
—	—	—	[2]	
—	—	W—O	[1]	Gute Angaben! Erst der zweite Stoss weckte die Leute auf!

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstätter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens! Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
233. Pforzheim. (Pforzheimer Anzeiger No. 19, 23. Januar 1896).	Kurz vor 12 ^h 45'	Eine Erderschütterung wur- de wahrgenommen.	—
234. Posthalde. (No. 66 Berger, Strassen- meister).	ca. 1 ^h ca. 2 ¹ / ₂ ^h	Erster Erdstoss Zweiter Erdstoss.	—
(No. 66 Berger, Strassen- meister).	1 ^h 5' 1 ^h 45' 2 ^h 10' 2 ^h 30'	} Vier Stösse sind wahrge- nommen worden.	—
(No. 116 Berger, Strassen- meister).	12 ^h 50' gleich nach 2 ^h 1 ^h 5' 1 ^h 15' 2 ^h 10' 2 ^h 30'	Erster Stoss. Zweiter Stoss. sollen Stösse bemerkt wor- den sein.	—
235. Prechthal bei Elzach. (No. 93 Rimmelin, Ober- lehrer).	—	cf. den Bericht über Elzach No. 98.	—
236. Raithenbuch bei Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	12 ^h 48' 2 ^h 8' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
237. Rast (Messkirch). (No. 108 Wilhelm, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Messkirch No. 108).	—
238. Rastatt. (No. 90 Wasser- und Stras- senbauinspektion).	—	Keinerlei Wahrnehmungen. wurden gemacht.	—
239. Reckingen (Walds- hut). (No. 106 Milli, Grenzauf- seher).	12 ^h 50'	—	5'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Dieselbe war so stark, dass selbst im Bett Liegende sie empfanden.	—	—	[1]	In weiteren Kreisen des Publikums wurde nichts wahrgenommen, ebensowenig auf der Post (III. 806).
mit unterirdischem Geräusche.	—	—	—	
—	—	—	—	
Die Erschütterung war wie wenn grosse Felsblöcke in die Tiefe stürzten.	Ein Ofenrohr löste sich vom Kamin.	SO—NW	[8]	Beim ersten, heftigsten Stoss bellte ein Hund im Zimmer. Stoss 3 stärker als 2 und 4, Stoss 4 stärker als 2. Der Ort soll zu den stärker betroffenen des Bezirkes gehören.
—	—	—	unbestimmt	
—	—	—	[3]	
—	—	—	[1]	
—	—	—	—	
Rollen, dem eines Eisenbahnzuges ähnlich.	Das Haus wurde erschüttert.	SO—NW	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
240. Renchen. (No. 18 Schottinger, Stras- senmeister).	12 ^h 45'	Ziemlich starke Erschütte- rung fand durch einen kräftigen Stoss ihr Ende.	10'
(No. 97 Mayer, Hauptlehrer).	kurz vor 1 ^h	Starkes Erdbeben.	höchstens 1'—2'
(Post III 678).	zwischen 12 ^h und 1 ^h	Die Erschütterung wurde von verschiedenen Ein- wohnern wahrgenommen.	—
241. Rheinheim (Walds- hut). (No. 106 Schmidt, Post- halter).	12 ^h 48'	Rollen.	5'—7'
242. Rickenbach (Säckingen). (No. 263 Postag.).	1 ^h 30'	Ein starker Stoss mit lang- anhaltendem donnerähn- lichem Rollen.	15'
243. Riedböhringen (Fürstenberg). (No. 264 Postag.).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Ein Stoss	ca. 3'—4'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Unterirdisches, donnerart. Rollen während der Erschütterung.	—	scheinbar N—S	[2]	Haus aus Backstein. Beobachterschließ 90 cm über dem Boden.
—	Bett schwankte merklich. Wasser in der Bettflasche bewegte sich deutlich. Kasten und Zimmerthüre krachten, Lampencylinder klirrten; Gegenstände auf Tischen und an den Wänden wurden geräuschvoll hörbar.	NO—SW	[3]	
Zuerst eine Minute lang ein dumpfes mit einem starken Knall endigendes Rollen.	Die Bewohner wurden aus dem Schlafe geweckt.	N—S	[2]	Weiter liegen keine Beobachtungen vor.
Es krachte im Hause und eine blitzähnliche Helle war bemerkbar.	—	NO—SW	[2]	
—	—	—	—	
verbunden mit rollendem Geräusche.	War in den oberen Stockwerken besser vernehmbar. Rütteln der Möbel, Tafeln, Schüsseln etc.	O—W	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
244. Riedichen (Zell Wiesenthal). (No. 127 Freiburger Zeitung 24 Januar 1896 No. 19).	8' vor 12 ^h	machte sich ein ziemlich starkes Erdbeben be- merklich	Wenige Sekunden.
245. Riedle bei Zell (Offenburg). (No. 161 Postamt).	—	—	—
246. Riedöschingen . (No. 265 Postag.).	1 ^h 30'	Zwei Stöße im Zwischen- raum von 8"—10".	4"—6" (?)
247. Rippoldsau . (No. 37, Müller, Postver- walter).	ca. 1 ^h ca. 2 ^h	} Zwei Stöße.	—
(No. 205 Postamt).	1 ^h und ca. 2 ^h	Jeweils ein etwa 3" an- dauernder Stoss.	3"
248. Röthenbach (Neu- stadt). (No. 122 Leiter, Strassen- meister).	12 ^h 50' ca. 2 ^h gegen 2 ^h 30'	Stöße wie in Neustadt (cf. 122).	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Zuerst ein schwaches, donnerndes Geräusch, das allmählich stärker wurde, ein Zittern der Wände, Möbel und Betten und dann endlich ein ziemlich starker Stoss, worauf Ruhe eintrat.	—	anscheinend von O—W	[2]	
—	—	—	—	Ein Beobachter will auch blitzart. Erscheinungen wahrgenommen haben. (cf. Offenburg.)
Begleitet von donnerartigem Geräusch, beide Stösse; Geräusch von S—N vorbeifahrender Fuhrwerke.	Fensterklirrten beide male laut.	S—N	[2]	Am Telegraph und Telephon keine Erscheinungen.
Die beiden Stösse waren jeweils von etwa 7" andauerndem donnerartigem Getöse begleitet, das dem eines rasch vorüberfahrenden Schwerfuhrwerkes glich.	Die Fenster klirrten, dass Leute erwachten.	wahrscheinlich SW—NO	[2]	
—	—	S—N	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
248. Röthenbach Neustadt). (No. 266 Postag.).	12 ^h 45' 1 ^h 30'	Zwei Stöße im Zwischen- raum von einer Stunde.	4 ^{''} —5 ^{''}
249. Rohrbach bei Furtwangen). (No. 85 Strassenmeister König).	12 ^h 50'	Starke, stossartige Erschüt- terungen	8 ^{''} —10 ^{''}
250. Rohrdorf (Mess- kirch). (No. 108 Strassenmeister Wilhelm).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Mess- kirch No. 108).	—
251. Rothhaus (Bonn- dorf). (No. 267 Postag.).	12 ^h 40' 1 ^h 30' 2 ^h 15'	Erster, sehr heftiger Stoss. } Zweiter und dritter schwa- } cher Stoss.	—
252. Rotzingen (Walds- hut). (No. 106 Wehrle, Haupt- lehrer).	ca. 1 ^h	Heftige Erschütterung.	—
253. Rütte (Waldshut). (No. 106 Stoll, Bürger- meister).	12 ^h 45' ca. 2 ^h	Anfänglich leichte Erschüt- terung, sodann drei bis vier heftige Stöße wie Blitzschläge und zum Schlusse eine Erschütte- rung mit längerem Rollen. abermals eine Erschütte- rung, aber schwächer als die erste.	—
254. Säckingen . (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	12 ^h 50'	Keine Erschütterung, aber Rollen von	6 ^{''} —8 ^{''}

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	NO—SW	—	
mit heftigem Getöse.	Siehe No. 85 Furt- wangen.	S—N	[3]	
—	—	—	[2]	
—	—	SW—NO	—	
Gleichzeitig starkes, unterirdisches Rol- len, als fahre ein schwerer Lastwagen vorüber.	Kasten und Bettstellen schwankten. Im Kasten klirrten die Gläser.	—	[2]	
—	Die Fenster klirrten heftig, Tisch und Stühle wankten.	—	[3]	
Nur ein Rollen, als fahre ein Rollwagen vor dem Hause vor- bei.	—	NO—SW	[1]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
254. Säckingen. (No. 106 Klink, Kürschner u. a Personen).	kurz nach 12 ^h 45'	Eine leichte Erschütterung wurde in Säckingen viel- fach bemerkt.	—
(No. 171 Postamt).	12 ^h 45' nach anderen Angaben 12 ^h 53'	Zwei Stösse, die sich von unmittelbar folgten.	6"—8' Dauer
255. Saig bei Lenzkirch. (No. 87 Strassenmeister Huber).	—	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 87.	—
256. Sasbachwalden (Achern). (No. 86 Doll, Bürgermeister).	ca. 12 ^h 50'	Starke Erschütterung von (Keine Stösse!)	ca. 30'
257. Sauldorf (Mess- kirch). (No. 108 Strassenmeister Wilhelm).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Messkirch No. 108).	—
258. Schabenhausen (Villingen). (No. 62 Zeitung).	12 ^h 55' 2 ^h 15'	Zwei starke Erdstösse, der erste, stärkste dauerte 12 ^h 55'. Zweiter Stoss.	—
259. Schallsingen bei Müllheim. (No. 91 Frau F. Guntert).	ca. 12 ^h 45'	Starkes, schlotterartiges Getöse	Mehrere Sekunden.

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
So starkes Rollen, als wenn ein Wagen über die Rheinbrücke fährt.	Waschgeräte bewegten sich.	—	[2]	
Begleitet von starkem Geräusch, wie von einem Eisenbahnzug oder einem schnell fahrenden Lastfuhrwerk.	—	SW—NO	[1]	
—	Im Hause des Strassenmeisters Steiert erhielt der Verputz an der Wand Risse und Gypsverputz im Gang fiel herab.	—	[3]	
mit unterirdischem, donnerähnlich. Rollen	Die Fenster klirrten; in zwei Scheiben entstanden Risse.	N—S	[3]	Haus aus massivem Sandstein.
—	—	—	[2]	
—	—	N—S	[2]	
—	Geräte im Zimmer schwankten.	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
260. Schallstadt (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	—	Eine Erschütterung, be- stehend in dumpfem Stoss und Schlag.	—
261. Scherzingen (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Erdbeben äusserte sich in lebhafter Weise.	—
262. Schiltach (Kinzig- thal). (No. 109 Kulturinspektion).	kurz vor 1 ^h	Zwei Erdstösse	—
(No. 207 Postamt).	zwischen 12 ^h 40' und 12 ^h 50'	Zwei Erdstösse im Zwischen- raume von 5'	ca. 12'
263. Schlatt (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	genau 12 ^h 50'	Erdbeben in lebhafter Weise mit Geräusch (cf. Krotzingen No. 118).	—
264. Schluchsee . (No. 208 Postamt).	12 ^h 45' 12 ^h 50' 2 ^h 8'	Vier Stösse. Der erste, sehr starke Stoss dauerte etwa 7"—8"; der letzte etwa 3"—4". Auf den ersten Stoss folgten im Zwischenraum von ca. 5' zwei schwache Stösse. Der letzte ziem- lich starke Stoss war um 2 ^h 8'.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Eine Frau wurde ge- weckt und andere Be- wohner merkten ein von S—N ziehendes Geräusch.	Zittern der Fenster.	S—N	[1]	Andere Leute im Dorfe bemerkten nur fernen Don- ner, aber keine Er- schütterung. Auf der Station und im Postamt wur- den keine Wahr- nehmungen ge- macht.
Mit starkem Geräusch (cf. Krotzingen No. 118).	—	—	[2]	
waren von unterirdi- schem Getöse be- gleitet.	—	—	[2]	
—	—	S—N	—	
—	Durch Geräusch und Erschütterung der Betten wurden die Bewohner geweckt, die sofort die Zeit als 12 ^h 50' feststell- ten.	—	[2]	Weiter im Dorfe wurden nur we- nige, schwache Erschütterungen wahrgenommen.
Der erste Stoss stellte sich dar wie Blitz- schlag mit nachfol- gendem starkem Donner.	—	NO—SW	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatler).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
265. Schönau i. W. (No. 7 Dehoff, Strassen- meister).	12 ^h 55' 2 ^h	Zwei Stösse im Intervall von 1 ^h 5'.	Erster Stoss 5"–6" zieml. stark, zweiter 3"–4" schwächer.
(No. 28. Badische Landes- zeitung No. 20, 24. Januar 1896).	zwischen 12 ^h ¼–1 ca. 1 ^h ½	Ein starker Erdstoss. Zweiter Stoss.	je ca. 5" ca. 5"
(No. 209 Postamt).	ca. 12 ^h 40' und 1 ^h	Zwei Stösse im Intervall von 15'–30'	2"
266. Schönenbach bei Furtwangen. (No. 85 König, Strassen- meister).	12 ^h 50' 1 ^h 15' ca. 2 ^h	Starke, stossartige Erschüt- terungen. Zweiter, schwächerer Stoss. Dritter Stoss.	8"–10" 3"–4" —
(No. 265 Postag.).	12 ^h 50' 1 ^h 50'	Zwei Stösse, anhaltend 2'–3', von 10 ^h 30' ab mehrere kleinere Erschütterungen, die nicht beobachtet wur- den.	—
267. Schönwald (Tri- berg). (No. 130 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	um 12 ^h 45' und bald nachher	erfolgten zwei Erdstösse,	—
(No. 210 Postamt).	12 ^h 45'	Zwei Stösse kurz hinter- einander.	6"–8"
268. Schopfheim. (No. 13 Rüpferle, Strassen- meister).	12 ^h 45'	—	ca. 6"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Wellenförmige Bewegung, gleichzeitig ein Dröhnen, wie von vorbeifahrend. Fuhrwerk oder Bahnzug.	Fenster und Thüren zitterten stark.	scheinbar NW—SO	[3]	
begleitet von donnerähnlichem Geräusche.	—	NW—SO	[3]	
—	—	NO—SW	—	
Mit heftigem Getöse.	(Wirkung siehe No. 85 Furtwangen).	SW—NO N—S	[3]	
Mit dumpfem Rollen.	—	—	—	
—	Starke Erschütterung an den Telegraphenstangen, sowie an der Drahtleitung bemerkbar.	von S S—N	—	Uebergang von + 10° R. am 21. bei Tag zu — 8° R. zur Zeit der Erschütterung.
begleitet von einem Geräusche, ähnlich dem Rollen eines Wagens.	—	W—O	[2]	
—	Die Erschütterung war ziemlich stark; in einigen Häusern klirrten die Gläser im Glasschranke.	W—O	[2]	
Wellenförmige Bewegung.	Fensterklirren, Erschütterung der Schlafstelle.	S—N	[2]	Haus massiv aus Bruchsteinen.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße	d. Dauer.
268. Schopfheim. (No. 173 Postamt).	12 ^h 30'	8–10 Stöße im Zwischen- raum von 1".	8"–10"
269. Schutterthal. (No. 109 Kulturinspektion).	ca. 1 ^h	wurde das Erdbeben wahr- genommen. Leute haben zwei Stöße gespürt.	—
270. Schwackenreuth bei Stockach. (No. 104 Schmitz, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; keine näheren Nachrichten.	—
271. Schweighof bei Müllheim. (No. 91 Stelz, Strassen- meister).	zwischen 12 ^h 45'–1 ^h	—	—
272. Schweighof bei Waldshut. (No. 106 Wehrle, Holzhand- ler).	—	Erdbeben beobachtet (cf. Hütten No. 106).	—
273. Seebach bei Achern. (No. 88 Strassenbauinspek- tion).	—	Stöße	—
(No. 109 Kulturinspektion).	ca. 12 ^h 50'	Eine Erderschütterung wur- de verspürt.	—
274. Segeten (Walds- hut). (No. 106 Nann, Bürger- meister).	—	Beobachter wurde aus dem Schlafe geweckt und gleich darauf erfolgte ein heftiger Stoss.	10"–12"

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Zittern der Wände und Möbel.	O—W	[2]	
—	—	schien S—N	[2]	
—	—	—	[1]	
Rollendes Getöse von mehreren Sekunden ohne grosse Bedeu- tung.	Zimmergeräte ka- men in's Schwanken.	—	[2]	
—	—	—	[2]	
mit Geräusch, wie ferner Donner.	—	—	[1]	
—	—	—	[1]	Keine näheren An- gaben.
—	Die Fenster klirrten.	schien SO—NW	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
275. Sehringen b. Müllh. (No. 91 Ein Einwohner). (No. 139 Freiburger Zeitung 25. Januar 1896 No. 20)	ca. 12 ^h 45'	Zittern und Krachen des Gebälkes im Hause einige Sekunden lang, darauf folgte ein starker, kräf- tiger Stoss	Einige Sekunden.
276. Seppenhofen (Neu- stadt).	—	Ueber das Erdbeben cf. Bericht Müllheim No. 139.	—
(No. 122 Strassenmeister Leiter).	12 ^h 50' ca. 2 ^h gegen 2 ^h 45'	} Stösse wie in Neustadt (cf. 122)	—
277. Siedelbach-Thal (Neustadt). (No. 138 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen in Josthal (No. 138).	—
278. Sigmaringen. (No. 162 Postamt).	zwischen 12 ^h 45 und 1 ^h	Ein Stoss in senkrechter Richtung.	ganz kurz.
279. Singen. (No. 68 Schönmeier, Stras- senmeister).	12 ^h 40'	Zwei aufeinander folgende Stösse,	—
(No. 101 Schönmeier, Stras- senmeister).	zwischen 12 ^h 40' und 12 ^h 50'	Zwei Stösse	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Darauf folgte ein Ge- töse von mehreren Sekunden, wie wenn Wind durch Laub- wald zieht.	Sämmtliche Zimmer- geräthe geriethen in's Schwanken, Fenster klirrten, die Bilder an der Wand hingen am anderen Morgen schief.	N—S N—SO	[3]	
—	—	S—N	[3]	
—	—	S—N	[3]	
—	—	—	—	
—	Ein blecherner Wasch- apparat klapperte auf der Marmorplatte.	—	[1]	
von unterirdischem Tosen begleitet.	Fensterklirren, Schau- keln der Bilder an den Wänden.	NW—SO	[3]	Angaben über viele Orte im Bezirke Konstanz und Stockach.
mit Getöse.	Geschirr klirrte und kam in Bewegung.	NW—SO	[2]	Das Beben wurde noch wahrgenom- men in: Steiss- lingen, Wiechs, Volkertshausen, Wangen, Böhrin- gen, Hemmen- hofen, Gaienhofen. Weniger in Horn- staad und Horn.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
280. Stadelhofen bei Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Nur wenig bemerkt.	—
281. Staufen. (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	12 ^h 50'	Das Erdbeben machte sich fühlbar.	—
(No. 133 Freiburger Zeitung, 24. Januar 1896 No. 19).	—	Es war ein ziemlich hefti- ger Erdstoss zu ver- spüren.	—
(No. 211 Postamt).	12 ^h 40' 2 ^h 30'	Erster Stoss. Zweiter Stoss.	3 ^h —4 ^h 1 ^h —2 ^h
282. St. Blasien. (No. 64 Läulin, Strassen- meister).	12 ^h 47' 1 ^h 30' 6 ^h 30'	— } nochmals schwächere Er- schütterungen.	3 ^h —4 ^h ganzer Vorgang
21. Januar 11 ¹ / ₂ ^h Nachts		wollen schon Einzelne schwaches Donnerrollen gehört haben!	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[1]	
Rollen, als fahre ein sehrschwerer beladener Wagen auf gefrorener Strasse, oder als falle ein schwerer Gegenstand im Hause um. Darnach folgte ein sturmwindähnliches Sausen von SW—NO von 3"—4" Dauer.	Thüren, Fenster und die oberen Stockwerke erzitterten.	SW—NO	[2]	
—	—	—	—	
Der erste Stoss war von donnerartigem Getöse begleitet.	Die Möbel bewegten sich, Thüren sprangen auf und kleinere Gegenstände fielen um.	NW—SO	[3]	
Getöse, gleich einem nahen Wasserfall, dann stärker werdendes Donnern, gleich darauf Erzittern des ganz. Hauses u. Nachlassen des Donners. Nach einigen Minuten wieder leises Donnern, wie das eines fernen Gewitters, das sich in Abständen von 3"—5' noch zweimal wiederholte	Klirren der Fenster. Wanduhren blieben theils stehen, theils schlugen sie an. In der Apotheke schlugen Medicinflaschen aneinander.	SO—NW so sagen die meisten Leute. Auch andere Richtungen wurden angegeben. [S—N] [NO—SW].	[3]	Die Erschütterungen um 1½ u. 6½ sind noch mehrfach in der Umgebung wahrgenommen worden. Viehwurde unruhig. Stärkstes Erdbeben seit 10 Jahren!

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
282. St. Blasien. (No. 172 Postamt).	12 ^h 45' 2 ^h 3'	Drei Stösse mit 1/2"—1" Zwischenraum. Ein Stoss mit nachfolgen- dem dumpfen Rollen.	zusammen 14' 2"—3'
283. Stegen (Kirch- zarten). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde mehr- fach wahrgenommen.	—
284. Steinbach (Bühl). (No. 80 Zeitung) (No. 94 Strassenmeister Raab).	— 12 ^h 50'	Kleiner Erdstoss. Ein starker und ein schwacher Stoss 1" später.	— 3" dauerte die ganze Erschütterung.
(No. 109 Kulturinspektion).	12 ^h 50'	Ziemlich starke Erschütterung, so dass die Leute aufstanden und meinten, es sei etwas eingestürzt.	—
285. Steisslingen bei Singen. (No. 101 Strassenmeister Schönmeister).	ca 12 ^h 40' bis 50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
286. St. Georgen. (No. 206 Postamt).	12 ^h 50' 2 ^h	Zwei Stösse im Zwischen- raum von 70'.	—
287. St. Märgen. (No. 116 Strassenmeister Berger).	1 ^h 15' und 1 ^h 45'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; als Zeiten wurden 1 ^h 15' und 1 ^h 45' angegeben; auch 12 ^h 45' und 2 ^h von anderen Be- obachtern.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Die Stöße liefen in wellenförmige Bewegung aus.	Leichtes Anschlagen der Wecker in Folge der Erschütterung. Zittern der Wände. Bewegung von Bildern, Aufgehen von Thüren.	NW—SO	[2]	
—	—	—	unbestimmt	Ohne nähere Nachrichten.
—	—	—	—	
Begleitet von Rollen und Brausen.	Wände bekamen Risse.	SW—NO (SW—O)	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	S—N	unbestimmt	
—	In der Werkstätte aufgehängte Sägen bewegten sich und streiften.	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
288. Stockach. (No. 15 Strassenmeister Schmitz).	12 ^h 50'	Zwei kurze Stösse im Zwischenraum von 1" — 2".	—
(No. 174 Postamt).	12 ^h 45'	Ca. fünf Stösse in Zwischen- räumen von 1".	5"
289. Stockburg (Villingen). No. 61 Zeitung).	12 ^h 48'	Das Erdbeben glich erst dem Rollen einer Ma- schine, dann folgten gleich drei gewaltige Stösse.	10"
290. Stohren (Ober- münsterthal). (No. 137 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	—	Auf das Getöse folgte eine Erschütterung, als müsse das Haus einstürzen.	—
291. St. Peter. (No. 116 Strassenmeister Benger).	ca. 1 ^h 2 ^h 2 ^h 30'	wurden Beben verspürt.	—
(No. 159 Postag.).	12 ^h 48' und 1 ^h 55'	Je zwei Stösse in Zwischen- räumen von 1".	Dauer je ca. 4"
292. Strittmatt (Waldshut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben beobachtet äh- nlich wie Rotzingen No. 106.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Kein Geräusch beobachtet.	Geräusch auf dem Waschtisch.	SO—NW	[2]	Massives Haus; im zweiten Stock beobachtet.
—	—	—	[1]	
—	—	—	unbestimmt	
Zuerst vernahm man ein Getöse als fahre ein schwer beladener Wagen durch das Haus.	Die Gegenstände im Zimmer kamen in's Wanken; die Thüren schlotterten, die Fenster klirrten.	—	[2]	
Gleich nach d. Erschütterung wieder Getöse, aber schwächer.				
Geräusch, als ob mehrere Fuhrwerke in die im zweiten Stockwerk gelegene Scheune fahren würden.	—	—	[2]	Im Rohr b. St. Peter soll ein Wetterleuchten bemerkt worden sein.
—	—	—	—	In St. Peter, Hinterarten, Breitnau, Hölsteig, Posthalde, Hirschsprung, Buchenbach trat das Erdbeben am
—	—	—	[2]	stärksten auf von den im Strassenmeister - Bezirk Kircharten gelegenen Orten.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatte(r)).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
293. Stählingen. (No. 10 Strassenmeister Heim).	12 ^h 45' 2 ^h 5'	Erste Bewegung. Zweite, schwächere Bewe- gung.	3'—4'
(No. 38 Münzer, meteorolo- gischer Beobachter).	12 ^h 54'	Ein ziemlich starker Stoss.	4'—5'
(No. 100 Handwerksbursche).	ca. 1 ^h ca. 2 ^h	Zwei kurze Stöße, einer um 1 ^h , der andere um 2 ^h .	—
(No. 212 Postamt).	12 ^h 55'	Zwei bis drei rasch auf- einander folgende wellen- förmige Stöße.	4'—6'
294. St. Ulrich (Frei- burg).	ca. 1 ^h 10'	Ein zweiter Stoss.	2'
(No. 233 Postamt).	ca. 12 ^h 50' 3 ^h 30'	Zwei starke Erdstöße in kurzem Zwischenraum; nochmaliger Erdstoss.	—
295. Sulzburg. (No. 29 Zeitung).	ca. 1 ^h	Ein schwacher Erdstoss wurde vernommen, der	ca. 2' (!) andauerte.
(No. 918 Strassenmeister Stelz).	zwischen 12 ^h 45'—1 ^h	—	—
(No. 213 Postamt).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Ein Stoss in senkrechter Richtung!	10'—15'
296. Tennenbronn (Triberg).	12 ^h 45'	Anzahl der Stöße unbe- stimmt, sie folgten kurz aufeinander.	20'—30'
(No. 213 Postag.).			

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Donnerähnliches un- terirdisches Rollen.	Fenster und Gläser klirrten. Rütteln des Bettes.	schie N—S	[2]	In massiv aus Stein gebautem Hause.
Begleitet von donner- artigem Geräusche.	Gegenstände auf dem Waschtisch stiessen aneinander.	W—O oder O—W	[2]	
—	—	—	[2]	
Dem ersten Stosse ging donnerartiges Getöse voraus.	—	NW—SO	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	—	[1]	
Rollendes Geräusch von mehreren Sekunden. Von keiner grossen Bedeutung.	Zimmergeräthe kamen in's Schwanken.	—	[2]	
Zuerst ein Rollen, dann der Stoss; das Rol- len ging von S—N.	—	S—N	[2]	
—	—	W—O	—	Das Erdbeben war hauptsächlich üb. den Langen- und Mittelberg be- merkbar.

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
297. Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	12 ^h 52'	Stoss von einer Dauer von	2"–3"
298. Thiengen. (No. 21 Hirt, Kulturober- aufseher).	12 ^h 47'	—	ca. 6"
(No. 106 Strassenbauinspek- tion).	12 ^h 48' 1 ^h 30'	Ein stärkeres, ein schwächeres donnerar- tiges Rollen.	—
(No. 214 Postamt).	12 ^h 45'	Ein kräftig anhaltender Stoss.	Mehrere Sekunden.
299. Thiergarten bei Oberkirch. (No. 87 Friederich, Strassen- meister).	—	Heftiger Stoss mit ca. 5" anhaltendem, schwachen Rollen und folgendem Schlag.	—
300. Thunsel (Krotzingen). (No. 118 Strassenmeister Borchtel).	zwischen 12 ^h 45' und 12 ^h 55'	Nur von wenigen Personen wurden schwache Er- schütterungen bemerkt.	—
301. Tiefenstein bei Waldshut. (No. 106 Kienzler, Haupt- lehrer).	12 ^h 50'	Erschütterungen von	5"–6"
(No. 270 Postag.).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	3"–4"

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Geräusch, gleich einem schnell fahrenden Fuhrwerke.	Klirren der Fenster und der auf dem Tische stehenden Geräte.	O—W	[2]	
Geräusch, wie von ei- nem langsam fahren- den, schweren Zuge.	Heftiges Schaukeln der Bettstelle, Knarren der Möbel. Bleistift fiel vom Waschtisch.	sahen W—O, einem anderen Beobachter. O—W	[2]	
Mit Erschütterung des Hauses.	Klirren der Fenster etc.	—	[2]	
—	—	—	[2]	
mit schwachem Rollen.	Thüren und Bettstel- len kamen in Be- wegung.	—	[1]	
—	—	—	[1]	
Die Erschütterung war zuerst ziemlich stark doch langsam, nach- her schwächer aber schneller.	—	W—O	[2]	
Donnerartiges Rollen.	—	O—N (!) (SO—NW)	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
302. Titisee. (No. 88 Strassenmeister Huber).	—	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
(No. 107 Voss, meteorologi- scher Beobachter).	12 ^h 45' ca. 2 ^h —3 ^h 45'	Heftige Erschütterungen.	—
(No. 215 Postamt).	12 ^h 50' 1 ^h 10' 2 ^h 30'	Nach dem ersten Stosse andauernde Erschütte- rung.	15 ^{''} Dauer 2 ^{''} „ 3 ^{''} „
303. Todtmoos. (No. 9 Strassenmeister Wehinger).	12 ^h 30' 1 ^h 45' 2 ^h 30'	—	3 ^{''} —5 ^{''}
(No. 35 Schmidt, Strassen- wart).	12 ^h 45' 1 ^h 55' 2 ^h 30'	Drei Erdbeben.	—
(No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben beobachtet, äh- lich wie Rotzingen No.106.	—
(No. 216 Postamt).	12 ^h 45' 1 ^h 45' 2 ^h 30'	Je ein Stoss.	8 ^{''} —10 ^{''} 3 ^{''} —3 ^{''} 4 ^{''} —5 ^{''}
304. Todtnau. (No. 96 J. Fallner)	ca. 12 ^h 45'	Erst ein zunehmendes Rol- len, ein Stoss scheinbar nach der Tiefe und dann ein abnehmendes Rollen. Klirrand, aber nicht schwankend.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	Im Hause des Richard Winterhalder (Gemarkung Saig) fiel eine Bildertafel herunter, und Blechbüchsen, die in der Küche auf einem Brette standen, auf den Boden.	—	[4]	
—	—	—	[3]	
Besonders der erste Stoss war von donnerartigem Getöse begleitet.	—	Erster Stoss wahrscheinlich N—S, die anderen sicher N—S	[2]	
Starke Erschütterung. Donnerartiges Getöse. Erster Stoss sehr heftig.	Fenster klornten, Häuser zitterten, freistehende Gegenstände wackelten.	N—S	[3]	
—	—	—	—	
—	—	—	[2]	
—	—	NW—SO	[2]	
—	—	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
304. Todtnau. (No. 96 J. Faller).	ca. 2 ^h	Eindruck, als wäre eine grosse Felsmasse in die Tiefe gefallen nach drei- maligem Aufstoss.	--
(No. 217 Postamt).	12 ^h 50' 2 ^h 5'	Je ein wellenförmiger Stoss;	erster 10", zweiter 3"
305. Todtnauberg. (No. 8 Schulz, Hauptlehrer)	12 ^h 45'	Zwei heftige Stösse, wie starke Böllerschüsse.	ca. 30"
(No. 38 Bad. Landeszeitung No. 20 vom 24. Jan. 1896).	3/4 1 ^h	Zwei starke Stösse, rasch hintereinander,	—
(No. 134 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	12 ^h 45'	Zwei starke Erdstösse.	—
(No. 271 Postag).	12 ^h 45'	Zwei Stösse; der erste 12 ^h 45' wahrgenommene Stoss war aussergewöhn- lich heftig.	ca. 10"
306. Triberg. (No. 20 Pulst, Strassen- meister).	ca. 2 ^h 30'	Ein Stoss.	
(No. 53 Zeitung).	ca. 1 ^h 40'—50'	Ziemlich starker Stoss.	3"—4"
	ca. 12 ^h 30'	Erdstoss (leichtes Erdbeben)	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	—	
—	Die Erdschwankung war so stark, dass von dem auf einem Tischstehenden, mit Wasser gefüllten Glase ein grosser Theil ausfloss.	erster Stoss SO—NW zweiter Stoss S—N	[3]	
Dumpfes Rollen folgte, wie wenn Eisenbahnzug in Station einfährt und stark gebremst wird.	—	W—O	[3]	
gefolgt von donnerähnlichem Knall und starkem Zittern des Bodens.	—	—	[2]	
Jeder mit donnerartigem Knall.	Die Einwohner wurden aus dem Schlafe geweckt.	—	[2]	
—	—	—	—	
Begleitet von Getöse, ähnlich dem Rollen eines schweren Wagens.	—	unbestimmt.	—	
begleitet von Getöse, ähnlich dem Rollen eines schweren Wagens.	—	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
306. Triberg. (No. 95 Löffel, Forstprak- tikant).	ca. 12 ^h 30'	Zittern von	ca. 3'
(No. 175 Postamt).	12 ^h 30'	Fortgesetzte rollende Be- wegung mit Geräusch, wie von einem schweren Wagen.	3'
307. Ueberlingen. (No. 176 Postamt).	12 ^h 47'	Zwei Stöße von je in Zwischenräumen von etwa 30".	1/2'
308. Uehlingen. (No. 33 Bad. Landeszeitung 24. Januar 1896 No. 20).	ca. 1 Uhr ca. 1 ^h 30'	Erster Stoss, gefolgt von einem zweiten ca. 1/2 ^h später.	—
(No. 47 Makley, Privatier).	12 ^h 47'	Zwei kurze, rasch sich folgende Stöße.	—
(No. 272 Postag.).	12 ^h 50' 2 ^h 6'	Je ein Stoss.	1' 30"
309. Ulm (Achern). (No. 83 Walz, Bierbrauer).	kurz vor 1 ^h	Ein Stoss, einige Sekunden später ein zweiter, hefti- gerer.	—
310. Unteralpfen (Waldshut). (No. 106 Frau Martin Ebner).	kurz vor 1 ^h ca. 2 Uhr	Erschütterung des Hauses, wie wenn der vordere Giebel eingestürzt wäre. 5 Sekunden später er- folgte eine zweite, nicht so heftige Erschütterung. Nochmals eine schwächere Erschütterung.	Das Ganze 10"—12"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
begleitet von Geräusch, wie von einem schwer beladenen, schnell fahrenden Fuhrwerk.	Klirren der Gläser im Zimmer.	—	[2]	Haus auf Fels- und Anschwemm- boden (?)
—	—	scheinbar S—N	—	
—	—	O—W	[1]	
Starkes Dröhnen der Häuser und Erzittern der Fenster und Thüren.	—	—	[2]	
—	Tafeln an der Wand und sonstige Gegenstände kamen in Bewegung.	—	[3]	
—	—	O—W	[3]	Aussergewöhnlich starkes Erdbeben.
—	Leute glaubten, Fenster und Thüren würden aus den Angeln gerissen.	W—O	[2]	
Dabei brauste heftiger Sturm. Das Getöse war wie das Fahren eines schweren Wagens.	Beim ersten Stoss war die Schwankung der Bettstelle so heftig, dass die Frau sich festhalten musste, um nicht herauszufallen.	NW—SO	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
310. Unteralpfen. (No. 273 Postag.).	vor 1 ^h ca. 2 ^h	—	5 ^{''} —6 ^{''}
311. Untereggingen (Waldshut). (No. 106 Landerer, Gendarm).	12 ^h 50' und 2 ^h 8'	Erschütterung des Hauses	8 ^{''} —10 ^{''} 4 ^{''} —5 ^{''}
312. Uttenhofen bei Thengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beobachtet (cf. Thengen No. 100).	—
313. Unterkirnach (Furtwangen). (No. 52 Zeitung). (No. 85 Strassenmeister König).	gegen 1 ^h 12 ^h 50' 1 ^h 15' ca. 2 ^h	Mehrere sehr heftige Stöße. Starke, stossartige Erschütterungen. Zweiter, schwächerer Stoss. Dritter Stoss.	— 8 ^{''} —10 ^{''} 3 ^{''} —4 ^{''} —
(No. 274 Postag.).	12 ^h 55' 1 ^h 54'	Zwei bis drei Stöße mit 4 ^{''} —5 ^{''} Zwischenraum. —	10 ^{''} —15 ^{''} 3 ^{''} —4 ^{''}
314. Unter-Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf Lenz- kirch No. 88.	—
315. Untermünsterthal. (No. 119 Klehmann, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 45' kurz vor 4 ^h	Erstes Beben. soll ein schwächerer Stoss erfolgt sein.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Getöse und Brausen ca. eine Stunde später nochmals Getöse.	Die Fenster klirrten.	SO—NW	—	
und donnerähnliches Rollen.	Fenster klirrten.	NO—SW	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	NNW—SSO	[3]	
Mit heftigem Getöse.	(cf. Furtwangen No. 85).	N—S	[3]	In einem Hause wurde die Bewe- gung eines im Eingang auf der N-Seite liegenden Eisenstückes ge- hört, auf der S- Seite Zittern der Fenster und Wän- de mit Getöse.
War von einem don- nerartigen Geräusch begleitet, das mit einem Knall endigte.	Die erste Erschütte- rung war derart, dass Häuser zitter- ten, Gläser in den Spinden klangen.	N—S	[2]	
—	—	—	[3]	
Ein donnerähnliches, 3"—4" anhaltendes Rollen von S—N, so dass die Häuser er- zitterten und die Leute auf die Strasse sprangen; darnach sturmwindähnliches Sausen von 10".	—	S—N	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
315. Untermünsterthal. (No. 149 Breisgauer Zeitung 24. Januar 1896 No. 20).	ca. 12 ^h 45' 2 ^h 30'	Ein starker Erdstoss wurde verspürt. noch ein leichterer Stoss.	3'—4' 1'—2'
316. Unterschwandorf bei Stockach. (No. 104 Strassenmeister Schmitz).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; keinen näheren Nachrichten.	—
317. Urloffen (Offen- burg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
318. Varnhalt. (No. 80 Badener Wochen- blatt 24. Januar 1896 No. 23).	2 ^h	Kleiner Erdstoss.	—
(No. 94 Raab, Strassen- meister).	12 ^h 55'	Ein Stoss von SW—NO.	—
319. Vierthäler bei Lenzkirch. (No. 88 Huber, Strassen- meister).	12 ^h 48' 2 ^h 3' etc.	Allgemeiner Bericht cf. Lenzkirch No. 88.	—
320. Villingen. (No. 5 Heimburger, Stras- senmeister).	12 ^h 48'	Zwei heftige Stöße, erster stärker als zweiter.	5'—6'
(No. 30 Badische Landes- zeitung No. 20, 24. Januar 1896).	ca. 12 ^h $\frac{3}{4}$ ^h gegen 2 ^h	Zwei gewaltige Stöße. Zweiter, weniger starker Stoss.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	SW—NO	[2]	
—	—	—	[1]	
—	—	—	[1]	Ohne nähere Berichte.
—	—	—	[1]	
Begleitet von einem Getöse, dem Rollen eines schweren Wagens ähnlich.	—	SW—NO	[1]	
—	—	—	[3]	
mit donnerähnlichem Rollen. Zittern des Hauses.	Gegenstände klirrten. Thürschlingeschlotterte.	O—W	[3]	Ein Nachbar meinte, ein Fuhrwerk fahre über hart gefrorenen Boden.
—	Verschiedene Telegraphendrähte wurden abgerissen!	—	[3]	Kein ähnliches Erdbeben in der Erinnerung der Leute!

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
320. Villingen. (No. 42 Schüssler, Haupt- lehrer).	12 ^h 45' 2 ^h	Zwei heftige Stösse, zu- sammen. Ein schwächerer Stoss.	7'
(No. 56 Zeitung).	12 ^h 45' ca. 2 ^h	Sehr heftig. Zwei starken Stössen folgten drei leichtere Schwingungen. Zweites Erdbeben mit einem schwächeren Stosse.	—
(No. 73 (?) Beobachter).	12 ^h 45' (Teleg.-Uhr) ca. 2 ^h	Zwei Stösse dauerten etwa Noch ein schwächerer Stoss.	7'
(No. 168 Postamt).	12 ^h 50' 12 ^h 55' 2 ^h 1'	Zwei Stösse kurz hinter- einander. Ein Stoss. Ein Stoss.	2' 2' 2'
321. Vimbuch bei Achern. (No. 94 Strassenmeister Raab).	12 ^h 50'	Erschütterung von	ca. 1'
322. Vöhrenbach bei Furtwangen. (No. 85 Strassenmeister König).	12 ^h 50' 1 ^h 15' ca. 2 ^h	Starke, stossartige Erschüt- terungen. Zweiter, schwächerer Stoss. Dritter Stoss.	8'—10' 3'—4' —

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Begleitet von starkem Getöse, wie wenn eine Mauer einfällt.	In den Zimmern schwankten und klirrten Gegenstände. Neuangelegter Telephondraht abgerissen.	wohl NW—SO	[4]	
Die beiden ersten Stöße von starkem Getöse begleitet, wie wenn eine Mauer umfällt, die nachfolgenden von einem Geräusch eines fahrenden Wagens.	Betten gerüttelt.	wahrscheinlich N—S	—	So heftig wie nicht seit Menschengedenken. Telegraphendraht abgerissen. (Angabe der Häuser).
Langsames Schwanken bei beiden Stößen gleich, aber erster schwächer als zweiter, auch Geräusch mehrere Sekunden. Anhaltendes Rollen ging voraus und folgte.	Stoss mit Getöse, wie einfallende Mauer, dann wie das Hinrollen eines Wagens. Gegenstände im Zimmer zitterten.	wahrscheinlich NW—SO	[3]	Gute Zeitangabe! Haus auf Kies und Sand.
Auf die Stöße folgte jeweils Getöse wie das Rollen eines Lastwagens.	—	O—W	—	
—	Das Geschirr im Küchenkasten klirrte.	—	[1]	
Mit heftigem Getöse.	(= No. 85 Furtwagen.)	N—S	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatler).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
322. Vöhrenbach. (No. 142 Freiburger Zeitung, No. 20 25. Januar 1896).	Gegen 1 Uhr	—	40'
(No. 218 Postamt).	Gegen 2 Uhr	erfolgte dann ein zweiter Stoss, der aber weit schwächer war.	
323. Volkertsbaum bei Singen. (No. 101 Strassenmeister Schönmeier).	12 ^h 45' 2 ^h	Zwei Erschütterungen.	1' 80'
(No. 275 Postag.).	zwischen 12 ^h und 1 ^h	Ein Erdstoss.	—
324. Wagensteig (Kirchzarten). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	ca. 12 ^h 40' bis 50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
325. Wagshurst bei Achern. (No. 86 M. Berger, Land- wirth).	kurz vor 2 ^h und ca. 2 ^h 45'	wurde Erdbeben wahrge- nommen	—
	—	Kräftiger Stoss und darauf folgte eine Erschütterung von	ca. 4'

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
<p>weckte die Leute ein starker Krach, als wenn es bei einem Gewitter in nächster Nähe eingeschlagen hätte.</p> <p>Darauf folgte ein Rollen und Beben, das ca. 20° anhielt</p>	<p>Gegenstände fielen von den Gesimsen herab, Gläser sprangen auf den Tischen herum und die Thiere sprangen schlaftrunken umher.</p>	<p>—</p>	<p>[9]</p>	<p>Nach dieser Erscheinung konnte man einen prachtvollen Sternschnuppenfall aus dem Sternbilde des grosser. Bären beobachten.</p>
<p>Der erste Stoss war heftig donnerähnlich. Die zweite Erschütterung war weniger stark und verlief sich untermässigem Rollen.</p>	<p>Verursachte Zittern der Fenster.</p>	<p>etwa von O—W</p>	<p>—</p>	
<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>[2]</p>	
<p>Eindruck, als ob ein Fuhrwerk fahren würde.</p>	<p>Zittern der Häuser.</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	
<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>unbestimmt</p>	
<p>—</p>	<p>—</p>	<p>—</p>	<p>unbestimmt</p>	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
326. Wahlwies bei Stockach. (No. 104 Schmitz, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen; keinen näheren Nachrichten.	—
327. Waldau (Kirch- zarten). (No. 116 Berger, Strassen- meister).	—	Das Erdbeben wurde mehr- fach wahrgenommen.	—
328. Waldkirch . (No. 36 M. Weber).	12 ^h 50'	Ein ziemlich starker Erd- stoss.	—
(No. 41 O. Keller).	12 ^h 50'	—	Mehrere Sekunden.
(No. 153 Herr Oberamts- richter Urnau).	12 ^h 48' (nach der Taschenuhr, die der Bahn- uhr 2' 40" nachging). (Mitteleurop. Zeit = 12 ^h 50' 40"). ca. 2 ^h	Ein Stoss wurde verspürt von unten, als würde die Bettstelle am Fussende in die Höhe gehoben. will ein Gefangener noch einen Stoss gespürt haben.	Der Stoss dauerte 1"—2'
329. Waldkirch (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Erdbeben beobachtet wie in Gais No. 106.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[1]	
—	—	—	[1]	Keine genaueren Nachrichten.
—	Thüren und Boden der Schlafzimmer krachten. Fussboden erschüttert. Ein Stück Zimmerdecke fiel ein.	—	[2]	
Geräusch, wie ferner, immer näher kommender Donner. Gewaltige Erschütterung des Hauses.	Thüren klornten.	W—O	[2]	
Es entstand ein Geräusch, als wenn die Bettstelle am Fussende gehoben würde. Ausserdem war ein Geräusch, wie von einem rollenden Wagen nach der Erschütterung vorhanden, das ca. 1' dauerte.	—	Das Geräusch schien sich nach SW zu verlieren.	—	Beobachtet im zweiten Stock d. Amtsgerichtsgebäudes.
—	—	—	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
330. Waldshut. (No. 67 Strassenbauinspek- tion).	Kurz vor 1 ^h	Starkes Rütteln und Schüt- teln	—
(No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	—	—
(No. 136 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19.)	—	—	—
(No. 164 Postamt).	12 ^h 50'	Mehrere schwache Stösse und dann drei bis vier folgende stärkere Stösse, zwischen den ersten schwächeren Stössen und d. stärkeren 1 ^h Zwischen- raum. Die Stösse gingen von unten nach oben	—
331. Wallbach (Säckingen).	1 ^h 45'	Noch ein schwächerer Stoss.	—
(No. 141 Freiburger Zeitung 25. Januar 1896 No. 20).	—	Dem ersten Stosse folgte nach etwa 3 Sekunden ein zweiter und zwar kräf- tigerer, als der erste, so dass man einen Moment glaubte, alles was man um sich hat, ja sogar die Häu- ser seien im Schwanken.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
mit donnerartig rollendem Getöse, als ob ein schwerer Gegenstand im anderen Stockwerk zu Boden fiel oder Bahnzug vorbeifuhr.	Regulatoruhr blieb um 1/2 Stunde nach dem Erdbeben stehen.	—	[2]	Im Freien wurde kaum etwas wahrgenommen.
Ein Rollen, wie von einem schwer beladenen Wagen über gepflasterte Strasse und gleichzeitig ein Brausen, wie von einem starken Sturmwinde.	—	—	[2]	
—	Die Häuser wurden stark erschüttert und die Fenster klirrten unheimlich.	—	—	
Das Erdbeben war mit Geräusch verbunden.	Auf dem Thurme der Friedhofskirche soll die Glocke angeschlagen haben.	—	[3]	
Ein starkes Brausen, dem ein donnerartiges Rollen folgte, ging der Erschütterung voraus.	—	W-0	[2]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
332. Wangen bei Singen. (No. 101 Schönmeier, Stras- senmeister).	ca. 12 ^h 40'—50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
333. Watterdingen bei Tengen. (No. 100 Strassenmeister Rübenacker).	—	Das Erdbeben wurde beob- achtet (cf. Thengen No. 100).	—
334. Weisweil (Walds- hut). (No. 106 Strassenbauinspek- tion).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen.	—
335. Weizen . (No. 219 Postamt).	ca. 12 ^h 50'	Zwei Stösse (nach anderen Beobachtern auch mehr) im Zwischenraum von 15"—20".	20"
	etwa 2 ^h 15'	Ein weiterer nur schwacher Stoss.	
336. Wettelbrunn (Staufen). (No. 119 Strassenmeister Klehmann).	zwischen 12 ^h 30' und 12 ^h 45'	Erdbeben verspürt wie in Grunern No. 119.	—
337. Wiechs bei Singen. (No. 101 Strassenmeister Schönmeier).	ca. 12 ^h 40'—50'	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Singen No. 101).	—
338. Wies (Schopfheim). (No. 276 Postag.)	12 ^h 50'	Ein rollender Stoss.	6"—7"

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
—	—	—	[2]	
—	—	—	[1]	
—	—	—	[1]	Nur die Bewohner der erhöht liegenden Kreispflegeanstalt nahmen etwas wahr.
Der erste Stoss war von einem Getöse begleitet, wie das eines heranziehenden Zuges. Beim zweiten Stoss war fast gar kein Geräusch zu vernehmen.	—	NW—SO	[1]	
—	—	S—N	[2]	
—	—	—	[2]	
—	Durch die Erschütterung Läuten am Apparat.	O—W	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
339. Wiesleth bei Schopfheim. (No. 23 Peter, Strassen- meister).	12 ^h 40'	Dreimalige Wiederholung der Erschütterung.	5 ^{''} —7 ^{''}
340. Wittenschwand . (No. 277 Postag.).	12 ^h 45'	Erster Stoss (zwei Stösse mit 1 ^{''} Zwischenraum?).	15 ^{''}
341. Wittenthal (Frei- burg). (No. 147 Breisgauer Zeitung 24. Januar 1896 No. 20).	2 ^h 15' um 12 ^h 55' war alles wieder still. ca. 2 ^h	Dauer des Stosses Eine Stunde später ein zweiter nur sehr schwa- cher Stoss.	3 ^{''} mehrere Sekunden.
342. Wolfach . (No. 76 Schätzle, Ober- förster).	12 ^h 46'	Heftige Erschütterung.	—
343. Yach bei Elzach. (No. 93 Rimmelin, Ober- lehrer).	—	cf. allgemeinen Bericht über Elzach No. 93.	—

e. Art der Bewegung und Schallerscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungsrichtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Getöse, als wenn ein schwerer Gegenstand umfällt.	—	schien NO—SW	[2]	.
—	—	NW—SO	unbestimmt	
Gewaltiges Brausen und Tosen, als kämen Wasserwogen vom Schauinsland her gegen das vereinzelt liegende Haus und dann gewaltiges, unterirdisches Donnern, Krachen und Knirschen, als schiesse ein im vollen Laufe gebremster Blitzzug auf das Haus zu, dass es schwankte. Dann noch ein sich entfernendes Brausen in der Luft und im Wald und dann war es unheimlich still.	Das Haus fing an zu schwanken und zu schaukeln, wie ein Schiff auf sturmgepeitschten Wogen. Frau und Kinder fuhren mit Schrei aus dem Schlafe und waren vor Schreck so gelähmt, dass sie kein Wort hervorbringen konnten.	S—N	[3]	In anderen, kaum 150 m seitwärts stehenden Wohnungen, soll der Stoss nicht so heftig gewesen sein, dagegen in allen in der Richtung nach N gelegenen Häusern will man ihn stärker und das Rauschen und Brausen heftiger gefunden haben.
Fussboden schwankte auf und ab mit Getöse, ähnlich dem Rauschen eines Baches.	Leichte Gegenstände kamen in Bewegung. An einer Wand war Verputz herabgefallen.	—	[3]	Person im Bett nach N bewegt (?)
—	—	—	[3]	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stösse.	d. Dauer.
344. Zähringen (Frei- burg). (No. 114 Strassenmeister Grossholz).	—	Erschütterung	—
(No. 278 Postag.).	12 ^h 40'	Ein Stoss.	2"
345. Zarten a. d. Dreisam. (No. 131 Freiburger Zeitung 24. Januar 1896 No. 19).	12 ^h 45'	erfolgte ein heftiger Stoss Rasch darauf erfolgte ein zweiter Stoss mit weniger Heftigkeit,	—
	1 ^h	—	—
	2 ^h 5'	erfolgte eine dritte Er- schütterung, fast ebenso heftig, wie die ersten	—
346. Zell a. H. bei Offen- burg. (No. 70 Wittemann, Ober- förster).	1 ^h 45'	Stoss und wellenförmige Bewegung.	2"—3"
(No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	—	—
(No. 220 Postamt).	12 ^h 45'	Ein Stoss.	6"—8"

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
mit Brausen, wie von einem fahrenden Ei- senbahnzuge.	—	—	[1]	
—	—	N—S	—	
mit donnerndem Ge- töse (Sausen). mit langanhaltendem, dumpfem Rollen. das dumpfe Rollen wiederholte sich, und von demselben Getöse begleitet.	Die Leute fuhren aus dem Schlafe auf; Thüren rüttelten und Fenster klirr- ten.	—	[3]	Das Erdbeben war so stark, dass der Berichterstatter meinte, das fest- gemauerte Haus wolle einstürzen. [Da Zarten ganz auf Dreisam- Schwemmland liegt, machten sich hier die Be- wegungen stark fühlbar!]
Zuerst in der Ferne dumpfes, erschüt- terndes Geräusch, ähnlich dem Rollen eines schnellfahren- den, schwerbelade- nen Wagens, näherte sich etwa von ONO, dabei wellenförmige Bewegung der Ge- bäude verbunden mit einem Stoss.	An der Wand hängen- de Gegenstände be- wegten sich; eine schwere Thür in mas- siv. Hause pumpte, wie wenn sie heftig zugeschlagen würde.	ONO—WSW	[3]	Vieh im Stall war unruhig. Kurzer, unvollstän- diger Bericht, deckt sich mit No. 70.
—	—	—	—	
—	—	S—N	—	

a. Ort. (Nummer des Berichtes und Berichterstatter).	b. Eintritts- zeit.	c. Art des Bebens. Anzahl der Stöße.	d. Dauer.
347. Zell (Wiesenthal). (No. 221 Postamt).	12 ^h 45'	Drei Stöße kurz aufeinander folgend.	3"
348. Zell-Weierbach (Offenburg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion).	—	Zwei rasch aufeinander folgende Stöße	—
349. Zoznegg bei Stockach. (No. 104 Strassenmeister Schmitz).	ca. 12 ^h 45'	Wiederholte, starke Erschütterungen.	—
350. Zunzingen (Müll- heim). (No. 91 Strassenmeister Stelz).	zwischen 12 ^h 45' und 1 ^h	Rollendes Getöse von	mehreren Sekunden.
351. Zunsweier (Offen- burg). (No. 111 Strassenbauinspek- tion). (No. 279 Postag.).	—	Das Erdbeben wurde wahr- genommen (cf. Offenburg No. 111).	—
352. Zusenhofen bei Oberkirch. (No. 87 Strassenmeister Friederich).	zwischen 12 ^h und 1 ^h	Ein anhaltender Stoss.	5"–6"
	—	Nur wenig bemerkt.	—

e. Art der Bewegung und Schall- erscheinungen.	f. Wirkungen.	g. Bewegungs- richtung.	h. Grad.	i. Bemerkungen.
Die Stösse waren von donnerartigem Ge- töse begleitet.	—	O—W	[2]	
waren begleitet von sturmwindähnlichem Brausen.	Heftiges Erzittern der Häuser, Betten und des Hausraths. An einer freihängenden Lampe wurde der Cylinder zerbro- chen.	—	[3]	
—	Die Stehlampe fiel über den Tisch hinunter.	—	[2]	
Ohne grosse Bedeutung.	Zimmergeräthe kamen in's Schwanken.	—	[2]	
—	—	—	[2]	
—	—	O—W	—	
—	—	—	[1]	

Auslese und Kampf ums Dasein mit besonderer Hinsicht auf den Menschen.

Von Dr. Ludwig Wilsner.

Allmählig beginnen die wilden Wogen stürmischer Meinungskämpfe, die Darwins bahnbrechendes Werk von der „Entstehung der Arten“ (Origin of species by means of natural selection etc. 1859) erregt hatte, sich zu glätten, das heisse Ringen und Streiten der Geister um eine neue Lebensanschauung geht mit dem Jahrhundert zu Ende, und der Sieg der naturwissenschaftlichen darf als entschieden gelten. Wer wagt es heute noch, dagegen aufzutreten?

Bewundernswerth, wahrlich, sind die thatsächlichen Erfolge der Naturwissenschaft: „die freie Tochter der Natur“, die schlummernde oder ungezügelte Kraft ist in den Dienst des Menschen gestellt, mit Blitzesschnelle umkreisen unsere Gedanken den Erdball, und ein Herrscherwort, in der Heimath gesprochen, wenige Stunden später wird es mit Donner-ton durch der Geschütze ehernen Mund den fernsten Küsten verkündet. Grosses ist erreicht, Grösseres lässt sich erhoffen! Aber noch herrlicher fast muss dem wahrheitsuchenden Denker der Sieg auf rein geistigem Gebiet erscheinen: aus den Irr-salen fruchtloser Grübeleien erhebt sich die Wissenschaft zu zielbewusster Forschung, und dem schrankenlosen Flug der Einbildungskraft wird der Weg gewiesen zur Erkenntniss vom wahren Wesen der Dinge. Befruchtend und fördernd durch dringt naturwissenschaftliche Anschauung und Forschungsweise immer neue Wissensgebiete, dem rückschauenden Forscherblicke erhellt sich das Dunkel der Vorzeit, und über die gähnende Kluft zwischen Geschichte und Urgeschichte spannt sich eine leuchtende Brücke.

Das weissagende Wort des grossen englischen Forschers: „Licht wird fallen auf den Ursprung des Menschen und seine

Geschichte“, es ist zur Wahrheit geworden. Die ursprünglich rein naturwissenschaftliche Rassenforschung hat für das Verständniss geschichtlicher und sprachlicher Vorgänge die grösste Bedeutung erlangt und bemerkenswertherweise die einem Vorurtheil zuliebe missachtete alte Ueberlieferung von der „Werkstatt der Völker“ bestätigt.

Aus der Entwicklungslehre, nach der wir dem Menschen wohl die erste, aber keine Ausnahmestellung unter den Lebewesen einräumen, ergibt sich die unabweisliche Voraussetzung, dass wir den gleichen, ewig unveränderlichen Gesetzen unterworfen sind, wie diese. Nach Darwin vollzieht sich die Entwicklung niederer zu höheren Wesen durch Vererbung der Anpassung an äussere Verhältnisse, durch Auslese und Kampf ums Dasein. Alle diese Ausdrücke sind zu Schlagwörtern unserer Zeit geworden, denen wir täglich, nicht nur in wissenschaftlichen Werken, sondern auch in der Zeitung, im Gespräch, in Unterhaltungsschriften, in gelehrten und ungelehrten Reden und Vorträgen begegnen. Während jedoch die Entwicklungslehre selbst Gemeingut nicht nur der Naturforscher, sondern, man darf sagen, der Gebildeten geworden, ist über die Art und Weise, wie die genannten Theilkräfte zusammenwirken, ein lebhafter Meinungskampf entbrannt. So hoch auch Darwin als Forscher und Mensch für uns stehen mag, eine genaue Sichtung und Prüfung seiner Lehren ist das Recht der Wissenschaft. Merkwürdigerweise hat nun die durch diese Lehren angeregte Beobachtung und durchgeistigte Forschung gezeigt, dass gerade das, was Darwin und sein Zeit- und Sinnesgenosse Wallace für das Wesentliche der Artenbildung hielten, die Naturzüchtung durch Auslese einer strengen Beurtheilung nicht stand hält. Wir müssen überhaupt, was die beiden englischen Forscher nicht in genügender Weise gethan, diesen Begriff in mehrere Unterbegriffe zerlegen. Eine Auslese findet unter Artgenossen statt durch Wettkampf der Einzelwesen um Nahrung und Weibchen, eine Auslese erfolgt ferner durch die Umbilden des Wetters, durch knappe Nahrung und andere äussere Schädlichkeiten, eine schonungslose Auslese halten ferner die Feinde einer Art, die zahlreiche Glieder derselben fangen, tödten, fressen. Das ist die Einzelauslese. Eine solche kann auch durch den Menschen künst-

lich geübt werden, indem er zu Züchtungszwecken einzelne Thiere aussucht und nur diese zur Fortpflanzung zulässt. In ähnlicher Weise kann aber auch eine Naturzüchtung entstehen, wenn eine beschränkte Zahl von Pflanzen oder Thieren, durch räumliche Entfernung oder unübersteigliche Schranken von der grossen Gemeinschaft der Art getrennt, für die Fortpflanzung auf die Vermischung untereinander angewiesen ist. Neben der Einzelauslese geht aber der Rassenkampf einher: hier kämpfen nicht Einzelwesen gegen einander oder gegen äussere Fährlichkeiten, sondern die Gesammtheit einer Art oder Rasse sucht sich auf Kosten einer andern auszubreiten. All diese verschiedenen Arten natürlicher und künstlicher Auslese müssen streng auseinander gehalten werden. Darwin, der überhaupt meist leicht abändernde Hausthiere beobachtete, hat diese Unterschiede nicht mit genügender Schärfe erkannt und hervorgehoben. Dieser Vorwurf kann ihm, bei aller Anerkennung seiner sonstigen Verdienste, nicht erspart werden.

Was ist nun das Ergebniss der Einzelauslese in der freien Natur? Der Sieg des Stärkeren. Die starken Hirsche, um ein Beispiel anzuführen, werden die Kümmerer von den Futterplätzen und den Weibchen vertreiben, sie werden den grimmigen Frost eines strengen Winters leichter überdauern, sie werden ihren Feinden besser entrinnen, ja selbst Widerstand leisten können. So wird, wenn die natürliche Auslese ungehindert waltet, das Hirschgeschlecht dadurch, dass nur die Stärksten zur Fortpflanzung gelangen, immer kräftiger, gesünder, stattlicher werden. Wir sehen in den ausgestorbenen Riesenhirschen, in dem noch lebenden, aber auch schon dem Untergang geweihten Wapiti die Erfolge solcher Naturzüchtung durch Einzelauslese. Warum aber muss dieser fortwährende Sieg des Stärkeren doch schliesslich mit dem Untergang, dem Aussterben der Art endigen? Einfach deshalb, weil solche Riesenthiere über die Verhältnisse hinauswachsen: sie finden nicht mehr genug Nahrung für ihre grossen Leiber, sie werden schwerfälliger, und wenn dann zu den übrigen noch ein so gefährlicher Feind wie der mit dem Feuerrohr bewaffnete Mensch hinzukommt, so ist ihr Schicksal besiegelt.

Hat ausser Grösse und Stärke die natürliche Auslese noch andere Eigenschaften gezüchtet? Nein. Die riesigen Geweihe, Schädel und Felle von Edelhirschen vergangener Jahrhunderte, die wir in alten Jagdschlössern anstaunen, unterscheiden sich von den heutigen eben nur durch die Grösse. Der Hirsch ist bei uns dem Aussterben nahe und befindet sich in rückschreitender Entwicklung, weil selbstverständlich, wenn die Nahrung knapp wird und übermächtige Feinde auftreten, in umgekehrter Weise gerade die Grössten und Stattlichsten der Auslese zum Opfer fallen.

Wir haben an diesem Beispiel gesehen, dass die natürliche Einzelauslese allein artenbildend nicht wirken kann. Wenn aber etwas anderes hinzutritt, z. B. der Mensch, der zu Züchtungszwecken eine Auslese nach bestimmten Eigenschaften oder Merkmalen vornimmt, ja, dann werden sich schnell, nach wenigen Geschlechtsfolgen deutliche Unterschiede, Anfänge einer neuen Rasse herausbilden. Der gleiche Fall wird eintreten, wenn die Natur selbst dem Weiterschweifen und der Suche nach Weibchen einen Riegel vorschiebt; dann bleibt die Fortpflanzung auf die zusammen Eingeschlossenen beschränkt und die Nachkommen erben nur die zufälligen Eigenschaften einer ausgelesenen, oder besser ausgesperrten Gesellschaft. Auch hierbei werden bald Abweichungen von der Stammrasse auftreten. Ein Beispiel sind die Wildpferde der „Russischen Insel“ bei Wladiwostok. Aus wenigen, von russischen Händlern in den siebziger Jahren ausgesetzten zahmen Pferden hat sich in kaum drei Jahrzehnten eine den örtlichen Verhältnissen trefflich angepasste, kopfreie Wildrasse entwickelt, die sich sehr wesentlich von ihren Vorfahren unterscheidet. Setzen wir den Fall, durch ein Naturereigniss würde die Absonderung beseitigt, so könnte die neugebildete Rasse mit der nicht veränderten Festlandsrasse in Wettbewerb treten. Sie würde, weil sie im harten Daseinskampf abgehärtet, widerstandsfähig und genügsam geworden, ihren Verwandten überlegen sein, würde sich auf deren Kosten ausdehnen, ja sie unter Umständen ganz verdrängen. Diese Beispiele mögen zeigen, wie wir uns das Walten der Einzelauslese und des Rassenkampfes vorzustellen haben. Der Kampf ums Dasein kann, wie jeder andere Kampf, nicht aufbauen, sondern nur

zerstören; er kann nur in sofern der fortschreitenden Entwicklung dienen, als er durch Beseitigung von Minderwerthigen für die Starken und Gutgerüsteten Raum schafft. Abgesehen von der künstlichen Zuchtwahl, die durch immer neue Auslese Vieles erreichen kann, muss bei der Artenbildung zur räumlichen Absonderung noch etwas hinzukommen, nämlich die Vererbung der durch Anpassung an andere Verhältnisse erworbenen Eigenschaften. Soast würden auch in einer von der grossen Rassengemeinschaft abgetrennten Minderheit sich keine neuen Merkmale befestigen können. Denn es würde, Ausdehnungsraum und Ueberfluss an Nahrung vorausgesetzt, bei starker Vermehrung eine solche Menge von Rückschlägen auf entfernte Vorfahren vorkommen, dass durch die zweigeschlechtige Fortpflanzung, die ja niemals zwei völlig gleiche Eltern zusammenbringt, jede etwaige Abweichung von der Stammform sofort wieder im allgemeinen Gleichheitsstrom untertauchen müsste. Nur wenn der Züchter mit Absicht dem natürlichen Lauf der Dinge entgegenarbeitet, kann er Neues erzielen; nur wenn räumliche Trennung die Erhaltung örtlicher Anpassung schützt kann in der Natur Artenbildung eintreten. Die geschlechtliche Fortpflanzung wirkt gerade umgekehrt, als sich manche Vererbungstheoretiker vorstellen; sie hat nicht die Aufgabe, Neues zu erzeugen, sondern das Alte zu erhalten und jede Abweichung von der Durchschnittsgestalt zu verwischen. Rassen, die bei gleichbleibenden äusseren Verhältnissen durch keine trennenden Schranken beengt sind, zeigen daher ausser Kraft und Gesundheit, der Wirkung der Einzelauslese, eine grosse Gleichförmigkeit der Eigenschaften, eine Wirkung der zweigeschlechtigen Fortpflanzung.

Gewiss kommen nicht alle Keime zur Entwicklung, sicher erliegen zahllose Lebewesen, ehe sie zur Fortpflanzung gelangen, den vielen Gefahren und Schädlichkeiten des Daseinskampfes, aber dies ändert nichts an den Eigenschaften der Art; die Reihen schliessen sich wieder, die Lücken füllen sich durch die unerschöpfliche Fruchtbarkeit, und jede Sondereigenschaft verliert sich bei ungehinderter Vermischung schnell wieder im allgemeinen Brei der Rasseneinheit.¹

¹ Wenn auch das innerste Wesen der Vererbung wohl immer „Theorie“ bleiben wird — ebenso wie der Zusammenhang

Eine unbefangene und vorurtheilsfreie Naturbeobachtung kann also die Bedeutung nicht anerkennen, die Darwin, durch das Lesen Malthus'scher Schriften angeregt, der „Auslese“ zuschreiben zu müssen glaubte. Streichen wir aber diese aus der Entwicklungslehre, so bleibt nicht mehr übrig, als was schon ein halbes Jahrhundert vor Darwin, allerdings noch unverständlich für seine Zeitgenossen, Jean Lamarck (*Philosophie zoologique*, 1809) gelehrt. Je mehr die Entwicklungslehre Gemeingut wird, desto mehr wird man die Verdienste dieses seiner Zeit vorausgeeilten Mannes anerkennen müssen. Er hat nicht nur als wahren Grund der Artenbildung die Anpassung an neue Verhältnisse, den Gebrauch oder Nichtgebrauch einzelner Theile erkannt, er hat auch schon die Bedeutung des Rassenkampfes und der räumlichen Sonderung hervorgehoben und den Instinkt²⁾ in völlig zutreffender Weise erklärt. Er war auch ein Menschenkenner und wusste wohl, dass „die Menschen mit grösster Verstandesschärfe und klarstem Geiste zu allen Zeiten eine verschwindende Minderheit bilden“.

So können wir uns auch nicht wundern, wenn von gewisser Seite in Darwins Lehre gerade das Irrthümliche als das Wesentliche betrachtet wird. Es gibt eine Schule von „Auslesefanatikern“, die meinen, alle Artenbildung nur durch Naturzüchtung erklären zu können, die auf jede sich aufwerfende Frage nur die eine Antwort „Auslese“ haben. Begründer derselben ist Weismann und er hat im Laufe der Zeit seine Lehre zu einem ungemein verwickelten und künstlichen Bau ausgestaltet, während die Natur auch das Grösste mit den einfachsten Mitteln erreicht. Die „Selektionstheorie“ hat zwei Voraussetzungen, mit denen sie steht und

von Seele und Leib, von Geist und Stoff — so verdient doch jedenfalls eine Vererbungstheorie den Vorzug, die uns die Beobachtung der Natur erleichtert und die Lebensvorgänge erklärt. Eine solche findet sich in Haacke's sehr lesenswerthen Werken „Schöpfung der Thierwelt“, 1893, „Gestaltung und Vererbung“, 1893, und „Schöpfung des Menschen und seiner Ideale“, 1895.

²⁾ Dies Fremdwort habe ich s. Z. mit „Erbübung“ verdeutscht; Haacke spricht von „Erbgedächtniss“, und auch „Erbgewohnheit“ wäre ein passender Ausdruck. Die deutschen Bezeichnungen geben zugleich die Erklärung des Begriffs.

fällt: erstens, dass die Einzelauslese artenbildend wirke — dass dies unmöglich, haben wir gesehen —, und zweitens, dass während des Lebens erworbene Eigenschaften sich nicht vererben können. Auch diese Behauptung ist unbewiesen und unbeweisbar. Sie widerspricht im Gegentheil jeder Erfahrung; denn wer, wie z. B. der Arzt, mit offenen Augen ins Leben sieht, hat häufig Gelegenheit, die erbliche Uebertragung solcher Eigenschaften zu beobachten.³ Freilich wird nicht jede Beschädigung vererbt; das wäre ja schlimm. Um Gestalt und Gesundheit zu bewahren, hat die Natur zwei mächtige Hilfsmittel: die erhaltende Vererbungskraft, am stärksten bei den ältesten Eigenschaften, und die geschlechtliche Fortpflanzung, die zusammen jede Abweichung vom Rassendurchschnitt zu verwischen streben. Um eine Vererbung zu Stande zu bringen, muss entweder ein länger dauernder Reiz — z. B. Entzündung bei Verletzungen — die erhaltende Vererbungskraft überwinden oder es müssen von beiden Elternseiten gleiche oder ähnliche Veränderungen oder Anpassungen zusammentreffen. Wo diese Voraussetzungen vorhanden sind, sehen wir fast immer Vererbung eintreten, ja wir können sie sogar künstlich herbeiführen.⁴ Weismanns Lehre hat, wie viele falsche Theorien, unverdientes Aufsehen erregt und eifrige Anhänger gefunden. Die Zuchtwahllehre hat ja für den ersten Anblick und den Durchschnittsdenker etwas ungemein Bestechendes und Einleuchtendes und dadurch sicher mit beigetragen zu dem raschen Sieges-

³ Meine eigene Familie liefert folgendes Beispiel: meine Schwiegermutter hatte sich durch einen Sturz in der Jugend eine Verstauchung des kleinen Fingers der linken Hand zugezogen. In Folge der langdauernden Anschwellung hat sich am ersten Fingerglied auf der Beugeseite eine weitere Zwischenfalte entwickelt. Diese sonst ganz ungewöhnliche Falte hat meine Frau an einer, mein zweitältester Sohn an beiden Händen.

⁴ Anhängern und Gegnern der Weismann'schen Theorie sei folgender Versuch empfohlen: man impfe je ein Auge eines jungen Kaninchenpärchens mit giftigem Eiter, so dass das Auge durch Entzündung zu Grunde geht. Es ist Tausend gegen Eins zu wetten, dass unter den Nachkommen des Pärchens sich Thiere mit verkümmerten Augen befinden werden.

lauf der Entwicklungslehre unter Darwins Fahnen. Die reine Selektionstheorie ist aber mehr ein Kind der Studierstube und verträgt sich schlecht mit wirklicher Beobachtung des Lebens. Sie hat auch entschiedene Gegner gefunden, in England besonders Spencer, in Deutschland Häckel, Eimer, Haacke u. A.⁵ Jetzt hat sie entschieden ihren Höhepunkt überschritten und ist in eine bedenkliche Sackgasse gedrängt. An der neuen Schrift des Freiburger Professors (Ueber Germinal-Selektion, eine Quelle bestimmter gerichteter Variation, Jena 1896), in der er eigentlich die Schiffe hinter sich verbrennt, ist das Geständniss werthvoll, dass man mit der Einzelauslese der Lebewesen nicht auskomme und dass deshalb die Auslese schon innerhalb der Keimzelle beginnen müsse. Da aber, wie zahlreiche Versuche gezeigt haben, der Keimstoff vor den ersten Zelltheilungen noch völlig gleichartig ist, so war diese neueste Theorie⁶, wie Eimer ganz richtig urtheilt, „schon bei ihrer Erfindung ein todtgeborenes Kind“. Damit wollen wir diese grauete aller Theorien verlassen und lieber der Mahnung des Dichters folgen:

Greift nur hinein ins volle Menschenleben!

Ein jeder lebt's, nicht vielen ist's bekannt,

Und wo ihr's packt, da ist's interessant.

Genau ebenso wie in der Thierwelt wirkt Einzelauslese und zweigeschlechtige Fortpflanzung auch beim Menschen. Bei allen Naturvölkern sehen wir als Folge derselben eine gute Durchschnittsgesundheit und eine grosse Gleichmässigkeit der äusseren Erscheinung. Leider zeigt uns aber die tägliche Erfahrung, dass sich der Kulturmensch von diesem glücklichen Naturzustande recht weit entfernt hat. Wie

⁵ Ich selbst bin bei jeder Gelegenheit, mündlich und schriftlich, gegen diese Verirrung aufgetreten, u. A. in meiner Abhandlung „Die Vererbung der geistigen Eigenschaften“, Illenauer Festschrift, 1892. Alle wirklichen Beobachter der Natur erklären sich gegen Weismann, so z. B. Standfuss (Handbuch der paläarktischen Grossschmetterlinge, 1896), Retzius (Biologische Untersuchungen, Neue Folge VII, 1895), Gräfin von Linden (Tübingen Zoologische Arbeiten II 1, 1896) u. A. m.

⁶ Die logischen Schwächen derselben hat besonders E. Wolff (Der gegenwärtige Stand des Darwinismus, Leipzig 1896) hervorgehoben.

wirken die Städte, die Brenn- und Mittelpunkte der Kultur, die schon unsere Vorfahren in richtigem Gefühl als „ummauerte Gräber“ gefürchtet haben, der natürlichen Auslese entgegen? Sie erzeugen durch Verführung zum Laster, Trunk und anderen Ausschweifungen mit ihren verhängnisvollen Folgen, durch Zusammendrängen grosser Menschenmengen in enge, ungesunde Wohnungen eine so ungeheure Menge von Krankheitsanlagen, die sich forterben, dass die Auslese, die ja auch unter dem Stadtvolk furchtbar aufräumt, nicht mehr nachkommen kann. Immer neu sich bildende krankhafte Anlagen verschlechtern den Gesundheitszustand mehr und mehr. Wenn es auch unstreitig die nächste und heiligste Pflicht des Arztes ist, das ihm anvertraute Leben mit allen Mitteln einer hochentwickelten Wissenschaft zu erhalten, so dürfen wir uns doch nicht verhehlen, dass wir dadurch der wohlthätigen Wirkung der natürlichen Auslese entgegenarbeiten. Durch die künstliche Erhaltung vieler Schwächlinge bis zur Geschlechtsreife kommt eine Menge ererbter Krankheitsanlagen in unser Volk. Durch die grossartigen Erfolge der Bakteriologie⁷ ist im Bewusstsein vieler Aerzte die Bedeutung der Anlage gegenüber den zufälligen Krankheitserregern in den Hintergrund gedrängt worden. Erfreulicherweise beginnt aber bereits, besonders durch die Erfahrungen der Lebensversicherungsgesellschaften und ihrer Vertrauensärzte, eine Gegenströmung sich bemerklich zu machen. Die Erbllichkeit, so ungefähr sagt Hägler⁸, nächst dem Alter der für die Abschätzung der Lebenszähigkeit wichtigste Faktor, macht sich geltend im Bau und in den Leistungen aller Organe, in Lang- und Kurzleblichkeit, in der Widerstandskraft gegen krankmachende

⁷ Die Bakterien selbst kämpfen auch ums Dasein und sind, wie die höheren Lebewesen, den Gesetzen der Anpassung und Vererbung unterworfen, deren Wirkung um so schneller bemerklich wird, als bei diesen niederen Wesen die Generationen in rasender Eile aufeinander folgen. Diese Anschauungen sind vertreten in F. Hueppe's schönem Buch „Naturwissenschaftliche Einführung in die Bakteriologie“, 1896.

⁸ Ueber die Faktoren der Widerstandskraft und die Vorhersage der Lebensdauer (Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, 1896, No. 1).

Einflüsse aller Art, besonders auch gegen Infektionskrankheiten, Typhus, Diphtherie, Lungenentzündung und hauptsächlich auch bei der tuberkulösen Lungenschwindsucht⁹.

Ganz besonders tritt die verhängnisvolle Wirkung ererbter krankhafter Anlagen auf dem Gebiete der Nerven- und Geisteskrankheiten hervor. Die „Nervosität unserer Zeit“ ist ein allgemeiner Nothschrei und raft zahlreiche Vorschläge zur Abhilfe und Besserung hervor. Auch hier müssen wir sagen: der Schädlichkeiten sind zu viele, als dass die natürliche Auslese ihrer gesunderhaltenden Aufgabe nachkommen könnte. Grosses Aufsehen hat auch in letzter Zeit des Italieners Lombroso Lehre vom „geborenen Verbrecher“ erregt. Mit Recht sind die Uebertreibungen dieses entschieden etwas überspannten Schriftstellers zurückgewiesen worden. Etwas Wahres ist an seinen Ansichten aber doch: durch das „Erbgedächtniss“ werden die Lebensgewohnheiten leicht zu „Erbgewohnheiten“. Nachkommen von Kriegeren werden anders empfinden als solche von „Seifensiedern“, Abkömmlinge von Schlächtern werden zu Gewaltthätigkeiten, solche von Wucherern zu Betrügereien neigen. Aeusserer Schliff lässt die innere Anlage unberührt, und der grosse Dichter und Menschenkenner trifft den Nagel auf den Kopf mit seinen Worten:

Setz' dir Perrücken auf von Millionen Locken,
 Setz' deinen Fuss auf ellenhohe Socken,
 Du bleibst doch immer, was du bist.

Somit lässt sich die Annahme, dass es auch „geborene Verbrecher“ gibt, nämlich in Folge ihrer ererbten verbrecherischen Neigungen, doch nicht ganz von der Hand weisen.

All diesen Gefahren für die Volksgesundheit gegenüber muss daher der Arzt weiter als auf die Erhaltung des Einzel Lebens denken, er muss durch allgemeine gesundheitsfördernde Einrichtungen das Heranwachsen eines gesünderen Geschlechtes anzustreben suchen. Wie kann das am besten geschehen?

⁹ Die gleichen Anschauungen hatte ich schon früher in einem Vortrage in der Gesellschaft der Karlsruher Aerzte ausgesprochen. Siehe den Aufsatz „Vererbung und Heilkunde“ in den Aertzlichen Mittheilungen aus Baden, 1894.

Die militärärztliche Statistik kann uns einen Fingerzeig geben. In den letzten 25 Jahren haben sich Erkrankungen und Todesfälle in unserem Heere fast um die Hälfte vermindert. So naheliegend die Erklärung der Militärärzte, dass dies auf bessere Erkenntniss der Krankheitsursachen und zweckmässigere Behandlung zurückzuführen sei, auch zu sein scheint, so zeigt doch der Vergleich mit den Erfolgen anderer Aerzte, die an wissenschaftlicher Schulung hinter ihren militärischen Kollegen doch sicher nicht zurück geblieben sind, dass hier ein Trugschluss vorliegt. Die erfreuliche Besserung des Gesundheitszustandes in unserem Heere ist zweifellos hauptsächlich den in letzter Zeit entstandenen, allen gesundheitlichen Anforderungen entsprechenden Kasernenneubauten zuzuschreiben. Der Vergleich mit den früheren, oft recht kläglichen Verhältnissen spricht sehr zu gunsten dieser Annahme und rechtfertigt die grossen Ausgaben für diese Zwecke.

Hierdurch ist uns auch der Weg gezeigt für unsere Massnahmen zur Hebung der Volksgesundheit. Statt jedem einzelnen Seuchenerreger mit Desinfektionsmitteln zu Leibe zu gehen, schaffe man lieber dauernde Abhilfe durch Zerstörung der Brutstätten. In trockenen, luftigen, sonnigen, mit gutem Trinkwasser versorgten Wohnungen gedeihen die Menschen gut, die krankmachenden Bakterien aber schlecht. Für die Summen, die eine planlose Desinfektion verschlingt oder eine unnöthige Sperre kostet — man denke an einen Handelsplatz wie Hamburg —, kann man ganze Stadttheile neu aufbauen. So hilft man dauernd und gegen alle Krankheiten.

Da der Mensch ein denkendes Wesen ist, so kommt bei ihm ausser der natürlichen auch eine künstliche Auslese, und zwar in leiblicher, geistiger und sittlicher Beziehung vor. Es seien die Aushebungen zum Heeresdienst, die Staatsprüfungen, die Freiheits- und Todesstrafen gemeingefährlicher Verbrecher erwähnt, doch würde es hier zu weit führen, auf all diese Verhältnisse näher einzugehen.

Selbstverständlich spielt Auslese und Kampf ums Dasein auch eine wichtige Rolle bei der Ständebildung. Da die geistigen Fähigkeiten der Menschen verschieden sind, so

werden, aller Gleichmacherei zum Trotz, die Begabtesten immer an die Spitze, die geistig Schwachen in die untersten Gesellschaftsschichten kommen. Bei einem rassereinen Volke macht sich dies für das äussere Ansehen nicht bemerkbar, wo aber ein Volk aus der Vermischung mehrerer Rassen hervorgegangen ist, da werden sich die höheren Stände aus denjenigen Volksgenossen zusammensetzen, die das meiste Blut der edelsten Rasse in den Adern haben. So werden die einzelnen Stände eines Mischvolks nicht nur geistig, sondern auch leiblich verschieden. In solchen Mischvölkern ist ein gewisser „Kastengeist“ sehr wohl verständlich. Die Schranken dürfen jedoch nicht unübersteiglich sein, sonst ist jedes Emporsteigen Begabter aus unteren Schichten ausgeschlossen, die Gefahr der Inzucht wächst und es tritt allmählig Versumpfung und Verknöcherung ein. Das Verdienst, die Aufmerksamkeit auf diese Verhältnisse gelenkt und den ersten Versuch einer „Sozialanthropologie“ gemacht zu haben, gebührt unstreitig Otto Ammon. Es ist nur bedauerlich, dass dieser sonst so einsichtige und klardenkende Schriftsteller — er hat in allen Rassenfragen ein zutreffendes Urtheil und vertheidigt schon lange unsere nordische Abkunft — seine Anschauungen so sehr mit der Weismann'schen Theorie verquickt hat, dass eine Umkehr kaum noch möglich ist. So kommt in seine so inhalt- und gedankenreiche Werke (Die natürliche Auslese beim Menschen, 1893, und Die Gesellschaftsordnung und ihre natürliche Grundlage, 1895) manche schiefe Auffassung, manche Verwechslung der verschiedenen Arten von Auslese und Daseinskampf. Falsche Voraussetzungen ergeben falsche Schlussfolgerungen, das ist Naturgesetz.

Der Rassenkampf, der in der Geschichte der Menschheit, die wir in kindischer Selbstüberhebung „Weltgeschichte“ nennen, eine höchst wichtige Rolle spielt, erfordert noch eine etwas eingehendere Behandlung. Da für die Menschenrassen die gleichen Gesetze gelten, wie für die Rassen der Thierwelt, so müssen alle Siege, Schlachten, Heerfahrten, Völkerwanderungen als Einzelercheinungen dieses Rassenkampfes aufgefasst werden. Seit den ältesten Zeiten haben die höher stehenden Menschenrassen die weniger ent-

wickelten verdrängt, vor sich hergetrieben, vertilgt, unterjocht. Bei dem heutigen durch sinnreiche Benützung der Naturkräfte ins Unglaubliche gesteigerten Weltverkehr, hat dieser Kampf an Ausdehnung und Heftigkeit zugenommen und fast überall schon die unausbleibliche Entscheidung herbeigeführt, den Sieg der weissen, nordeuropäischen Rasse. Sie hat vor allen anderen einen so ungeheuren Vorsprung, dass von einem Wettbewerb im Ernste gar nicht mehr die Rede sein kann. Trotz grosser Mehrzahl ist das Schicksal der dunklen Rassen von vornherein besiegelt; sie schwinden vor dem weissen Eindringling dahin wie Schnee an der Sonne, und wo früher auf einsamer Steppe die Rothhaut den Büffel jagte oder der schwarze Australier seinen Bumerang nach dem schnellfüssigen Känguru schleuderte, braust jetzt das Dampffross an prächtigen Städten vorbei, die den Vergleich mit den alteuropäischen nicht zu scheuen brauchen, ja ihnen in der Verwerthung aller naturwissenschaftlichen Erfindungen fürs tägliche Leben vielfach voraus sind.

Den Theilen der „alten Welt“ entsprechend gibt es drei Hauptmenschenrassen, gelbe, schwarzhaarige und rundköpfige Asiaten, schwarze, langköpfige Afrikaner und hellhäutige, langköpfige Europäer. Seit der Eiszeit haben sich die Europäer in zwei Unterrassen geschieden, die hellhaarigen, blauäugigen Nordeuropäer und die schwarzhaarigen, dunkeläugigen Südeuropäer. Zwischen beide hat sich seit alter Zeit ein nach Osten zu immer breiter werdender Keil asiatischer Rundköpfe eingeschoben, deren Blut in der mitteleuropäischen Bevölkerung sehr stark vertreten ist.

Alle Kolonialgegner mögen es sich gesagt sein lassen, dass für die germanischen Völker das Kolonisiren eine Naturnothwendigkeit ist. Wo der Staat die Sache nicht in die Hand nimmt, betreibt sie der Einzelne auf eigene Faust, und die nicht auf der Höhe der Zeit und dieser Erkenntniss stehende Staatsleitung verliert grosse Mengen werthvollster Menschenkraft zu Gunsten ihrer Nebenbuhler. So ist es uns Deutschen in Folge der jämmerlichen Zerrissenheit unseres Staatswesens früher ergangen, und es ist wirklich höchste Zeit, dass diese Einsicht zur Herrschaft gelangt, sonst ist es trotz Sedan um unsere Weltstellung geschehen

und wir bleiben, was wir früher waren, „Völkerdünge“.
Der Wettbewerb unter den germanischen oder halbgermanischen Völkern — denn nur diese kommen ernstlich in Betracht — ist aufs höchste gestiegen und erfordert die grössten Anstrengungen. In die Wagschale fällt nicht nur die Menge gesunder Volkskraft, sondern auch die richtige Verwerthung derselben. Auf europäischen Boden allein kann der Kampf um die Weltherrschaft, auch mit dem stärksten und tapfersten Heer, nicht mehr wie zur Zeit Karls des Grossen ausgefochten werden. Auf allen Meeren muss unsere Flagge wehen, an den fernsten Küsten müssen schlachtgerüstete Kämpfer bereit sein, für die Ehre und Macht des Vaterlandes einzutreten.

Das britische Weltreich ist aus kleinen Splittern germanischer Stämme erwachsen, die englische Sprache aber ist heute viel weiter verbreitet, von viel mehr Menschen gesprochen und von erheblich grösserer Bedeutung im Weltverkehr als die des Muttervolkes, unsere deutsche: wahrlich, ein redendes Beispiel!

Da in der Natur nichts von Ungefähr geschieht, sondern Ursache und Wirkung sich immer entsprechen, so ist die Frage berechtigt, warum die nordeuropäische Rasse alle andern überflügelt hat. Von dem verdienstvollen Thiergeographen Moritz Wagner, der besonders die Bedeutung der räumlichen Sonderung hervorgehoben, stammt der Ausspruch: „Die Eiszeit hat den Menschen geschaffen“. Das ist zwar durch die neuere Forschung widerlegt, so viel aber bleibt richtig: „Die Eiszeit hat den weissen Menschen geschaffen.“ Das wichtigste Rassemerkmal der Nordeuropäer — denn die längliche Kopfform haben sie mit den Südeuropäern und Afrikanern gemein — ist ihre Hellfärbung¹⁰, die sich durch Farbstoffverlust in Folge geringer Sonnen-

¹⁰ Dieser unvollständige Albinismus ist an sich — so hoch man auch die Schönheitswirkung anschlagen mag — nicht vortheilhaft, da Farbstoffreichthum die Widerstandskraft erhöht. Anthropologen, die nur mit „Auslese“ arbeiten, können dies Merkmal ebenso wenig erklären, wie den Farbstoffmangel der Höhlenthiere. — Vergl. meine Abhandlung „Klima und Hautfarbe“, Anthropol. Corresp.-Blatt, 1894.

bestrahlung während sehr langer Zeiträume erklärt. Ihren geistigen Fortschritt verdanken sie dem furchtbaren Daseinskampfe, den die an gewaltigen Umwälzungen reiche Eiszeit über sie verhängte. Die frühere Ansicht, dass nur unter einem milden Himmel die Gesittung erblüht sein könne, ist nicht aufrecht zu erhalten, da gerade die tropischen Völker, denen eine allzugütige Natur die reichsten Gaben in den Schooss schüttet und denen die Nahrung so zu sagen in den Mund wächst, sich kaum über den Naturzustand erhoben haben. Noth und harter Kampf ums Dasein waren stets die besten Lehrmeister und Förderer der Menschheit.

Die Ansicht, dass die Wanderungen der „indogermanischen“ oder „arischen“ Völker von Nordeuropa, und zwar von der skandinavischen Halbinsel, ausgegangen, habe ich zuerst vor 15 Jahren öffentlich ausgesprochen¹¹, zu einer Zeit, da, mit verschwindenden Ausnahmen, noch Jedermann an unsere asiatische Abkunft glaubte. Die Gründe, auf die ich mich stützte, waren in erster Reihe naturwissenschaftliche. Seitdem hat die Rassenforschung solche Fortschritte gemacht, dass die von ihr gelieferten Beweise allein genügen, die alte Streitfrage nach der arischen Urheimath zu entscheiden. Die indogermanischen Völker gehörten bei ihrem Eintritt in die Geschichte, nach den Berichten der Augenzeugen und nach den Grabfunden, alle der hellfarbigen, langköpfigen Rasse an. Die Uebereinstimmung ihrer Schädel mit denen der allerältesten Bewohner Europas, den Zeitgenossen des Mammuth aus der Zwischeneiszeit, zeigt, dass sie von den Ureuropäern abstammen, dass sie deren unmittelbare, rassereine Nachkommen sind. Alles dagegen, was in vorgeschichtlicher oder geschichtlicher Zeit aus Asien eingewandert ist, gehört der rundköpfigen Rasse an, die in jenem Welttheil ihr Verbreitungszentrum hat. Das Verbreitungszentrum einer Rasse kann, nach naturwissenschaftlicher Auffassung, nur da sein, wo sie sich am reinsten erhalten hat, das ist aber für die langköpfige, hellfarbige Menschenrasse die skandinavische Halbinsel. Somit ist mit der

¹¹ Sitzung des Karlsruher Alterthumsvereins vom 29. Dezember 1881, Bericht in No. 22 der Karlsruher Zeitung, 1882.

Schärfe eines mathematischen Beweises die Streitfrage gelöst, ohne dass man andere Gründe ins Feld zu führen braucht. Es gibt aber auch keine geschichtlichen, archäologischen oder sprachlichen Gründe, die dagegen sprächen, sondern alle Thatsachen bestätigen, vorurtheilsfrei betrachtet, das Ergebniss der Naturwissenschaft. Immer habe ich den Standpunkt vertreten, dass zur Aufhellung dieser für das Verständniss unserer Vergangenheit und damit auch der Gegenwart so wichtigen Frage die einschlägigen Wissenschaften Hand in Hand gehen müssen. Nur wer alle diese Wissensgebiete beherrscht, wäre berechtigt, Andere „Laien“ oder „Dilettanten“ zu nennen. Die Sprachforscher sind aber durch den unbedingten Glauben, den ihre grundlosen Hypothesen früher, besonders bei den Historikern, gefunden, so verwöhnt, betrachten die ganze Frage so sehr als ihr alleiniges Jagdgebiet, dass sie mit den genannten liebenswürdigen Bezeichnungen noch immer sehr schnell bei der Hand sind.

Die Wandelungen aber, die während der letzten zwei Jahrzehnte die Ansichten der Sprachforscher durchgemacht, sind nicht sehr geeignet, Vertrauen zur Art ihrer Beweisführung hervorzurufen.

Zur Zeit, als ich zuerst meine Ansicht von unserer nordischen Abkunft aussprach, galten unter den Sprachforschern, und besonders auch unter den Germanisten, die Worte¹² des „Altmeisters“ Jakob Grimm noch als unbestreitbare¹³ Wahrheit: „Alle Völker Europas und voraus jene urverwandten, denen es beschieden war, durch Wechsel und Gefahr empor zu ringen, sind in ferner Zeit aus Asien eingewandert, vom Osten nach dem Westen setzte sie ein unhemmbarer Trieb, dessen Ursache uns verborgen liegt, in Bewegung“. Seitdem sind sie — allerdings unter fortwährendem, manchmal nicht sehr höflichem Widerspruch — meinen Anschauungen immer näher gekommen und aus dem inneren Hochasien von Staffel zu Staffel bis an die Ostsee vorgerückt,

¹² Geschichte der deutschen Sprache, 1848, I, S. 162.

¹³ Von Sprachforschern hatten sich nur Benfey, Geiger und der Engländer Latham für Europa erklärt, ohne aber das Ursprungsland der Wanderungen genauer bestimmen zu können.

ja ihre Vorposten¹⁴ schicken sich schon an, auch diese zu überschreiten.

Für die Germanisten ist diese Frage von der allergrössten Bedeutung, weil die Germanen der Völkerwanderungszeit als letzte Welle des arischen Stromes aufgefasst werden müssen, und weil daher die älteste deutsche Geschichte die Brücke zwischen Vorgeschichte und Geschichte bildet. Ihre Aufgabe wäre es gewiss vor Anderen gewesen, den Spuren der Ueberlieferung folgend, diese langersehnte Verbindung herzustellen. Es ist ihnen aber ergangen wie dem faulen Knecht mit den Heinzelmännchen: in den Traum der Unfehlbarkeit sprachlicher Forschungsweise eingewiegt, haben sie die Zeit verschlafen und die ihnen zustehende Arbeit Anderen überlassen. Es scheint, dass ihnen allmählig beim Erwachen das Bewusstsein davon aufdämmert, und das begreifliche Gefühl der Beschämung erzeugt die giftige Galle, in die Manche von ihnen ihre gegen mich abgeschossenen Pfeile tauchen.

Nach der bisherigen Entwicklung dieser Frage kann es aber kaum zweifelhaft erscheinen, dass dem Vortrab der Sprachforscher das schwerer bewegliche Haupttheer, und in dessen Gefolge auch die Historiker und Archäologen, nachfolgen muss. Das ist nur noch eine Frage der Zeit. Ist aber einmal die Voraussetzung angenommen, so ist auch die Anerkennung der sich daraus ergebenden Schlussfolgerungen eine logische Nothwendigkeit. Alle diese Folgerungen sind aber bereits gezogen, und durch sie fällt so viel neues Licht auf eine Reihe bisher unlösbar scheinender Streitfragen

¹⁴ H. Hirt (Hettner's Geogr. Zeitschr. I, 1895, S. 649) sagt u. A.: „Die Indogermanen können nicht aus Asien eingewandert sein“, ferner „heute ist in der That nur eine Diskussion darüber möglich, welches europäische Land die Indogermanen hervorgebracht hat“. Für das wahrscheinlichste hält er Skandinavien. Seine Vermuthung, dass neben den Germanen das „indogermanische Urvolk sass“, ist für den naturwissenschaftlich denkenden Forscher nicht zu begreifen. Es hat überhaupt ein solches „Urvolk“ im Sinne der Sprachforscher nicht gegeben, sondern das Stammvolk hat auf jeder Entwicklungsstufe, seit der Steinzeit, immer neue Schwärme von Auswanderern ausgesendet.

(Kelten¹⁵, Skythen¹⁶, Thraker, Pelasger, Etrusker¹⁷, Runen¹⁸, arischer und germanischer Stammbaum¹⁹, Ursprung der Bronze²⁰, germanischer Stil²¹ u. a. m.), dass die Hoffnung, diese Zankäpfel aus der Wissenschaft verschwinden zu sehen, keine zu hochgespannte mehr ist.

Erfüllt sich, wie wir hoffen wollen, diese Erwartung, so sind die Erfolge der Naturwissenschaft und naturwissenschaftlichen Forschungsweise zu danken. Besonders die genauere Kenntniss der in unserer Bevölkerung vertretenen

¹⁵ Kelten und Germanen, in meiner „Herkunft der Deutschen“, 1885.

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Die Etrusker, Vortrag im Karlsruher Alterthumsverein, 17. Januar 1895 (Abgedr. in den Veröffentlichungen der Grossh. Sammlungen etc. und des Karlsruher Alterthumsvereins, 1895).

¹⁸ Alter und Ursprung der Runenschrift, Vortrag am 17. September 1895 auf der Hauptversammlung der Deutschen Geschichts- und Alterthumsvereine in Konstanz (Abgedr. im Correspondenzblatt)

Kulturgeschichtlich von der grössten Bedeutung ist die Entstehung und Entwicklung der europäischen Buchstabenschrift. Wie ich in dem angeführten Vortrag nachgewiesen, enthalten die germanischen Runen, wenn man spätere Erweiterungen ausscheidet, als Kern eine Reihe von 18 (diese Zahl geben auch Aristoteles, Plinius und Tacitus für die älteste Schrift an) aus Bilderschrift hervorgegangenen Zeichen, aus denen sich entwicklungsgeschichtlich jedes einzelne Schriftzeichen aller alt-europäischen und kleinasiatischen Alphabete ableiten lässt. Nach dem „Gesetz der Trägheit“, das auch jeden wissenschaftlichen Fortschritt hemmt, ist eine sofortige Anerkennung dieser schon vor 8 Jahren gemachten Entdeckung nicht zu erwarten. Erinnerung man sich aber an die Entwicklung der „arischen“ Frage überhaupt, so darf man doch hoffen, dass nach etwa 15 Jahren auch von den Phönikern als Erfindern unserer Schrift nicht mehr die Rede, sondern nur noch die Frage sein wird, „welches europäische Alphabet als Uralphabet anzusehen ist“. Dann kann aber auch die Entscheidung nicht mehr zweifelhaft sein.

¹⁹ Vererbung der geistigen Eigenschaften. Illenauer Festschrift, 1892. — Stammbaum und Ausbreitung der Germanen, Bonn 1895.

²⁰ Ursprung der Bronze, Ausland 1890, No. 20. — Die Kasseriter, Globus LXX, 6, 1896.

²¹ Altdeutsche Baukunst, Deutsche Zeitung, No. 83, 1896.

Menschenrassen bietet eine sichere Grundlage für weitere Untersuchungen und Folgerungen. Unter den Rassenmerkmalen des Menschen aber nimmt die Gestalt des Schädels die erste Stelle ein, weil sie, von äusseren Einflüssen unabhängig und nur durch Rassenmischung veränderlich, zu unseren ältesten Erbtheilen gehört. Häckel's Ausspruch, die Schädelmessung sei zweck- und erfolglos, war verzeihlich, wenn man sich erinnert, dass manche Anthropologen ihr Leben lang unzählige Schädel gemessen, ausser endlosen Zahlenreihen aber nichts Greifbares erreicht haben. Das lag aber an den Leuten, nicht an der Sache.

Wenn neulich wieder ein altbekannter Versammlungsredner geäussert hat, in der Anthropologie herrsche grössere Verwirrung als je, so gilt dies doch nur noch für ihn selbst, wofür die Rede vollgiltiges Zeugnis ablegt, und für Seinesgleichen.

Die grossartigen Erfolge der Anthropologie, der Wissenschaft vom Menschen, können im Ernste nicht mehr bestritten werden. Ihr Sieg ist aber ein Sieg der Naturwissenschaft.

Die Farbe der atmosphärischen Luft und Etwas über die Göthesche Farbenlehre.

Von Chr. Wiener †.

Ueber die Farbe der atmosphärischen Luft hat schon Göthe in seiner Farbenlehre die richtige Ansicht ausgesprochen, und schon lange vor ihm hat Lionardo da Vinci in seiner Abhandlung über die Malerei zutreffende, wenn auch weniger eingehende Bemerkungen darüber gemacht. Bei diesen Erklärungen ist wohl zu beachten, dass die atmosphärische Luft nicht ein reines Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff ist, sondern dass ihr noch Wasser, Kohlensäure und Staub beigemengt sind. Dementsprechend erklärt Göthe die Atmosphäre für ein trübes Mittel (zur Farbenlehre, didaktischer Theil, No. 154), und sucht die Ursache der Farbe ganz richtig in der Trübung; die Erklärung aber, wie diese Trübung die Färbung bewirkt, hat erst die neuere Zeit gegeben. Göthe führt dann die Beobachtungen an, denen zufolge weisses Licht, durch ein weniger oder mehr getrübtes Mittel gesehen, gelb bis gelbroth und rubinroth (150) erscheint, wogegen die violette oder blaue Farbe hervortritt, wenn gegen die Finsterniss durch ein trübes, von einem darauffallenden Lichte erleuchtetes Mittel gesehen wird (151). Daher zeigt sich die Sonne, durch Dünste von einer gewissen Stärke gesehen, als gelbliche Scheibe, während sie unter der Wirkung von Heerrrauch oder Scirocco bis zu rubinroth erscheint (154). Dasselbe gilt von den benachbarten Wolken, der benachbarten Luft bei Morgen- und Abendröthe (154), bei Eisbergen, die leicht einen gelblichen Schein zeigen (158). Dagegen erscheint die blaue Farbe, wenn die Finsterniss des unendlichen Raums durch atmosphärische, vom Tageslicht erleuchtete Dünste hindurch angesehen wird (155); ebenso erscheinen die dunklen Berge blau (156). Dasselbe wie für die Atmosphäre, gilt auch für Flüssigkeiten und feste Körper. Die Infusion des

nephritischen Holzes (der *Guilandina Linnaei*) in einem durchsichtigen Glase gegen die Sonne gehalten, erscheint gelb, in einem dunklen hölzernen Becher aber blau (162). Dasselbe bewirken einige Tropfen wohlriechenden Wassers oder Seifen-spiritus, in Wasser gebracht, durch dessen Trübung (163). Unter festen Körpern wirkt Opal in gleicher Weise (165), oder Opalglas, das durch Metallkalke oder calcinirte Knochen getrübtet Glas ist (166), welches gegen das Licht gehalten gelb bis purpurn, auf dunklem Untergrunde aber blau erscheint (167).

Göthe schreibt also der atmosphärischen Luft keine ihr unter allen Umständen unveränderliche Farbe zu, wie sie den meisten farbigen durchsichtigen Körpern unverändert bei durchfallendem und zurückgeworfenem Lichte zukommt, sondern er erklärt die Trübung als Ursache der Färbung, die aber verschieden wirkt nach der Helle oder Dunkelheit des Hintergrundes. Und darin gibt ihm die neuere Forschung auch vollkommen recht, erklärt aber auch diese Wirkung der Trübung, in einer Weise, die wir sogleich angeben werden. Wir wollen nun aber noch zufügen, dass Göthe die Färbung des trüben Mittels als gelb vor hell, als blau vor Dunkel als die Grundthatsachen annimmt, auf welche er seine ganze Farbenlehre aufbaut, namentlich auch die Erklärung des siebenfarbigen Spektrums. Das Erscheinen dieses Spektrums erklärt er so. Wenn ein weisses Rechteck, auf schwarzem Grunde angebracht durch ein Glasprisma betrachtet wird, das so aufgestellt ist, dass seine brechende Kante mit zwei Seiten des Rechtecks parallel steht und dass das Rechteck gehoben erscheint, so wird der obere helle Rand scheinbar über das Dunkle geschoben und erscheint daher blau und blauroth, und der untere helle wird durch das übergeschobene Dunkle überdeckt, und erscheint daher gelb und gelbroth (203); der mittlere Theil bleibt weiss. Ist aber das weisse Rechteck schmal, so überdecken sich das Gelb und Blau theilweise und erzeugen zwischen sich Grün, so dass alle Farben erscheinen (214). Göthe vergisst aber, dass an jedem Rande nicht nur das Weiss sondern auch das Schwarz gehoben wird, dass also ihre Grenzen erhalten bleiben, und nicht eines über das andere geschoben wird. Er hat ja selbst ausgesprochen

(196), dass auch der schwarze Grund verschoben wird. Jetzt aber nimmt er an, dass am oberen Rande das Weiss über das Schwarz und am unteren das Schwarz über das Weiss geschoben wird. Wenn aber das Uebereinanderschieben der Bilder nicht stattfindet, dann fällt seine ganze Theorie in sich zusammen. Dadurch ist jedoch dem Werthe seiner vielen feinen Naturbeobachtungen, seiner künstlerischen Bemerkungen und geschichtlichen Forschungen, die in der Farbenlehre niedergelegt sind, kein Abbruch gethan.

Wir wollen nun die neueren Beobachtungen und Erklärungen über die Wirkung eines trüben Mittels erörtern. Zuerst sind hier die Versuche von Röntgen (Ann. d. Ph. u. Ch., Bd. 23, 1884, S. 1 u. 259) zu erwähnen. Er liess durch ein geschlossenes Gefäss mit zwei gegenüberstehenden Glaswänden, worin gewöhnliche atmosphärische Luft eingeschlossen war, die Strahlen einer Bunsenflamme fallen, und fand mittelst eines Manometers eine sofortige stossweise Ausdehnung der Luft. Befreite er aber die Luft von der Kohlensäure und dem Wasserdampfe, so dass sie nur aus reinem Sauerstoff und Stickstoff bestand, so erfolgte erst einige Zeit nach der Durchstrahlung eine allmähliche Ausdehnung. Ebenso verhielt sich reiner Wasserstoff. Es folgt daraus, dass die Wärme des Strahls nur durch Kohlensäure und Wasserdampf zurückgehalten und am freien Durchgang gehemmt wird. Eine übereinstimmende Beobachtung in Bezug auf das Licht ist die, dass nur in staubhaltiger Luft ein durchgehender Lichtstrahl sichtbar wird. Es ergibt sich aus diesen Beobachtungen, dass die permanenten Gase die Energie eines durchgehenden Strahls nicht merklich vermindern, dass dies erst die flüssigen und festen Theilchen der Atmosphäre thun, welche in dem nicht ganz vergasten Wasserdampfe und in der wahrscheinlich ebenfalls nicht vollständig vergasten Kohlensäure enthalten sind, oder welche aus Staubtheilchen bestehen, dass also die Helligkeit oder die Lichtzerstreuung und ebenso die Farben der Atmosphäre wirklich, wie schon Göthe behauptete, in nachweisbarer Weise nur durch die Trübung derselben hervorgebracht werden.

Ueber diese Wirkung der Trübung hat Brücke Versuche gemacht (Ann. d. Ph. u. Ch. Bd. 88, 1853,

S. 363), indem er Mastix in Weingeist auflöste und davon einige Tropfen in Wasser goss. Die schwach trübe Mischung erschien im durchfallenden Licht gelb, im zurückgeworfenen blau. Tyndall (Proc. of the R. Soc. of London, Bd. 17, 1869, S. 223) liess durch ein Glasrohr, in welches sehr verdünnte Dämpfe von Butylnitrit oder andere Stoffe gebracht waren, einen Sonnen- oder starken elektrischen Strahl hindurchgehen. Dieser zersetzte die Dämpfe, und es entstand eine Wolke, welche bei umgebender Dunkelheit im zurückgeworfenen Licht blau erschien, und deren Licht in der Richtung senkrecht zum durchgehenden Strahl vollständig polarisirt war, bei geneigter Richtung theilweise; bei grösserer Dichtigkeit erschien die Wolke weiss. Langley fand in Uebereinstimmung hiermit, dass in dem Sonnenlicht die blauen Strahlen in höherem Grade als die gelben und rothen bei dem Durchgang durch die Atmosphäre geschwächt werden, überhaupt um so mehr, je kürzer die Wellenlänge ist. Er schreibt diese Schwächung einer Zerstreuung, nicht einer Absorption zu (Phil. Mag. Bd. 15, 1883, S. 153 u. Bd. 18, 1884, S. 289). Diese Zerstreuung des blauen Lichts bewirkt aber die gelbe und rothe Färbung des übrig bleibenden durchgehenden Lichtes, und dadurch sind diese zwei Farben der Atmosphäre, blau im zurückgeworfenen, gelb und roth im durchgehenden Lichte erklärt. Die mechanische Erklärung der seitlichen Zerstreuung des kurzwelligen blauen Lichtes geben aber die englischen Mathematiker und Physiker Stokes (Transac. of Cambridge, Bd. 9, 1856, S. 1 bis 62) und Strutt (Lord Rayleigh) (Phil. Mag. ser. 4, Bd. 41, 1871, S. 107 bis 120) in sehr verwickelten mathematischen Ableitungen, deren Kern ich im Folgenden herauszuschälen mich bemühen will.

In einem vorwärts schreitenden Lichtstrahle kann nach der Huygens'schen Anschauung jede Stelle als eine Lichtquelle angesehen werden. Dem ungeachtet werden die Schwingungen nur vorwärts, nicht aber rückwärts oder seitwärts übertragen. Es rührt dies daher, dass die betrachtete Stelle an einem Punkt rückwärts in einer gewissen Zeit einen gewissen Schwingungszustand überträgt, diejenige Stelle aber, welche um eine viertel Wellenlänge weiter vorwärts liegt, gerade den entgegengesetzten Schwingungszustand, so dass beide

Wirkungen sich aufheben. Denn jene um eine viertel Wellenlänge nach vorn liegende Stelle ist der erst betrachteten um eine viertel Phase voraus und überträgt auf jene rückwärts-liegende Stelle wegen ihrer grösseren Entfernung von derselben gleichzeitig mit der Wirkung der erst betrachteten Stelle den Zustand, welcher ihr selbst nochmals um eine viertel Phase voraus ist, welcher also dem von der erst betrachteten Stelle übertragenen Schwingungszustande um eine halbe Wellenlänge voraus, also ihm gerade entgegengesetzt ist. Auf diese Weise wird die rückwärts gerichtete Wirkung jeder Stelle des Strahls durch diejenige der von ihr um eine viertel Wellenlänge entfernten Stelle, und so die gesammte rückwärts gerichtete Wirkung aufgehoben. Bei der Uebertragung vorwärts wirken dagegen alle Stellen sich gegenseitig unterstützend. Einer seitwärts liegenden Stelle sind aber Punkte des Strahles von allen Schwingungsphasen gleich nahe, so dass sich deren Einwirkungen aufheben. Nur bei einem sehr schmal eingeengten Strahle finden schwach seitlich und vorwärts liegende Uebertragungen statt, welche in bekannter Weise die Streifen oder Ringe des gebeugten Lichtes hervorbringen.

Anders ist es, wenn in der Luft- oder Körpermasse, durch welche der Lichtstrahl durchgeht, ein fremdes Körperchen von anderer Dichte des darin befindlichen Aethers schwebt, dessen Maasse sehr klein im Vergleich mit einer Wellenlänge sind. In seinem Aether werden ebenfalls die Lichtschwingungen hervorgebracht, die aber eine andere Schwingungsweite besitzen als im umgebenden Mittel. Ist z. B. die Aetherdichte im schwebenden Theilchen viermal so gross als in der umgebenden Luft, so wird die Schwingungsweite wegen Ver vierfachung der von denselben Kräften zu bewegenden Masse viertel mal so gross, als in der Luft werden. Oder auch, es ist gerade so, wie wenn im schwebenden Theilchen die gleiche Schwingung wie in der Umgebung stattfände, ausserdem aber eine entgegengerichtete Schwingung von $\frac{3}{4}$ der Schwingungsweite in der Luft. Wir haben dann ein einzeltes Theilchen mit schwingendem Aether, und dies wirkt jetzt nach allen Seiten, vorwärts, rückwärts und seitwärts wie eine ursprüngliche Lichtquelle, jedoch mit dem einen wich-

tigen Unterschied, dass in einem ursprünglich leuchtenden, glühenden oder brennenden Theilchen, die Schwingungen nach allen Richtungen stattfinden, in unserem Theilchen nur in Richtungen senkrecht zum ursprünglichen Strahle, und zwar in allen solchen Richtungen, wenn das einfallende Licht natürliches, oder unpolarisirtes ist. Das Theilchen, in welchem wegen seiner Kleinheit gleichzeitig nur eine einzige Phase herrscht, überträgt dann vorwärts und rückwärts gleichviel natürliches, unpolarisirtes Licht, in einer Richtung senkrecht zum ursprünglichen Lichtstrahle aber nur halb so viel und zwar vollständig polarisirtes Licht. Denn zerlegt man das natürliche Licht in zwei Hälften, wovon die eine auch senkrecht zu der Richtung des seitlich abgehenden Strahles steht und wovon die andere Hälfte in der Richtung dieses Strahles schwingt, so wird die erste Hälfte ganz in diesem Strahle bemerkbar, aber als Licht von einer einzigen Schwingungsrichtung, also vollständig polarisirt, die zweite Hälfte, welche eine Längsschwingung bilden würde, kommt dagegen gar nicht zur Wirkung. In einer gegen den ursprünglichen Lichtstrahl schiefen Richtung ist die Lichtmenge grösser als die Hälfte, und das Licht ist nur theilweise polarisirt. Man sieht, dass diese Erklärung der Beobachtung vollkommen entspricht.

Wie kommt es aber, dass auf diese Weise von dem blauen oder kurzwelligen Lichte mehr zerstreut wird, als von dem langwelligen rothen? Die Kraft, welche das schwingende Aethertheilchen beschleunigt, ist bei gleicher Schwingungsweite bei dem kurzwelligen Lichte grösser als bei dem langwelligen. Denn da die Fortpflanzungsgeschwindigkeit b bei jedem Lichte dieselbe, steht die Dauer t einer Schwingung in unveränderlichem Verhältniss zur Wellenlänge λ ; es ist $t = \lambda : b$. Daher muss für die öfter schwingenden Aethertheilchen bei Blau die Schwingungsgeschwindigkeit (in der Gleichgewichtslage) grösser, als bei roth, allgemein mit $1 : \lambda$ proportional, sein. Bei der Fraunhofer'schen Linie G im Blau ist $\lambda = 0,00043$ mm, bei B im Roth $= 0,00069$ mm, also bei Blau etwa $\frac{2}{3}$ von der bei Roth. Daher ist die Geschwindigkeit in der Gleichgewichtslage bei Blau $\frac{3}{2}$ mal so gross als bei Roth. Diese Geschwindigkeit wird aber in der Zeit von $\frac{1}{4}$ Schwingungs-

dauer hervorgebracht; daher muss die treibende Kraft mit dieser Zeit oder mit λ umgekehrt, d. h. nochmals mit $1 : \lambda$ proportional sein, also bei Blau nochmals $\frac{3}{2}$ mal so gross, als bei Roth. Es ist daher im Ganzen die treibende Kraft mit $(1 : \lambda)^2$ proportional, also bei Blau $(3 : 2)^2 = 9 : 4$ mal so gross als bei Roth. Diese treibende Kraft erzeugt nun Lichtwellen, die von dem schwebenden Theilchen als Mittelpunkt ausgehen. Die erzeugte Geschwindigkeit in der Gleichgewichtslage und die grösste Ausweichung sind mit der Kraft proportional, und ausserdem direkt mit der Dauer der Wirkung und umgekehrt mit der in dieser Dauer bewegten Masse. Jene Geschwindigkeit in der Gleichgewichtslage wird in $\frac{1}{4}$ der Schwingungsdauer hervorgebracht, welche mit der Wellenlänge λ proportional ist, und die in dieser Zeit bewegte Masse ist diejenige in einer Kugelschale, deren Dicke $\frac{1}{4}$ Wellenlänge λ beträgt, also ebenfalls mit λ proportional ist. Also ist die erzeugte Schwingungsgeschwindigkeit einmal direkt und einmal umgekehrt mit λ proportional. Diese beiden Proportionalitäten heben sich aber auf, und es steht die erzeugte Schwingungsgeschwindigkeit unter den so eben betrachteten Einflüssen nur noch mit der wirkenden Kraft oder mit $(1 : \lambda)^2$ in direktem Verhältniss. Ausserdem ist sie natürlich mit der Oberfläche jener Kugelschale, also mit dem Quadrat des Abstandes des beleuchteten Punktes von dem schwingenden Theilchen proportional, was aber bei jeder Farbe des Lichtes denselben Einfluss hat, und für unsere Untersuchung über die Wirkung der Wellenlänge von keiner Bedeutung ist. Wir finden also, dass das Verhältniss der Schwingungsgeschwindigkeit in der Gleichgewichtslage und daher auch die grösste Ausweichung der Schwingung des durch das schwebende Theilchen zerstreuten Lichtes zu der Ausweichung im ursprünglichen Lichte mit $(1 : \lambda)^2$ proportional ist, ausserdem natürlich auch mit der Raumgrösse des schwebenden Theilchens, sowie mit dem Verhältnisse des Unterschiedes der Dichtigkeiten des Aethers in diesem Theilchen und in der umgebenden Masse, z. B. der Luft, zu seiner Dichtigkeit in dieser Masse. Das Verhältniss der Stärke zweier Lichtstrahlen von derselben Farbe oder Schwingungsdauer ist aber gleich dem Verhältniss der Quadrate der Schwingungs-

weiten; also würde das Verhältniss der Lichtstärke des durch das Theilchen zerstreuten zu der des ursprünglichen Lichtstrahls bei verschiedenen Farben den Faktor $(1:\lambda)^4$ enthalten, es würde also von dem blauen Lichte des ursprünglichen Strahls $\left(\frac{8}{2}\right)^4 = \frac{81}{16}$ d. h. etwa 5 mal so viel Licht zerstreut, als vom rothen. Und hierdurch ist die blaue Farbe des seitlich zerstreuten Lichtes erklärt und die vorherrschend rothe Farbe des im ursprünglichen Strahl zurückbleibenden Lichtes. Strutt hat auch über die verhältnissmässige Menge des bei verschiedenen Farben zerstreuten Lichtes Messungen gemacht, und diese stimmen mit dem Verhältnisse $(1:\lambda)^4$ gut überein.

Da nun das Licht der atmosphärischen Luft im durchfallenden Lichte gelb und roth, im zurückgeworfenen blau erscheint, da das Himmelslicht in einem Abstände von 90° von der Sonne sich in hohem Grade polarisirt zeigt, so dürfen wir die Farbe der atmosphärischen Luft als durch die kleinsten schwebenden Theilchen erklärt ansehen. Die Unvollkommenheit der Polarisation hat seinen Grund darin, dass das von der Atmosphäre zerstreute Licht noch von anderen als von jener Ursache herrührt, und dass diese Ursachen Polarisationen von verschiedenem Grade hervorbringen. Die stets vorhandenen schwebenden Wassertröpfchen bringen, wie ich gefunden habe, in dem Sonnenabstände von 90° ebenfalls eine, aber nicht ganz vollständige Polarisation hervor; die in den höheren Luftschichten vorhandenen Eiskryställchen wirken überhaupt nur schwach, und nur theilweise polarisirend, und dasselbe gilt von dem durch Rückstrahlung des Bodens und durch mehrfache Rückstrahlung in der Atmosphäre hervorgebrachten Lichte. Durch diese Umstände ist die Unvollkommenheit der Polarisation des Lichtes erklärt, welches in der Atmosphäre in einem Sonnenabstände von 90° beobachtet wird.

Das Ozon,

seine chemische Natur, sein Vorkommen in der
Atmosphäre und seine sanitäre Bedeutung.

Von C. Engler.

Kaum dürfte es einem Freunde der Naturwissenschaft beim Lesen chemischer Fachschriften entgangen sein, wie seit einigen Jahren den Forschungen über das Ozon wieder erneute Aufmerksamkeit zu Theil geworden ist. Nicht allein dass das Studium der Zusammensetzung unserer Atmosphäre und ihres Ozongehalts, nachdem durch die Untersuchungen Lord Rayleigh's und Ramsay's neue Bestandtheile, Argon und Helium, in derselben entdeckt worden sind, wieder mit vermehrtem Interesse aufgegriffen wurde, auch die Entwicklung unserer elektrochemischen Ansichten über die Konstitution der Materie und ihrer Moleküle musste die Aufmerksamkeit des theoretischen Chemikers neuerdings auf eine Gasart lenken, die nach ihrem Entdecker, Schönbein, gemäss der von ihm supponirten Ladung derselben mit negativer Elektrizität, als das Gegenstück des elektropositiv geladenen Antozons anzusehen war, eine Auffassung, die unseren neueren Ansichten über die elektrische Beschaffenheit der Moleküle nicht sehr ferne steht.

Dazu kommt noch die ausser aller Frage stehende praktische Bedeutung des Ozons, wofür die in letzter Zeit zahlreich genommenen Patente auf die Darstellung des Ozons symptomatisch sind, und in noch höherem Grade die Bedeutung, welche man dem Ozon als luftreinigenden Bestandtheil der Atmosphäre beilegt, nicht zu gedenken der vielen Versuche, welche gemacht werden, um das Ozon in allen möglichen Formen therapeutisch direkt zu verwerthen.

Die chemische Natur des Ozons.

Was ist das Ozon? Ueber diese Frage ist seit der Entdeckung der neuen Gasart im Jahre 1839 viel gestritten

worden. Schönbein hielt sie zuerst für eine Sauerstoffverbindung des Stickstoffs, beziehungsweise auch für einen Bestandtheil desselben, und als sich diese Ansicht nicht mehr halten liess, meinte er, es müsse eine höhere Sauerstoffverbindung des Wasserstoffs sein, musste aber schliesslich der zuerst von Marignac ausgesprochenen und begründeten Anschauung beitreten, dass das Ozon als eine allotrope, also in ihrer molekularen Konstitution veränderte Modifikation des gewöhnlichen Sauerstoffs sei.

Schon diese Erkenntniss war um so mehr als ein wichtiger Fortschritt von weiterer und allgemein wissenschaftlicher Bedeutung zu begrüssen, als bis dahin kein einziger Fall bekannt war, in welchem die chemische Beschaffenheit irgend eines elementaren oder zusammengesetzten Körpers unter dem Einfluss der Elektrizität im Sinne der Bildung allotroper Modifikationen verändert worden wäre. Hier lag nun aber der interessante Fall vor, dass ein elementares Gas lediglich unter einer dynamischen Wirkung in ein Gas von ganz anderen Eigenschaften, in einen Körper von chemisch viel wirksamerer Form umgewandelt wurde.

Der wesentlichste Unterschied zwischen gewöhnlichem Sauerstoff und Ozon besteht in der viel stärker oxydirenden Wirkung des letzteren Gases, zumal bei Gegenwart von Feuchtigkeit. Diese oxydirende Wirkung ist so energisch, dass es Schwierigkeiten bereitet, Apparate zu konstruiren, die in allen ihren Theilen der Einwirkung des Ozons widerstehen. Stoffe wie Kork, Kautschuk, Holz, Papier, Metalle dürfen nicht damit in Berührung kommen und die gewöhnlichen Hilfsmittel zur Verbindung der Apparaththeile sind deshalb unbrauchbar.

Die Oxydationswirkung des Ozons erfolgt gewöhnlich in der Weise, dass nur eines der drei im Ozon-Molekül enthaltenen Sauerstoffatome oxydirend auftritt, während die beiden anderen Atome sich als gewöhnlicher Sauerstoff ausscheiden. Mit Ausnahme von Gold, Quecksilber, Platin und den Platinmetallen werden alle Metalle zu Oxyden oder Superoxyden oxydirt, desgleichen viele Metalloide zu Säuren: Jod zu Jodsäure, Phosphor zu Phosphorsäure, Arsen zu Arsensäure etc. Besonders energisch wirkt aber das Ozon auf die

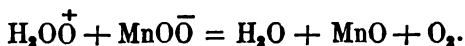
meisten organischen Körper ein und auch die mikrobischen Lebewesen verfallen unter seiner Einwirkung der Zersetzung und Zerstörung, wovon weiter unten noch ausführlicher die Rede ist.

Indem Schönbein die oxydirende Wirkung des Ozons in Parallele stellte mit der oxydirenden Wirkung verschiedener sauerstoffhaltigen Verbindungen, deren wir uns als Oxydationsmittel bedienen, wie z. B. der Chromsäure, Uebermangansäure, Salpetersäure, der Superoxyde des Bleies, Silbers, Baryums, Wasserstoffs etc. gelangt er dazu, gewisse gegensätzliche Beziehungen in den Eigenschaften des aktiven Sauerstoffs einer Gruppe von Sauerstoffverbindungen gegenüber den Eigenschaften des aktiven Sauerstoffs einer anderen Gruppe sauerstoffhaltiger Körper anzunehmen; er stellte jetzt seine Hypothese über Ozon und Antozon, Ozonide und Antozonide auf.

Schon früher hatte Thenard die Beobachtung gemacht, dass sich Wasserstoffsuperoxyd und Bleisuperoxyd unter Entwicklung gewöhnlichen Sauerstoffs in Wasser und Bleioxyd umsetzen, eine Wahrnehmung, die durch Wöhler bestätigt wurde, indem er fand, dass auch Mangansuperoxyd mit Wasserstoffsuperoxyd gewöhnlichen Sauerstoff entwickelt und dass dabei beide Stoffe sogar in molecularen Mengen zur Wirkung kommen, woraus zu schliessen war, dass der gewöhnliche Sauerstoff bei dieser Reaction zur einen Hälfte aus Wasserstoffsuperoxyd zur andern aus Mangansuperoxyd gebildet wird.

Diesen Wahrnehmungen fügte Schönbein eine ganze Reihe von Reaktionen hinzu, die er auf dieselben „chemischen Contactphänomene“ zurückführte. So z. B. die Bildung gewöhnlichen Sauerstoffs aus Ozon und Wasserstoffsuperoxyd, aus Uebermangansäure und Wasserstoffsuperoxyd, aus Chromsäure, Silbersuperoxyd, Eisenoxyd etc. mit Wasserstoffsuperoxyd. Er erklärte diese merkwürdige Entwicklung gewöhnlichen inaktiven Sauerstoffs aus je zwei Superoxyden mit aktivem Sauerstoff durch die Annahme, dass der Sauerstoff fähig sei, in zwei aktiven, wie plus und minus zu einander sich verhaltenden Zuständen zu existiren: als positiv-aktiver und negativ-aktiver Sauerstoff. Beide Sauerstoffmodifikationen

nimmt Schönbein in denjenigen Superoxyden an, die sich gegenseitig unter Entwicklung von gewöhnlichem Sauerstoff reduzieren und die eingetretene Reaktion erklärt er dadurch, dass beim Zusammentreffen von zwei Sauerstoffverbindungen mit positiv und negativ aktivem Sauerstoff eine Ausgleichung der beiden Polaritäten unter Entbindung von gewöhnlichem unaktivem Sauerstoff stattfindet. Den negativ-aktiven Sauerstoff nennt er Ozon, den positiv-aktiven Antozon, die entsprechenden Sauerstoffverbindungen Ozonide und Antozonide. So erklärt sich also z. B. die Entwicklung gewöhnlichen Sauerstoffs, wenn Mangansuperoxyd und Wasserstoffsuperoxyd auf einander einwirken, dadurch, dass der positiv-aktive Sauerstoff des Antozonides Wasserstoffsuperoxyd in Wirkung und dadurch in Ausgleich tritt mit dem negativ-aktiven Sauerstoff des Ozonides Mangansuperoxyd, oder wenn wir nach Schönbein Antozon mit $\overset{+}{\text{O}}$ und $\bar{\text{O}}$ bezeichnen:



Die Aktivität des freigewordenen Sauerstoffs geht durch Ausgleich verloren. Zu den Ozoniden rechnete man die Superoxyde des Silbers, Bleis, Mangans, Nickels, Kobalts etc., ferner Uebermangansäure, Chromsäure, Vanadinsäure, unterchlorige Säure; zu den Antozoniden das Wasserstoffsuperoxyd und die Superoxyde des Baryums, Strontiums, Calciums, der Alkalimetalle, sowie einige in langsamer Oxydation begriffene organische Stoffe, wie Terpentinöl, Aether, Copaivabalsamöl etc.

Die Superoxyde der Ozonid-Gruppe geben mit gewöhnlichen Mineralsäuren, wie Schwefelsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure etc., kein Wasserstoffsuperoxyd, wie dies die Antozonide thun; dagegen die Ozonide mit Salzsäure immer freies Chlor, die Antozonide aber nicht. Alle Superoxyde der Ozonid-Gruppe bläuen ferner frisch bereitete alkoholische Quajaktinktur, während die Antozonide die durch Ozonide gebläute Tinktur wieder entfärben. Das freie Ozon endlich ist eine stark elektronegative Substanz, und ebenso verhalten sich die Ozonide den Antozoniden gegenüber entschieden elektronegativ, während letztere wesentlich positive Polarisierung zeigen. Desshalb wirken auch die Ozonide unter sich nicht

aufeinander ein, vielmehr wird Sauerstoff immer nur ausgeschieden, wenn ein Körper der einen Gruppe auf einen solchen der andern Gruppe zur Wirkung kommt.

Sieben Jahre vor Aufstellung der Ozon-Antozontheorie, hatte Brodie Ansichten ausgesprochen, die gewissermassen als Vorläufer dieser Theorie registriert werden müssen. Er meinte, wenn zwei Partikel sich verbinden, so befinden sie sich vor der Vereinigung im Sinne einer „chemischen Differenz“ positiv und negativ geladen, während durch die chemische Reaktion ein Ausgleich unter Bildung neutraler Produkte stattfindet. So z. B. bildet Kupferwasserstoff und Salzsäure die neutralen Stoffe Chlorkupfer und Wasserstoff. — Hier bemerken wir sonach eine Bildung gewöhnlichen Wasserstoffs genau nach Analogie der Bildung gewöhnlichen Sauerstoffs aus Ozonid und Antozonid. Ebenso erörtert Brodie in gleichem Sinne schon die Bildung gewöhnlichen Sauerstoffs auch aus den polar entgegengesetzten Sauerstoffatomen der Chromsäure und des Wasserstoffsuperoxydes.

Die kräftigste Stütze erhielt aber die Ozon-Antozontheorie durch die Untersuchungen von Clausius über die elektrische Konstitution der Moleküle. Unter der jetzt allgemein angenommenen Voraussetzung, dass auch in einfachen Gasen immer mindestens zwei Atome zu einem Molekül vereinigt sind, hielt es dieser Forscher im Hinblick auf die Schönbein'schen Untersuchungen für möglich, dass in dem aus zwei Atomen bestehenden Molekül des gewöhnlichen Sauerstoffs das eine in positiv-, das andere in negativ-elektrischer Polarisierung sich befinde, dass ferner durch besondere Umstände ein kleiner Theil der Moleküle gewöhnlichen Sauerstoffgases zerlegt werde in seine beiden Atome, die dann getrennt unter den übrigen Atomen umherfliegen. Diese vereinzelt Sauerstoffatome sind nach Clausius Ozon. Bezüglich der Bildung des Ozons durch Berührung von atmosphärischer Luft mit Phosphor hält er es ferner für möglich, dass vorwiegend nur die negativen Atome der Sauerstoffmoleküle in Verbindung mit dem Phosphor treten, die positiven als Ozon ausgeschieden bleiben. Diese Ozonatome fliegen so lange in den übrigen Sauerstoffmolekülen herum, bis sie durch Berührung mit den letzteren oder den Gefäss-

wandungen ihren positiv-elektrischen Zustand verloren haben und dadurch zur Verbindung mit dem Phosphor geeigneter geworden sind. Beim Elektrisiren des Sauerstoffs erklärt er die Bildung des Ozons durch die abstossende Kraft der Elektrizität, bei der Elektrolyse des Wassers dadurch, dass im Moment der Spaltung des Wassers in Wasserstoff und Sauerstoff die Sauerstoffatome vereinzelt sind, von welchen die meisten zwar sich sofort zu gewöhnlichem Sauerstoff miteinander vereinigen, ein kleiner Theil jedoch vereinzelt bleibt.

In einer Reihe von Abhandlungen sucht nun Schönbein in der Folge den Nachweis zu führen, dass nicht allein, wie er schon früher behauptete, bei jedem Oxydationsprozess der inaktive Sauerstoff vorher immer in aktiven umgewandelt werde, dass vielmehr überall da, wo gewöhnlicher Sauerstoff in aktiven übergehe, beide Modifikationen des letzteren entstehen. Gelang es auch noch nicht, neben jeder Ozonbildung auch das Antozon selbst nachzuweisen, so wurde doch zu beweisen versucht, dass bei allen Prozessen, bei welchen Ozon in freiem Zustande gebildet wird, nebenbei ein Antozonid aus dem ursprünglich mit dem Ozon ausgeschiedenen Antozon entstehe. So gebe Phosphor in feuchter Luft Ozon und Wasserstoffsuperoxyd, ebenso der Aether bei langsamer Verbrennung; und auch bei der Elektrolyse des Wassers werde neben Ozon Wasserstoffsuperoxyd gebildet. Werde unter gewissen Bedingungen, z. B. der langsamen Oxydation von Zink, Kadmium, Blei und Kupfer in feuchter Luft neben Wasserstoffsuperoxyd auch das Ozon nicht frei, so müsse eben angenommen werden, das Ozon verbinde sich unter diesen Umständen mit den Metallen. Immer also gleichzeitige Bildung von Ozon und Antozon, oder Ozonid und Antozonid bei Umwandlung gewöhnlichen Sauerstoffs in aktiven.

Noch erhielt der Umstand, dass das Antozon bisher nie in freiem Zustande nachgewiesen werden konnte, viele Chemiker gegen die neue Hypothese in Zweifel, denn es war in der That nicht einzusehen, weshalb es so leicht gelingen sollte, den negativ polarisirten Sauerstoff darzustellen, niemals dagegen den positiv aktiven. Allerdings es gab ein

Antozonid, aus welchem sich mit Leichtigkeit Sauerstoff ausscheiden liess, das Wasserstoffsperoxyd; doch der Sauerstoff, den man daraus z. B. durch Berührung mit Platin erhielt, war nicht Antozon sondern Ozon. Eine theoretische Betrachtung über Umwandlung von Antozon in Ozon half über die unbequeme Reaktion hinweg und als in der Folge freies Antozon, scheinbar wenigstens, bei mehreren chemischen Prozessen nachgewiesen wurde, als van der Broek gezeigt hatte, dass selbst das Ozon, ebenso wie alle Ozonide, aus Salzsäure Chlor ausscheidet, bekannten sich die meisten Chemiker zu den Schönbein'schen Ansichten.

Schon früher hatte Houzeau gefunden, dass Baryum-speroxyd, bekanntlich ein Antozonid, mit Schwefelsäure aktiven Sauerstoff entwickle. Er hatte zu Anfang, also lange bevor die Ozon- und Antozon-Theorie aufgestellt worden war, die Möglichkeit, dass dieser aktive Sauerstoff vom Ozon verschieden sei, zwar ausdrücklich offen gelassen, konstatierte aber gleich darauf deren Identität. Schönbein, der früher den aus Baryumsperoxyd erhaltenen aktiven Sauerstoff ebenfalls für identisch mit Ozon gehalten hatte, fand nun eine Reihe von Unterschieden zwischen jenem Gas und Ozon auf, auf Grund deren er dasselbe für das Antozon erklärte. Es besitzt nach ihm zwar einen ozonähnlichen, zugleich aber auch ekelregenden Geruch, bläut direkt Jodkaliumstärkepapiere und bildet, im Gegensatz zum Ozon, mit Wasser direkt Wasserstoffsperoxyd. Sonstige charakteristische Unterschiede ausser einer etwas rascher eintretenden Bläuung eines mit Ferricyankalium und Eisenoxydsalz getränkten Papiers durch Antozon konnten gegenüber dem Ozon nicht angeführt werden. Platin erfuhr beim Eintauchen in antozonhaltigen Sauerstoff ebenfalls eine negative Polarisierung; nur dem Ozon gegenüber verhielt sich das Antozon positiv.

Später wurde auch das in dem Wölsendorfer Flussspath von Schrötter aufgefundene Ozon von Schönbein für Antozon erklärt, und zwar sollte der Spath $\frac{1}{5000}$ seines Gewichtes davon enthalten.

Immer blieb noch die wichtigste Frage zu lösen, wie es sich mit der Entstehung des Ozons für sich allein beim Elektrisieren gewöhnlichen Sauerstoffgases verhalte, sollte ja

doch gleichzeitig mit dem Ozon aus dem inaktiven Sauerstoff immer auch Antozon oder doch ein Antozonid entstehen; niemals aber noch hatte man bisher einen der letzteren beiden Stoffe neben Ozon wahrzunehmen vermocht. Gerade im Hinblick hierauf stelle Meissner eine Reihe eingehender Versuche an, deren Ergebnisse er in zwei Schriften niedergelegt hat, und die ein reiches Material werthvoller Beobachtungen über den Gegenstand enthalten.

Ich muss mich damit begnügen, diejenigen Punkte hervorzuheben, die scheinbar am schlagendsten die Entstehung des Antozons neben Ozon beim Elektrisiren des Sauerstoffs erwiesen. Meissner geht bei seinen Untersuchungen von der Annahme aus, dass reiner Sauerstoff beim Durchleiten durch eine Röhre, in welcher gleichzeitig ein Uebertritt von Elektrizität in Funken, besser in stillen Entladungen stattfindet, theilweise in Ozon und Antozon zerfällt. Es kam also darauf an, das Ozon aus dem erhaltenen Gasmisch zu entfernen und die Eigenschaften des Antozons in dem restirenden Gase zum Vorschein zu bringen. Zu diesem Nachweise bediente er sich gewöhnlich der angeblichen Eigenschaft des Antozons, in Berührung mit Wasser Nebel, zunächst nur ein physikalisches Aggregat, zu bilden und sich dann mit demselben zu Wasserstoffsperoxyd zu vereinigen. Leitete er nun das vermeintliche Gemisch von Ozon und Antozon durch eine konzentrirte Jodkaliumlösung, durch welche, wie längst bekannt, das Ozon zurückgehalten wird, so zeigten sich bei Berührung des hindurchgegangenen Gases mit Wasser sofort deutliche Nebel, das Antozon war also durch die Jodkaliumlösung hindurchgegangen. Zum Beweis, dass diese Nebel nur ein physikalisches Aggregat sind, leitete er dieselben durch Röhren mit Chlorcalcium, Schwefelsäure-Bimssteinstücken oder mit anderen wasserentziehenden Substanzen gefüllt, wodurch sie das Wasser verloren, so dass reines Antozon zurückblieb, welches neuerdings mit Wasser Nebel zu bilden im Stande war. Das elektrische Antozon zeigte sich als identisch mit dem aus Barymsperoxyd und Schwefelsäure erhaltenen. Bei jedem Oxydationsprozesse soll gewöhnlicher Sauerstoff in Ozon und Antozon gespalten werden, und während sich ersteres mit den sich oxydirenden

Stoffen verbindet, bildet das Antozon mit vorhandenem Wasserdampf bloß Nebel, daher die starke Rauchbildung beim Verbrennen unserer gewöhnlichen Brennmaterialien, daher insbesondere auch die Wolkenbildung in unserer Atmosphäre etc.

Nicht allein wurde in jener Zeit die Existenz von Ozon und Antozon, von Ozoniden und Antozoniden durch die angeführten Versuche zur vielseitigen, zu fast allgemeiner Anerkennung und Annahme gebracht, es traten sogar Ansichten auf, nach welchen ausser Ozon und Antozon noch eine dritte allotrope Sauerstoffmodifikation existiren sollte. So behauptete Löwenthal, gewöhnlicher Sauerstoff werde durch Berührung mit gewissen Substanzen, wie übermangansaures Kali, chromsaures Kali, unterchlorige Säure u. a., in aktiven Sauerstoff umgewandelt, der von Ozon und Antozon verschieden ist. Auch Meissner glaubte eine Zeit lang, eine dritte allotrope Sauerstoffmodifikation, das „Atmizon“, unter Händen zu haben, überzeugte sich aber durch eigene Versuche, dass dieselbe mit bekannten Körpern zusammenfiel.

Der Kampf gegen die Existenz des Antozons begann damit, dass Berthelot die Bildung von Ozon, resp. von Antozon, bei Berührung von Terpentinöl mit gewöhnlichem Sauerstoff in Abrede stellte, während Schönbein an seiner Ansicht festhielt, dass das Terpentinöl aktiven Sauerstoff und zwar als Antozon enthalte. Auch Houzeau spricht sich gegen einen Gehalt des der Wirkung der Luft ausgesetzten Terpentinöls an freiem aktiven Sauerstoff aus, nimmt vielmehr, ähnlich wie schon vor ihm Berthelot, eine Sauerstoffverbindung darin an, die ihren Sauerstoff leicht an oxydirbare Stoffe abgibt, eine Ansicht, die nach Untersuchungen von Kingzett¹, ferner von Berthelot² über das Aethylsuperoxyd, von Renard & Houzeau,³ sowie von Ersterem allein⁴ über das Ozobenzol und das Ozotoluol, auch von Schöne⁵ über Hyperoxyde organischer Radikale sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

¹ J. Chem. Soc. (2) XIII, 210. Monst. scient. (3) V, 1020.

² Compt. Rend. 92, 895 Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1881, 1200.

³ Compt. Rend. 76, 572.

⁴ Ibid. 120, 1177. 121, 651. Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1895, 540 und 1054

⁵ Ber. d. D. chem. Ges. 1894, 1233.

Der Erste übrigens, welcher die Hypothese über die Ozonide und Antozonide direkt bekämpfte, war Weltzien, der, von der Gerhardt'schen Typentheorie ausgehend, die Reaktion zwischen Ozoniden und Antozoniden auf eine gewöhnliche doppelte Umsetzung zurückführte und so die Existenz von Sauerstoffverbindungen mit gegensätzlich erregtem Sauerstoff läugnete. Auf Grund der Thatsache, dass Wasserstoffsuperoxyd mit feinvertheiltem Platin gewöhnlichen und nicht, wie nach der Antozon-Hypothese zu erwarten wäre, positiv aktiven Sauerstoff entwickelt, äussert auch Wurtz seine Bedenken gegen die bisherigen Ansichten. Und ebenso widersprach ein Versuch von Riche, bei welchem durch Einwirkung von Schwefelsäure auf Wasserstoffsuperoxyd gewöhnliches Ozon und nicht Antozon erhalten wurde, den Ansichten über den positiv-activen Charakter des Sauerstoffs in jenem notorischen Antozonide. Im folgenden Jahre trat Brodie mit einer eingehenden Untersuchung über die Wirkung der sogenannten Ozonide auf Wasserstoffsuperoxyd hervor, durch welche er, anknüpfend an seine früheren Betrachtungen über die Konstitution der elementaren Moleküle, die Richtigkeit der Annahme verschiedenartigen Sauerstoffs in den beiden Gruppen von Superoxyden (Ozoniden und Antozoniden) widerlegte. Die Sauerstoffmoleküle bilden sich nach Brodie in Gemässheit eines Molekulargesetzes, welches identisch ist mit demjenigen, nach welchem chemische Verbindungen überhaupt gebildet werden, und die Wechselwirkung zwischen zwei Oxyden ist, wie er meint, bloss veranlasst durch Zusammenlagerung zweier in verschieden polarem Zustande befindlichen Sauerstoffatome. Erinuert diese Auffassung immerhin noch sehr an das Wesen der Ozon-Antozon-Theorie, so ist doch der innere Unterschied beider Anschauungsweisen nicht zu verkennen, denn während Brodie nur relativ polare Unterschiede des Sauerstoffs innerhalb der verschiedenen Superoxyde etc. annimmt, behält nach Schönbein der active Sauerstoff der Ozonide und Antozonide seinen polaren Charakter auch bei, wenn derselbe frei gemacht wird, oder wenn das Superoxyd in chemische Wirkung auf andere Stoffe tritt. So hatte der letztere Chemiker nachzuweisen versucht, dass während die Ozonide aus Salzsäure immer Chlor frei machen,

die Antozonide mit der gleichen Säure Wasserstoffsperoxyd oder Antozon liefern. Brodie zeigte nun aber, dass Baryum-speroxyd, also ein notorisches Antozonid, mit Salzsäure in kochendem Zustande gerade so gut Chlor bildet wie die ozonidischen Speroxyde, dass also ein Unterschied des Sauerstoffs in seiner allgemeinen chemischen Wirkungsweise zwischen Ozoniden und Antozoniden nicht vorhanden ist. Die Versuche wurden später von Weltzien bestätigt, der ausserdem noch fand, dass Baryumsperoxyd mit Salzsäure unter Umständen sogar gewöhnliches Ozon liefert; auch hatte Balard schon früher gezeigt, dass die beiden Ozonide unterchlorige Säure und Bleisperoxyd miteinander gewöhnlichen Sauerstoff entwickeln.

Auch die Thatsache, dass sich ganz das gleiche Ozon bildet, gleichviel ob man den Sauerstoff mittels positiver oder negativer Elektrizität elektrisirt, wird von von Babo gegen die Existenz zweier gegensätzlichen geladenen Ozon-Modifikationen geltend gemacht; desgleichen in Verbindung mit Claus, die Wahrnehmung, dass in die Ozonisationsröhren eingeschaltete Chromsäure, welche das Antozon zerstören müsste, eine Veränderung in der Ozonbildung nicht bemerkbar war.

Trotz dieser zahlreichen Versuche, die gegen die Richtigkeit seiner Hypothesen sprachen, hielt Schönbein in einer Reihe von Abhandlungen an seinen Ansichten über die beiden aktiven Sauerstoffmodifikationen fest und suchte neue Beweise für die Existenz des Antozons beizubringen. Auch fanden seine Anschauungen durch die schon besprochenen Untersuchungen Meissner's und anderer Forscher vielfach Unterstützung. Vor allem muss hier noch hervorgehoben werden, dass Clausius, seine frühere Auffassung über die Natur von Ozon und Antozon modificirend, die Bildung der beiden aktiven Sauerstoffmodifikationen jetzt durch die Annahme erklärte, dass dieselben aus einzelnen polarisirten Sauerstoffatomen bestehen, die sich im Augenblicke ihres Freiwerdens mit daneben befindlichen Molekülen gewöhnlichen Sauerstoffs zu losen Verbindungen vereinigen, wonach er also an der Existenz von Ozon und Antozon festhielt.

Wir wissen jetzt, dass Clausius in der Hauptsache völlig Recht hatte, denn wir erklären uns in der That die

Bildung des Ozons durch Zerfallen einzelner Moleküle gewöhnlichen Sauerstoffs in je zwei Atome und Anlagerung je eines dieser Atome an ein unzerlegtes Sauerstoffmolekül, so dass Moleküle zu je drei Sauerstoffatomen resultiren; nur eine dauernde elektrische Polarisirung nehmen wir dabei nicht an und damit fällt auch der Unterschied zwischen Ozon und Antozon.

Die später beigebrachten Beweise für die Existenz von Antozon und der zwei sich in gewisser Beziehung gegenüberstehenden Körpergruppen, der Ozonide und Antozonide, fanden ihre Widerlegung auch in einer Arbeit, welche Verfasser in Gemeinschaft mit Professor Nasse¹ in Halle ausgeführt hat.

Meissner hatte den Nachweis für das Auftreten von Antozon neben Ozon beim Elektrisiren des Sauerstoffs durch Hindurchleiten des Gasmisches durch Jodkaliumlösung geliefert, in welcher bekanntlich das Ozon zerstört wird, während nach ihm das Antozon unzersetzt hindurchgeht und sich nachher durch sein Verhalten, besonders durch Nebelbildung nachweisen lässt. Leitet man aber nach unseren Versuchen den elektrisirten Sauerstoff durch ein Röhrchen mit Zinknatrium, so kommt darin beides, das Ozon und das vermeintliche Antozon zum Verschwinden, denn weder gegen Jodkalium tritt noch eine Reaction ein, noch auch ist nachher irgend eine Nebelbildung zu bemerken. Wird nun aber der Versuch so angeordnet, dass der elektrisirte Sauerstoff zuerst durch Jodkaliumlösung geht und dann erst durch ein Röhrchen mit Zinknatrium, so müsste in ersterer das Ozon, in letzterem das Antozon zurückgehalten werden. Trotzdem aber erhält man sogenannte Antozonnebel, wenn man das durch beide Apparätchen gegangene Gas mit Wasser in Berührung bringt. Es bildet sich sonach in der Jodkaliumlösung etwas, was vorher nicht da war und zwar eine Substanz, die nun vom Zinknatrium nicht mehr zurückgehalten oder zerstört wird. Gleiches wurde auch noch durch eine Reihe anderer Versuche bewiesen. Damit war aber auch dargethan, dass die nebelbildende Substanz nicht zugleich

¹ Lieb. Annal. d. Chem., 154, 215.

mit dem Ozon, also nicht schon beim Elektrisiren des Sauerstoffs in der Ozonröhre, entsteht, eine Zerlegung des Sauerstoffs in Ozon und Antozon im Sinne Schönbeins also nicht stattfindet und dieser Art die Unhaltbarkeit der ganzen Ozon-Antozon-Theorie bewiesen. Nachdem es uns dazu noch gelungen war, den Nachweis zu führen, dass der erste Repräsentant der Gruppe der Antozonide, das Wasserstoff-superoxyd, unter gewissen Bedingungen mit Salzsäure gerade so Chlor entwickelt wie die Ozonide, war die Gleichartigkeit des chemischen Verhaltens der Ozonide und Antozonide als definitiv festgestellt zu betrachten und auch der Unterschied zwischen beiden Körperklassen hört auf.

War durch die zuletzt erwähnten Untersuchungen die Theorie von den beiden gegensätzlichen Sauerstoffmodifikationen in der Hauptsache als unhaltbar nachgewiesen, so dass sie von da ab von den meisten Chemikern aufgegeben wurde, so tauchte doch hin und wieder die Ansicht auf, dass trotzdem neben dem Ozon eine zweite aktive Sauerstoffmodifikation existire. So nimmt Boche bei der Verbrennung eine Polarisation des Sauerstoffs zu Antozon an, Löw vertheidigt die Ansicht, dass das an der Luft gestandene Terpentinöl eine von gewöhnlichem Sauerstoff und von Ozon verschiedene Sauerstoffart enthalte und Fudakowsky findet dasselbe für Petroleumbenzin. Auch Schaer nimmt an, der gewöhnliche Sauerstoff zerfalle mit Terpentinöl, Petroleum ätherischen Oelen etc. in Ozon und eine zweite in dem Oele in irgend einer Weise gebunden bleibende aktive Sauerstoffmodifikation, während andere Chemiker, wie Berthelot, Houzeau, Kingzett, die näherliegende Annahme machen, dass die oxydirende Wirkung des Terpentinöls etc. auf eine durch Berührung mit Sauerstoff gebildete sauerstoffreiche Verbindung jener Oele zurückzuführen sei. Für die Existenz besonders aktivirten Sauerstoffs trat insbesondere auch noch Traube¹ in zahlreichen Abhandlungen ein und von Bedeutung waren vor Allem die Untersuchungen, welche von R. von Helmholtz und F. Richarz² vor wenig Jahren zum Beweis der Existenz

¹ Ber. d. D. chem. Ges., 1882, 222, 659, 2421, 2434; 1883, 123, 463; 1889, 1496, 3057.

² Wiedem. Annal. d. Phys. 1890, 198.

einer zweiten aktiven Sauerstoffmodifikation ausgeführt worden sind. Ihre Auffassung steht in naher Beziehung zu der weiter oben skizzirten Ansicht von Clausius von der Existenz freier Sauerstoffatome, die sich zwischen den Molekülen des gewöhnlichen Sauerstoffs eine Zeit lang erhalten können und in diesem Zustande die Eigenschaft besonders starker Aktivität besitzen sollen. In ausdrücklicher Uebereinstimmung mit den Ergebnissen meiner in Gemeinschaft mit O. Nasse durchgeführten Untersuchungen erkennen sie an, dass die in Frage stehende zweite aktive Sauerstoffmodifikation nicht gleichzeitig mit Ozon beim Elektrisiren des gewöhnlichen Sauerstoffs entstehe, dagegen sind sie der Ansicht, dass eine solche Modifikation bei der Zerstörung des Ozons gebildet werde und bezeichnen dieselbe als Sauerstoff im Zustande freier Jonen. Auch sie nehmen, gleich Clausius und Meissner, an, dass diese freien Sauerstoffatome nur eine Zeit lang sich als solche erhalten und sonach aktiv wirken, dass sie dagegen nach einiger Zeit unter Bildung gewöhnlichen inaktiven Sauerstoffs wieder verschwinden, eine Eigenthümlichkeit, welche mit dem sogenannten „Abklingen“ des Meissner'schen Atmizons¹ sehr nahe übereinkommt.

Da die Bildung freier Sauerstoffatome mit entgegengesetzt elektrischer Ladung im Sinne sich bildenden Ozons und Antozon's unseren jetzigen Ansichten über die elektrische Beschaffenheit der Moleküle bis zu einem gewissen Grade entspricht, erschien es angezeigt, die seinerzeit aufgestellten Ansichten über Ozon und Antozon, insbesondere aber auch die Versuche von v. Helmholtz und Richarz einer nochmaligen genauen Prüfung zu unterziehen, und ich habe deshalb mit meinem Assistenten, Herrn Dr. Wild, die Versuche über das bei Zerstörung des Ozons entstehende aktive Gas sorgfältigst wiederholt.

Bei diesen Versuchen handelte es sich in erster Reihe darum, zu untersuchen, auf was die aktiven Eigenschaften — ganz besonders aber die Eigenthümlichkeit, mit Feuchtigkeit Nebel zu bilden, — des beim Zerstoren des Ozons resultirenden Gases zurückzuführen sind, im Speziellen aber darum, zu er-

¹ Unters. über d. Sauerstoff, Hannover bei Hahn. 1863, 35.

mitteln, ob in der That aktiver Sauerstoff in Gestalt einzelner Atome vorhanden ist oder nicht. In Anbetracht des Umstandes, dass die merkwürdigen Nebel bei meinen früheren Versuchen, die ich in Gemeinschaft mit O. Nasse anstellte, als Reaktion auf Wasserstoffsperoxyd, wofür wir sie hielten, nur die Bläuung von Jodkaliumstärke ergeben hatten und im Uebrigen auffällige Unterschiede gegenüber dem gewöhnlichen, in Lösung befindlichen Wasserstoffsperoxyd zeigten, wurde zunächst geprüft, ob die aktive Substanz in der That Wasserstoffsperoxyd sei.

Die sogenannten „Ozon-Nebel“ unterscheiden sich von gewöhnlichen Kondensationsnebeln, wie z. B. Wasserdampf, dadurch, dass sie auch durch gründliches Waschen mittelst vieler Waschflaschen nicht absorbirt werden, weder wenn die Waschflaschen mit Wasser, noch wenn sie mit Säure oder Alkalien gefüllt sind. Zerstört man das Ozon durch Hindurchleiten durch konzentrirte Salzlösungen, z. B. konzentrirte Jodkaliumlösung, so kommt der Nebel wenig oder gar nicht zum Vorschein, tritt jedoch sofort auf, wenn man das desozoneirte Gas darauf durch Wasser leitet. Schon gebildete Nebel kann man durch wasserentziehende Substanzen wie Chlorcalcium, konzentrirte Schwefelsäure etc. zum Verschwinden bringen, sie aber durch erneute Berührung mit Wasser wieder in die Erscheinung treten lassen. Ueber die Eigenschaften dieser Nebel macht Meissner (a. a. O.) noch die folgenden Angaben:

1. Die Nebel oxydiren Wasser zu Wasserstoffsperoxyd, obgleich sie andere leicht oxydable Substanzen wie Jodkalium, Pyrogallussäure, Schwefelalkalien etc. nicht zersetzen.

2. Dieselben besitzen, da sie weder von Säuren noch von Alkalien absorbirt werden, weder saure noch alkalische Eigenschaften.

3. Beimischungen, welche die Ozon-Nebel mit sich führen, lassen sich durch Waschen mit geeigneten Reagentien entfernen.

4. Die mittels verschiedener Desozoneatoren erzeugten Nebel sind identisch; die nebelbildende Substanz kann deshalb kein Oxydations- oder Zersetzungsprodukt der ozonzeretzenden Substanz, sondern muss eine besondere Sauerstoff-

modifikation sein: das gleichzeitig mit dem Ozon gebildete Antozon, welches die besondere Eigenschaft besitzt, mit Wasser Nebel zu bilden.

Aus unseren Untersuchungen geht nun aber hervor, dass die vorstehenden Sätze insgesamt anders gedeutet werden müssen, theilweise sogar direkt unrichtig sind.

Die Nebel werden nämlich durch bestimmte chemische Verbindungen von meist fester Aggregatform hervorgebracht, von Verbindungen, die jedesmal ein Oxydations- oder Zersetzungsprodukt des Desozonisators sind. Theils sind dieselben schon an sich als Nebel sichtbar, theils befinden sie sich so fein suspendirt in dem Gas, dass sie für das Auge nicht direkt sichtbar sind, gerade wie der in der Luft suspendirte feine Staub. Haben diese Suspensionen jedoch hygroskopische Eigenschaften, verbinden sie sich überhaupt nur leicht mit Wasser, so verdichten sie sich mit Wasserdampf zu Nebeln.

Ihrer chemischen Natur nach sind diese Nebel sehr verschieden, theils neutrale, theils saure, theils sogar basische Körper, je nach dem Desozonisor d. h. nach der Substanz, aus der sie sich gebildet haben. Durch Wasser, Säuren oder Alkalien können sie nicht ohne Weiteres zum Verschwinden gebracht werden, weil die in schwebendem Zustande in den Gasen enthaltenen Suspensionen, die nebelbildenden Theilchen oder die Nebel selbst, eine geringere Bewegungsgeschwindigkeit besitzen, als die Gasmoleküle und in Folge dessen beim Durchleiten einer Gasblase etc. mit dem Lösungsmittel nicht genügend in Berührung kommen. Zur Begründung dieser Auffassung ist die Thatsache von Wichtigkeit, dass Nebel besonders dann auftreten, wenn die Flüssigkeit, welche zur Zerstörung des Ozons dient, einen flüchtigen Körper gelöst enthält, der durch Ozon zu einer nicht flüchtigen festen oder doch schwerer flüchtigen Verbindung oxydirt wird. So treten Nebel auf bei allen Flüssigkeiten, in welchen freies Jod enthalten ist oder durch Einwirkung des Ozons ausgeschieden wird, um dann zu Jodsäure oxydirt zu werden; ferner bei Gehalt an schwefliger Säure, wobei Schwefelsäure entsteht; bei ammoniakhaltigen Flüssigkeiten (Ammoniumhydroxyd, Ammoniumkarbonat, Schwefelammonium etc.), welche Ammoniumnitrat bilden; bei schwefelwasserstoffhaltigen oder

-bildenden Lösungen wie Schwefelwasserstoffwasser, Schwefelalkalien, Schwefelbaryum etc., wobei Schwefel sich ausscheidet, theilweise vielleicht auch zu Schwefelsäure oxydirt wird, auch bei einer Reihe organischer Stoffe, wobei neben Wasserstoff-superoxyd noch Superoxyde organischer Verbindungen entstehen können.

Der Vorgang dürfte dabei der sein, dass in die ozonhaltigen Sauerstoffblasen etwas von der flüchtigen Substanz diffundirt, im Innern der Blase zu einem nicht oder minder flüchtigen Körper oxydirt wird, dessen Einzeltheilchen nur an der Peripherie der Gasblase mit der Flüssigkeit in Berührung kommen und sich lösen, während die übrigen mit der Gasblase fortgeführt werden, um unter Umständen in gleicher Weise auch noch durch die folgenden Vorlagen hindurchzugehen. Ganz anders verhalten sich gleichzeitig mitgerissene Gasmoleküle, wie z. B. Ammoniak, schweflige Säure etc., welche in Folge ihrer raschen Eigenbewegung mit der Flüssigkeit viel mehr in Berührung kommen und in Folge dessen auch rasch in Lösung gehen.

Ganz in gleicher Weise werden z. B. Nebel aus Salmiak, wasserfreier Phosphorsäure etc. selbst beim Durchschütteln mit Wasser nur sehr langsam absorbirt, trotzdem die betreffenden Körper in Wasser sehr leicht löslich sind.

Eine merkwürdige Erscheinung zeigt sich oftmals beim Desozonisiren durch konzentrirte Lösungen, beispielsweise durch konzentrirte Jodkaliumlösung. Hierbei treten nach Durchleitung des ozonisirten Sauerstoffs direkt über der Lösung keine Nebel auf, ja man kann das desozonisirte Gas durch andere konzentrirte wässrige Lösungen, wie z. B. Chlorkalium etc. hindurchleiten, ohne dass Nebelbildung zu bemerken wäre, während sofort starke Nebel auftreten, wenn man das Gas dann durch Wasser leitet oder dasselbe mit Wasserdampf in Berührung bringt. Es ist auch möglich, schon gebildete Nebel durch konzentrirte Schwefelsäure zum Verschwinden zu bringen und sie nachträglich durch Berührung mit Wasserdampf wieder zum Vorschein kommen zu lassen.

Diese Erscheinungen erklären sich folgendermassen. Ueber den konzentrirten Salzlösungen findet sich nicht der genügende Wasserdampf, um Nebelbildung, beispielsweise mit

dem feinsuspendirten Jodpentoxyd, zu veranlassen, während bei der viel stärkeren Tension verdünnter Lösungen Wasserdampf zur Hydratisirung des Jodpentoxydes über der Jodkaliumlösung genügend vorhanden ist. Jodpentoxydhaltiges desozonisirtes Gas kann desshalb auch beim Durchleiten durch konzentrirte Salzlösungen keine Nebel bilden, sondern nur mit Wasser oder verdünnten Lösungen. Leitet man endlich schon gebildete Nebel durch konzentrirte Schwefelsäure, so kann der Fall eintreten, dass z. B. die vorher schon hydratisirten Suspensionen von der Schwefelsäure aufgenommen werden, während die anhydrischen hindurchgehen, um dann mit Wasser beziehungsweise Wasserdampf neue Nebel zu bilden. Die Richtigkeit dieser Erklärung ergibt sich daraus, dass wenn man der in Luft oder Sauerstoff suspendirten Jodsäure Wasserdampf im Ueberschuss zuführt, so dass sämtliche Jodsäure-Moleküle sich mit Wasser sättigen können, über einer folgenden Vorlage mit Wasser keine neuen Nebel mehr auftreten.

Gelingt es nun aber, nachzuweisen, dass überall da, wo die Nebel auftreten, auch bestimmte chemische Verbindungen vorhanden sind, so wird man es auch für erwiesen erachten dürfen, dass die Nebelbildung nicht durch eine besondere Sauerstoffmodifikation, etwa, wie von Helmholtz und Richarz annehmen, durch freie Sauerstoffjonen bedingt wird. Einen hohen Grad von Sicherheit erlangt diese Auffassung durch die folgenden Thatsachen.

Wenn man den ozonhaltigen Sauerstoff nicht durch eine leichtoxydable Substanz, wie Jodkalium etc., desozonisirt, sondern blos durch Erhitzen in einer Glasspirale auf 300° und das auf diese Art von Ozon befreite Gas mit Wasser in Berührung bringt, so treten weder Nebel auf, noch auch wird aus Jodkalium Jod ausgeschieden. Dagegen könnte eingewendet werden, dass durch die Hitze nicht blos das Ozon, sondern auch das „Antozon“ zerstört werde, ein Einwand, der jedoch seine Berechtigung nur hätte für das Schönbein-Meissner'sche Antozon, nicht aber für die Sauerstoffjonen von Helmholtz und Richarz. Denn wenn man annimmt, dass durch Zerstörung des Ozons bei gewöhnlicher Temperatur Sauerstoffjonen entstehen, so müsste die Bildung der letzteren

durch die dissociirende Wirkung der Wärme noch in höherem Grade begünstigt sein. Noch schlagender wird aber der Beweis durch die Thatsache, dass die Ursache der Nebelbildung sich beim Filtriren des z. B. durch Jodkalium desozonisirten Gases durch eine Schicht Glaswolle vollkommen beseitigen lässt. Dabei können aber nur suspendirte feste (oder flüssige) Körper zurückgehalten werden, gerade so wie man Luft in gleicher Weise von ihrer unsichtbaren schwebenden Materie befreien kann. Ausgeschlossen ist die Annahme; dass sich dabei die Jonen abfiltriren lassen oder dass sie sich beim Durchgang durch Glaswolle zu gewöhnlichem Sauerstoff vereinigen.

Bei der experimentellen Durchführung der vorstehend erwähnten Versuche wurde zur Ozonisirung ein mit einem Strom von 15 Amp. und 8 Volt beschickter Ruhmkorff'scher Induktionsapparat mit beiläufig 7 cm Funkenlänge benützt. Der Sauerstoff war möglichst rein, namentlich sorgfältigst von Chlor, Kohlensäure und Wasser befreit, nur ganz geringe Mengen Stickstoff waren noch vorhanden. Zum Durchtritt der Elektrizität durch den Sauerstoff diente fast ausschliesslich eine grössere Siemens'sche Ozonröhre von 1 m Länge. Das elektrisirte Gas hatte einen Gehalt von etwa 10—12 p. c. Ozon. Ausser dem Quecksilberverschluss zwischen Ozonröhre und Absorptionsapparaten waren nur Glasverschlüsse vorhanden. Die Desozonisation erfolgte bei fast allen Versuchen mittelst Jodkaliumlösung, und zur Zurückhaltung etwaiger letzter Spuren von Ozon oder von freien Jod war bei vielen Versuchen eine zweite Absorptionsflasche mit alkalischer Jodkaliumlösung vorgelegt.

Bei dieser Anordnung passirten die in der ersten Flasche erzeugten Nebel nicht blos die zweite Flasche, sondern auch noch eine dritte mit höchst concentrirter Chromsäurelösung und brachten dann in einer vierten Flasche mit Jodkaliumstärke kräftige Bläuung hervor, ohne dabei jedoch vollständig zu verschwinden.

Die Chromsäure wurde vorgeschlagen, um uns davon zu überzeugen, dass die das Jod ausscheidende Substanz nicht aus Wasserstoffsuperoxyd bestehe, nachdem Vorversuche ergeben hatten, dass Wasserstoffsuperoxyddampf, den wir durch

Vacuumdestillation aus ganz konzentriertem flüssigem Wasserstoffsperoxyd erzeugten, durch Chromsäure sofort vollkommen zersetzt wird.

Die Frage, ob die oxydirende Wirkung der Nebel auf Wasserstoffsperoxyd zurückzuführen sei, wurde deshalb zunächst in's Auge gefasst, weil Helmholtz und Richarz mit Aufstellung ihrer Ansicht von der Bildung von Sauerstoffjonen durch die Zerstörung des Ozons zugleich bestritten, dass die fragliche Substanz der Ozon-Nebel Wasserstoffsperoxyd sein könne. Es wird sich zeigen, dass sie, insoweit es sich um die Nebel des mit Jodkalium zerstörten Ozons handelt, recht hatten, während in anderen Fällen allerdings auch Wasserstoffsperoxyd auftreten kann. Ausserdem haben wir aber auch nachgewiesen, dass im speziellen Falle die nebelbildende Substanz nur Jodpentoxyd ist, und nicht eine besondere aktive Sauerstoffart.

Abgesehen von dem vorhin erwähnten Nachweis, dass das desozonisierte Gas auch nach Durchgang durch Chromsäure noch Jodkaliumstärke bläut, wie es dies auch ohne Chromsäure thut, spricht nun aber ferner noch der Umstand gegen das Wasserstoffsperoxyd, dass die fraglichen Nebel dann am stärksten entstehen, wenn die das Ozon zerstörende Jodkaliumlösung angesäuert ist, während ihr Auftreten bei Zusatz von Kalilauge zum Jodkalium je nach der Menge der Kalilauge sehr verringert und schliesslich ganz verhindert wird. Es wäre sehr merkwürdig, wenn Wasserstoffsperoxyd gerade bei Gegenwart freier Jodwasserensäure in verstärktem Mass entstände, obgleich sich Jodwasserstoff und Wasserstoffsperoxyd gegenseitig quantitativ zersetzen.

Wasserstoffsperoxyd lässt sich in den Nebeln auch nicht durch die Chromsäure-Aether-Reaktion und ebenso nicht durch Titansäure nachweisen. Wenn man aber auch dem Ausbleiben gerade dieser beiden Reaktionen wegen ihrer relativen Unempfindlichkeit keine Bedeutung beilegen mag, so gelingt doch der Beweis für das Nichtvorhandensein des Wasserstoffsperoxydes mittelst einer Eisenchlorid-Ferricyanalkalium-Mischung. Eine solche Lösung ist noch empfindlicher als Jodkaliumstärke, indem die anfänglich roth gefärbte Lösung durch die geringsten Spuren Wasserstoffsperoxyd

grün gefärbt wird und dann nach kurzem Stehen Berlinerblau ausscheidet. Leitet man nun die beim Durchleiten von Ozon durch angesäuertes Jodkalium erhaltenen starken Nebel nach Passiren jodkaliumhaltiger starker Kalilauge durch die Eisenchlorid-Ferricyankalium-Mischung und von hier in die Jodkaliumstärkelösung, so zeigte sich auch nach mehrstündigem Durchleiten in ersterer Flüssigkeit keine Spur von Berlinerblau, während die Jodkalium-Stärkelösung intensiv gebläut wurde. Die Ausscheidung von Jod muss sonach durch eine andere Substanz als Wasserstoffsperoxyd hervorgerufen werden. Diese Substanz ist, wie schon oben erwähnt, Jodsäure.

Leitet man nämlich die mittelst Kalilauge gewaschenen Nebel, die also frei von Jod sind, in reines Stärkemehl-Wasser, so entsteht zunächst keine Bläuung, sofort aber tritt eine solche deutlich hervor, sowie nur eine minimale Menge schweflige Säure zugegeben wird. Immerhin handelt es sich hierbei nur um sehr geringe Mengen, denn wenn auch die Nebel oft das ganze Gefäss undurchsichtig machen, erhält man doch erst bei mehrstündigem Durchleiten Bläuung der Stärke. Dabei werden natürlich alle Reaktionen erschwert, weil die Nebel grossentheils unabsorbirt durch die Flüssigkeit hindurchgehen. Dass die Substanz aus Jodsäure besteht und nicht aus Ueberjodsäure, ist an der weissen Fällung mit Silbernitratlösung zu erkennen; Ueberjodsäure müsste einen braunen Niederschlag geben.

Merkwürdigerweise bestehen die Nebel auch dann noch aus freier Jodsäure, wenn die Jodkaliumlösung nicht angesäuert ist, ja sogar dann noch, wenn die Jodkaliumlösung so viel freies Alkali enthält, dass beim Durchleiten des Ozons gerade keine Jodausscheidung mehr erfolgte. Dabei wird wohl das am Rande jeder Gasblase momentan ausgeschiedene Jod sofort weiter oxydirt, noch ehe die Kalilauge Zeit hat einzuwirken. Bei Zusatz von mehr Kalilauge verschwinden dann aber die Nebel vollkommen.

Ebenso wie Jodkalium erzeugen alle jodhaltigen Flüssigkeiten, wie z. B. wässerige oder alkoholische Jodlösung, auch vollkommen trockenes Jod, Nebel. In letzterem Falle sieht

man das Jod selbst und die Gefäßwände sich bald mit weissem Jodsäure-Anhydrid bedecken; es erheben sich schwache Nebel, die aber beim Durchleiten durch Wasser bedeutend verstärkt werden. Auch hierbei ist die Bildung von Wasserstoffsperoxyd ausgeschlossen, da die Nebel auch bei vollständiger Abwesenheit von Wasser entstehen. Ganz besonders deutlich lässt sich dabei der Versuch der Filtration durch Glaswolle zeigen. Leitet man nämlich das Gas zuerst über Jod und dann durch eine Glaswollschicht, so verschwinden die Nebel und auch mit Wasser tritt keine Nebelbildung mehr ein; man kann aber auch die Glaswollschicht so kurz wählen, dass wohl die primären Nebel verschwinden, beim Durchleiten durch Wasser aber doch wieder Nebel erscheinen. Im letzteren Fall ist noch ein Theil der feinsuspendirten Jodsäure als unsichtbare schwebende Materie durch die nicht genügend lange Glaswollschicht hindurchgegangen; im ersteren Fall dagegen ist die gesammte suspendirte Substanz zurückgehalten worden.

Auch beim Durchleiten des Ozons durch eine Lösung von pyrogallussaurem Kalium wird kein Wasserstoffsperoxyd gebildet. Wohl bilden sich Nebel, doch lassen sie sich durch Abkühlung oder durch Einleiten in Wasser leicht zum Verschwinden bringen; sie sind von den mittelst Jodkalium erzeugten Nebeln völlig verschieden und bestehen, da Durchleiten des Ozons durch die alkalische Pyrogallollösung eine sehr starke Erhitzung herbeiführt, höchst wahrscheinlich nur aus Wasserdämpfen. Weder in dem vorgelegten Wasser noch auch in der durch Abkühlung erhaltenen Flüssigkeit war Wasserstoffsperoxyd nachzuweisen. Wenn Meissner hierbei mit Jodkalium-Stärkelösung allein keine Bläuung erhielt, wohl aber nach Zusatz von etwas Eisenvitriol und daraus auf Wasserstoffsperoxyd schloss, so dürfte dies vielleicht daher rühren, dass etwas von der bei der Einwirkung des Ozons stark schäumenden Pyrogallollösung überspritzte, welche dann mit Eisenvitriol die bekannte violette Färbung ergab. Möglich auch, dass irgend ein organisches Peroxyd auftritt.

Hierdurch ist an einigen typischen Fällen der Beweis erbracht, dass weder die bei Zerstörung des Ozons auftretenden Nebel selbst aus Wasserstoffsperoxyd bestehen, noch auch,

dass solches bei Berührung des desozoneirten Gases mit Wasser gebildet wird.

Dagegen erscheint es trotzdem möglich, dass bei der Einwirkung von Ozon auf gewisse Desozoneatoren Wasserstoffsperoxyd entsteht, welches aber in der Reaktionsflüssigkeit gelöst bleibt. Einwirkung von Ozon auf Wasser, also direkte Oxydation des letzteren zu Wasserstoffsperoxyd ist nach meinen in Gemeinschaft mit O. Nasse durchgeführten Untersuchungen allerdings ausgeschlossen; dagegen erscheint es möglich, dass bei Einwirkung von Ozon auf Jodkaliumlösung Wasserstoffsperoxyd in der Lösung sich bildet, zumal da O. Brunck¹ nachgewiesen hat, dass dabei Kaliumsperoxyd entsteht und man weiss, dass Kaliumsperoxyd mit Wasser Wasserstoffsperoxyd bildet. Brunck fand allerdings kein Wasserstoffsperoxyd, doch würde eine Modifikation seines Versuchs vielleicht doch ein positives Resultat ergeben. Naheliegend und möglich erscheint auch die Bildung von Wasserstoffsperoxyd bei der Zerstörung des Ozons durch wasserstoffhaltige organische Stoffe, die bei langsamer Verbrennung ohnedies schon Wasserstoffsperoxyd bilden. Auch speroxydartige Verbindungen können dabei entstehen, die sich mit Wasser zu Wasserstoffsperoxyd umsetzen. Bekannt ist, durch Versuche Berthelot's,² dass Ozon mit wasserfreiem Aether Aethylsperoxyd giebt und dass letzteres sich mit Wasser in Alkohol und Wasserstoffsperoxyd umsetzt. Auf diesem Wege wird ja auch der anfänglich ganz reine Aether durch Berührung mit atmosphärischer Luft wasserstoffsperoxydhaltig.

Dass Wasserstoffsperoxyddampf mit Wasser Nebel bilden kann, ist schon weiter oben kurz erwähnt worden. Es lässt sich dies leicht zeigen, wenn man möglichst wasserfreies Wasserstoffsperoxyd im Vacuum verdampft und zu den gebildeten Dämpfen feuchte Luft eintreten lässt. Dabei entstehen dicke Nebel. Dass diese nicht blos von der Condensation des Wasserstoffsperoxyddampfes in Folge Verminderung des Vacuums herrühren, lässt sich daran erkennen, dass beim Eintritt ganz trockener Luft solche Nebel nicht entstehen.

¹ Zeitschr. f. anorg. Chem. 10, 235 (1895).

² Bull. d. l. soc. chim. 36, 72.

Durch Untersuchung der bei Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf Barymsuperoxyd auftretenden starken Nebel liess sich leicht ein starker Gehalt von Schwefelsäure feststellen, die offenbar in Folge der starken Reaktionswärme ausgestossen wird. Doch gelingt es mittelst der Eisenchlorid-Ferricyankaliumreaktion, auch die Anwesenheit von Wasserstoffsuperoxyd darzuthun. Hier enthalten also die Nebel zwei verschiedene Stoffe: neben Schwefelsäure auch Wasserstoffsuperoxyd, und für diesen und ähnliche Fälle bleibt deshalb unsere frühere Behauptung, dass die Nebel wasserstoffsuperoxydhaltig sind, bestehen.

Bei einer grossen Zahl anderer Desozonisatoren lässt sich die nebelbildende Substanz ohne Weiteres leicht erkennen. So bestehen die beim Durchleiten von Ozon durch wässrige schweflige Säure sich bildenden Nebel aus Schwefelsäure. Sie gehen grossentheils durch Wasser und Kalilauge hindurch, besitzen aber dann trotzdem noch stark saure Reaktion und geben mit Chlorbaryum nach längerem Durchleiten einen weissen, in Salzsäure nicht löslichen Niederschlag.

Schwefelwasserstoffwasser, Schwefelalkalien, Schwefelbaryum etc. bilden mit Ozon ebenfalls starke Nebel, die theilweise aus Schwefel bestehen, der sich durch Oxydation des Wasserstoffs aus Schwefelwasserstoff ausgeschieden hat. Selbstverständlich kann davon ein Theil auch weiter oxydirt werden.

Schon Meissner¹, Carius² und Dieckhoff³ haben gefunden, dass bei Einwirkung von Ozon auf Ammoniak Ammoniumnitrat entsteht. Dieses Oxydationsprodukt muss deshalb auch in den bei Einwirkung von Ozon auf Ammoniak, Ammoniumcarbonat etc. entstehenden Nebeln enthalten sein. Sehr zarte Nebel bilden sich endlich auch, wenn Ozon mit gewissen blankgefeilten angefeuchteten Metallen, wie Blei, Zink, Aluminium, in Berührung kommt. Dieselben dürften aus den Oxyden dieser Metalle bestehen.

Hienach entstehen bei Desozonisation durch verschiedene Verbindungen Nebel von ganz verschiedener Beschaffenheit

¹ Neue Unters. üb. d. elektr. Sauerstoff, S. 54.

² Annal. d. Chem. 174. 49.

³ Habilit.-Schrift, Karlsruhe 1891.

und vor Allem ist durch die von mir in Gemeinschaft mit Herrn Wild durchgeführten Versuche der Beweis erbracht, dass bis jetzt keine Reaktion aufgefunden ist, bei welcher durch Zerstörung von Ozon eine Sauerstoffmodifikation entsteht, welche als das von Schönbein, Meissner und Anderen angenommene Antozon, noch auch als der Sauerstoff im Zustande freier Ionen von Helmholtz und Richarz angesehen werden darf.

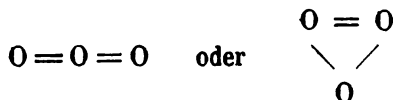
Dieses Resultat steht in keiner Weise in Widerspruch mit den neuesten Wahrnehmungen welche Richarz¹ über die Einwirkung der Röntgenstrahlen auf Luft beziehungsweise Sauerstoff gemacht hat und aus denen man, vielleicht nicht ohne Grund, auf die Bildung von Sauerstoffionen geschlossen hat. Eine vorübergehende Bildung von Ionen muss meines Erachtens bei der Umwandlung gewöhnlicher Sauerstoffmoleküle in Ozonmoleküle unter allen Umständen eintreten, gleichgültig, ob man sich die Bildung durch gleichzeitige Zusammenlegung von drei Einzelatomen oder von einem Einzelatom mit einem Molekül Sauerstoff denkt. Als mir bald nach Entdeckung der X-Strahlen Prof. Röntgen das neue Phänomen in freundlichster Weise demonstirte, fiel mir schon gleich der ungemein kräftige Ozongeruch auf. Ich halte es für wahrscheinlich, dass die Bildung des Ozons dabei in engster Beziehung zu der dabei bemerkten Leitfähigkeit der Luft bezw. der diffocirenden Wirkung jener Strahlen steht. Versuche in dieser Richtung wären von grösstem Interesse. Die Möglichkeit der Existenz von Sauerstoffionen wird gewiss Niemand in Abrede stellen.

Die Gründe, welche zu der Annahme führten, das Ozon als ein aus drei Atomen Sauerstoff bestehendes Molekül mit ringförmiger Bindung des Sauerstoffs anzunehmen, sind längst bekannt. Besonders die Untersuchungen Soret's haben zur Begründung dieser Ansicht geführt, und die Struktur des Ozons, zweiwerthigen Sauerstoff vorausgesetzt, könnte dann durch die Formel



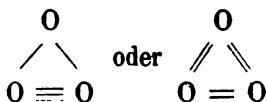
¹ Mittheilgn. d. naturwiss. Ver. f. N. V. Pommern u. Rügen 1896, 28. Jahrg.

ausgedrückt werden. Traube¹ machte zwar in neuerer Zeit gegen diese Formel geltend, dass dadurch die Ungleichheit des einen der drei Sauerstoffatome bei Oxydationswirkungen nicht zum Ausdruck komme und legt dem Ozon die Formel



bei. Die letztere Konstitution setzt jedoch dreiwertigen Sauerstoff voraus, der aus anderen Gründen nicht angenommen werden kann, und die erstere hat, ebenso wie diejenige von Wolkowicz,² vor der Soret'schen Formel einerseits nichts voraus und muss auf der andern Seite zu der etwas gezwungenen Verschiedenartigkeit der Valenz der drei Sauerstoffatome schreiten, wofür eigentlich keine besonderen Gründe sprechen; vielmehr wäre eher anzunehmen, dass die beiden endständigen bivalenten Sauerstoffatome, die eben-
sogut tetravalent auftreten können, wie das Mittel-Atom, sich mit ihren noch zur Verfügung stehenden je zwei Valenzen ebenfalls zu einem Ring zusammenschliessen müssten, so dass ein prinzipieller Unterschied gegenüber der Soret'schen Formel nicht mehr vorhanden wäre.

Beachtenswerther erscheint die Ansicht Brühl's³, welcher dem Ozon die Formel



beilegt. Zumal die erstere dieser beiden Formeln würde durch die gewissermassen noch freien zwei Valenzen des einen Sauerstoffatoms die Thatsache erklären, dass gerade immer eines der drei Atome besonders stark oxydirende Wirkung zeigt. Die zweite kommt, unter der Annahme vierwerthigen Sauerstoffs, im Grunde genommen nur auf die Soret'sche Formel heraus und hat vor dieser nichts voraus,

¹ Ber. d. D. chem. Ges. 1893, 1476.

² Zeitsch. f. anorgan. Chem. 5, 264. Siehe auch Ber. d. Deutsch. chem. Ges. Ref. 1894, 7.

³ Ber. d. D. chem. Ges. 1895, 2847.

erklärt insbesondere auch nicht die ausnehmend stark oxydierende Wirkung des einen der drei Sauerstoffatome.

In naher Beziehung zur Frage der Konstitution des Ozons steht diejenige der Konstitution des Wasserstoffsuperoxydes. Es kann hier aber auf die dahingehenden Darlegungen M. Traube's¹ u. A. nur verwiesen werden, vor Allem auch auf die neuesten Versuche von Richarz und Lonnes² über die Bildungsweise des Wasserstoffsuperoxydes bei Convectionsströmen und die daraus gezogenen Schlussfolgerungen.

Vorkommen des Ozons in der Atmosphäre.

Ueber die Frage des Ozongehalts der atmosphärischen Luft habe ich in einer früheren Arbeit³ ausführlich berichtet. Der Stand dieser Frage bis dahin war etwa der folgende:

A priori darf ein Gehalt unserer Atmosphäre an Ozon mit ziemlicher Bestimmtheit angenommen werden. Man darf sogar sagen, dass es höchst merkwürdig wäre, wenn die Luft kein Ozon enthielte, denn zahlreiche Prozesse gehen auf der Erdoberfläche vor sich, bei denen Ozon eigentlich entstehen muss. In erster Reihe kommen hier die verschiedenen Arten der elektrischen Entladungen in Betracht und wenn man selbst zugeben mag, dass bei Funkenentladungen durch das Stickstoff-Sauerstoffgemisch der Atmosphäre nur salpetrige Säure und Salpetersäure gebildet werden, so gibt es doch ausser den Blitzentladungen noch so häufige andere Arten des Ausgleichs der Elektrizität (stille Entladungen, St. Elms-Feuer etc.), welche durch das Medium der Luft erfolgen, dass schon darin eine stete Quelle für Ozonbildung zu erblicken ist. Für mich selbst, der ich Jahre hindurch mit Ozon gearbeitet und diese Gasart auf's genaueste, bis zur Empfindlichkeit, kennen gelernt habe, steht es nach wiederholter direkter Wahrnehmung ausserdem ganz ausser Zweifel, dass in der Nähe von Blitzschlägen der Geruch nach Ozon deutlich wahrzunehmen ist.

¹ a. a. O.

² Zeitschr. f. physikal. Chem. XX, 2, 145.

³ C. Engler: „Historisch-kritische Studien über das Ozon“, Wilh. Engelmann, Leipzig 1879.

Als zweite zuverlässige Quelle für Ozonbildung in der Atmosphäre dürfen die zahlreichen, langsam oder rascher verlaufenden Verbrennungsprozesse bezeichnet werden, welche fortwährend an der Erdoberfläche vor sich gehen und die eine, wenn auch in geringem Grade so aber doch stetig erfolgende Umsetzung gewöhnlichen Sauerstoffs in Ozon zur Folge haben.

Eine vielumstrittene Frage ist auch die Bildung des Ozons durch die Lebensthätigkeit der Pflanzen. Einerseits ist bekannt, dass die Pflanzen Sauerstoff ausscheiden, andererseits, dass bei jeder Abscheidung von Sauerstoff, selbst bei Temperaturen bis 300° (O. Brunck, a. a. O.), etwas Ozon auftritt. Es muss deshalb als höchst wahrscheinlich bezeichnet werden, dass auch durch den bei der Pflanzenvegetation gebildeten Sauerstoff ständig etwas Ozon in die Luft geführt wird. Das Ozon allerdings, welches Mantegazza¹ in der Umgebung von stark riechenden Pflanzen oder deren Essenzen wie Kirschlorbeer, Lawendel, Minze, Wachholder, Fenchel etc. gefunden haben will und wesshalb er für miasmenreiche Orte die Anpflanzung entsprechender Pflanzen empfiehlt, muss wohl mehr auf eine dem oxydirten Terpentinöl ähnliche Wirkung, als auf Ozon zurückgeführt werden.

Ebenso darf die Bildung von Ozon durch blosse Verdunstungsprozesse, sofern nicht dabei auch elektrische Wirkungen in Frage kommen, als fraglich bezeichnet werden.

Abgesehen jedoch von diesen zweifelhaften Fällen einer regelmässigen Ozonbildung, sind doch so viele nahezu sichere Quellen für Bildung von Ozon in der Luft vorhanden, dass auch die früheren Bestimmungen des Ozongehalts der Luft immer noch einen gewissen, wenn auch nur relativen Werth besitzen. In Bezug auf das Nähere dieser Bestimmungen muss ebenfalls auf meine frühere Schrift verwiesen werden. Es wurde daraus in der Hauptsache gefolgert, dass der Ozongehalt der Luft nach den Jahreszeiten wechselt, im Frühjahr am grössten ist, am geringsten im Herbst (Minimum: November), nach Einigen im Sommer grösser als im Winter,

¹ Jahresber. f. Ges. Medic. 1870. I, 316.

nach Anderen umgekehrt; vielleicht ist dieses Verhältniss überhaupt wechselnd. Ferner hat die überwiegende Zahl der Beobachter bei Nacht einen höheren Ozongehalt konstatiert als bei Tag, desgleichen auch nach Gewittern. Ebenso sollen Regen, Schneefall, Hagelschlag und Nebel überhaupt also alle Niederschläge Erhöhung des Ozongehalts der Luft zur Folge haben. Sehr widersprechende Resultate liegen über den Einfluss der Windrichtung auf den Ozongehalt der Luft vor und diese Frage kann um so weniger für abgeschlossen erklärt werden, als bei derartigen Bestimmungen gewisse lokale Einflüsse — Nähe von Städten, Fabriken, Sümpfen, Wäldern, der See etc. — jedenfalls eine sehr grosse Rolle spielen, ohne dass sie bei den bisherigen Versuchen genügend berücksichtigt wären.

Ziemlich übereinstimmend hat sich aber aus den früheren Untersuchungen ergeben, dass mit der Höhe der Luftschicht der Ozongehalt erheblich steigt und dass er auf hoher See, auf Inseln und an der Küste (auch in der Nähe der Gradirwerke) grösser ist als im Binnenland.

Gleiches konstatierte Ebermeyer für die Nähe der Wälder, wobei der merkwürdigen, immerhin jedoch erklärlichen Wahrnehmung zu gedenken ist, dass die Luft im Innern der Wälder sich als weniger ozonreich herausstellte, als über den Wäldern.

An bewohnten Orten, besonders in Städten ist der Ozongehalt immer geringer als auf dem Lande, ja sogar in einzelnen Theilen der Stadt hat man Unterschiede des Ozongehalts konstatiert, beispielsweise Nachts auf grossen öffentlichen Plätzen starke Ozonreaktion, gar nichts dagegen in engen Strassen. Auch in Wohnräumen fehlt der Ozongehalt der Luft fast vollständig. Wolffhügel¹ hat speziell darüber eingehende Versuche angestellt und gefunden, dass der Ozongehalt der Luft mit der Ventilation der betreffenden Räume in direktem Zusammenhange steht, mindestens theilweise von der Grösse des Luftwechsels bedingt sei. Sehr rasch verschwindet nach Einleiten frischer Luft die Ozonreaktion in der Luft der Zimmer, was von dem genannten

¹ Zeitschr. f. Biologie XI, 422.

Forscher darauf zurückgeführt wird, dass der auf Wänden, Boden, Decken, Möbeln etc. niedergeschlagene Staub das Ozon rasch zerstört. Aus demselben Grunde verschwindet auch das Ozon beim Durchleiten frischer ozonhaltiger Luft durch Ventilationskanäle. Direkte Versuche, die Wolffhügel mit solchem Staub ausführte, bewiesen die Richtigkeit dieser Annahme, indem beim Hindurchleiten von Ozon durch Röhren, deren Innenwandungen mit Staub beschlagen waren, dasselbe theilweise oder ganz verschwand.

Die Grundluft ist nicht ozonhaltig; es ist vielmehr nachgewiesen, dass künstlich ozonisirte Luft bei Berührung mit Gartenerde ihren Ozongehalt rasch einbüsst. — Auch beim Passiren der Luft durch Mauerwerk, insbesondere durch Mörtel, büsst sie ihren Ozongehalt theilweise oder ganz ein, was für Beurtheilung der sogenannten freiwilligen Ventilation unserer Wohnräume von Wichtigkeit ist.

Von allgemeinerer Bedeutung ist die aus den Wolffhügel'schen Versuchen sich ergebende Thatsache, dass der Staub zerstörend auf das Ozon einwirkt. Hieraus folgt als selbstverständlich, dass auch umgekehrt der Staub und damit im Allgemeinen die in der Luft enthaltene schwebende Materie, wie sie Tyndall nennt, durch das Ozon zerstört wird. Wenn desshalb der Ozongehalt unserer Atmosphäre, wie aus allen Untersuchungen hervorgeht, fortwährenden Schwankungen unterworfen ist, so rührt dies offenbar weniger daher, dass durch die verschiedenen natürlichen Ozonquellen wechselnde Mengen Ozon geliefert werden, als vielmehr daher, dass — wenigstens über dem festen Land — ein fortwährender Kampf zwischen den niederen und höheren Luftregionen stattfindet, bei welchem das Ozon durch die aus der Tiefe aufsteigenden gasförmigen Emanationen oder durch die von bewegter Luft aufgewirbelten Staubtheilchen organischer oder organisirter Materie theilweise oder ganz vernichtet wird. Die Natur aber ersetzt diese Verluste, indem sie aus ihren Quellen der Luft neues Ozon zuführt und so ist auch der Ozongehalt der Luft, gerade so wie der Gehalt von Sauerstoff und Kohlensäure, das Spiel des Ausgleichs zwischen Produktion und Konsumption.

Ogleich die Bestimmungen der absoluten Mengen des

Ozons in der Luft wegen der Unzulänglichkeit der bisherigen Methoden keinen Anspruch auf Genauigkeit machen können, mag, sei es auch nur um einen ungefähren Begriff von den geringen Quantitäten zu geben, hier mitgetheilt sein, dass als Ozonmenge in der Luft zu verschiedenen Zeiten gefunden wurde in 1 Million Liter von Plesse und Pierre: 0,11 Liter, von Zenger: 0,028—0,040, von Houzeau: 1,34, von Richardson: 60,3 Liter.

Das ist scheinbar sehr wenig, doch steigt der Begriff dieser Menge, wenn man die ungemein kräftige Wirkung des Ozons in Rechnung zieht, die beispielsweise das 30—40-fache der Bleichkraft des Chlors sein soll. Auch ändern sich unsere Begriffe von Maass und Gewicht, und was heute für eine Quantité négligeable gehalten wird, weil unsere Instrumente für deren Bemessung zu grob und ungenau sind, das gilt vielleicht in 100 Jahren als beachtenswerthe Menge.

In einer Reihe von Abhandlungen macht Schöne¹ Einwendungen gegen die früheren Bestimmungen des Ozons. Dabei ist von besonderer Bedeutung, dass es ihm gelang, die Anwesenheit von Wasserstoffsperoxyd-Dampf in der Atmosphäre nachzuweisen und insbesondere auch darzuthun, wie ein steter Wechsel in diesem Gehalt statthat: je höher die Sonne am Tage steht, je höher die Luftschicht über der Erdoberfläche, desto mehr Wasserstoffsperoxyd; auch enthält das Regenwasser öfter und relativ mehr davon als der Schnee, während im Thau und Reif gar keines aufgefunden wurde. Da nach Schöne² die früher zur Bestimmung des Ozons fast ausschliesslich verwendeten Reagentien Jodkalium und Thalliumoxydul durch Wasserstoffsperoxyd in gleicher Weise verändert werden und auch das zu gleichem Zwecke benutzte Mangansulfat durch das in der Luft vorkommende Ammoniumcarbonat gebräunt wird, hält derselbe die Frage des Vorkommens von Ozon in der Atmosphäre noch nicht für entschieden. Ilosvay de Nagy Ilosva³ stellt nicht blos das Vorkommen des Ozons, sondern auch des Wasserstoffsper-

¹ Ber. d. D. chem. Ges. 1878, 482, 561, 864, 1028. 1880, 1503, 1508. 1893, 8011. 1894, 1233.

² A. a. O. 1880, 1508.

³ Ibid. 1889, Ref. 796, nach Bull. soc. chim. [3] 2, 377.

oxyd's in Zweifel. Schöne¹ thut indessen dar, dass die Versuche Ilosva's nicht beweiskräftig sind und gibt gegenüber einer Replik Ilosva's² nur zu³, dass bei seinen Bestimmungen des Wasserstoffsperoxydes höchstens Hyperoxyde organischer Komplexe mitgewirkt haben könnten.

Diesen Einwänden gegenüber ist es immerhin von Belang, dass Hartley⁴ die Anwesenheit des Ozons neben der Bestimmung desselben mittelst Kaliumarsenit und Jodkalium, auch noch durch das Absorptionsspectrum konstatiert hat. Das Ozon erzeugt auch nach Chapuis⁵ im sichtbaren Spectrum elf dunkle Streifen, wovon mehrere mit den von Angström bestimmten atmosphärischen Linien übereinstimmen. Gleich Anderen⁶ ist er der Ansicht, dass vielleicht die blaue Farbe des Himmels auf den Ozongehalt der Luft zurückzuführen sei und Hartley führt ausserdem noch die Begrenzung des Sonnenspectrums im ultravioletten Theil auf dieselbe Ursache zurück.

Diesem immerhin noch unsicheren Stand der Frage des Ozongehalts unserer Atmosphäre gegenüber hielt ich es für erforderlich, einen möglichst exakten Beweis der An- oder Abwesenheit des Ozons in der Luft beizubringen und habe deshalb in Gemeinschaft mit Herrn Wild die Untersuchungen über das Ozon auch nach dieser Richtung wieder neu aufgegriffen⁷.

Nach den Einwendungen Schöne's war es vor Allem erforderlich, das atmosphärische Wasserstoffsperoxyd von der Miteinwirkung auf die Reagentien zur Bestimmung des Ozons auszuschliessen, weil dasselbe mit Ozon das gleiche Verhalten zeigt. Es ist uns nun gelungen, eine Trennung der beiden Substanzen dadurch zu erzielen, dass wir das Gemisch beider in gas- beziehungsweise in dampfförmigem Zustand durch ein Röhrchen mit fester Chromsäure hindurchleiteten, durch welche

¹ Ber. d. D. Chem. Ges. 1893, 8011.

² Ibid. 1894, 920.

³ Ibid. 1894, 1233.

⁴ Ibid. 1881, 1390 nach Journ. chem. Soc. 220, 111.

⁵ Compt. rend. 91, 985. Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1881, 105.

⁶ Siehe auch Hautefeuille & Chapuis, Compt. rend. 91, 522. Ber. d. D. chem. Ges. 1896, 1940.

das Wasserstoffsuperoxyd zersetzt wird und also verschwindet, während das Ozon unzersetzt hindurchgeht und nun für sich allein nachgewiesen werden kann.

Gleichzeitig konnten wir auch noch konstatiren, dass zwar Ozon und Wasserstoffsuperoxyd sich in konzentrirtem Zustand gegenseitig rasch zerstören, nicht dagegen in stark verdünntem Zustande, so dass das gleichzeitige Vorkommen beider in der atmosphärischen Luft nicht ausgeschlossen ist.

Versuche, um nach dieser Methode den Ozongehalt der Luft exakter als bisher festzustellen, sind im Gange und der Naturwissenschaftliche Verein hat uns in dankenswerthester Weise die Mittel zur Verfügung gestellt, um in verschiedenen Höhenlagen unseres Landes Ozonbestimmungen in besonders dafür zu errichtenden Stationen ausführen zu können.

Sollten die in der Luft enthaltenen Nitrate und Nitrite des Ammoniums¹ Schwierigkeiten bereiten, so hoffen wir, dieselben durch Filtration durch Glaswolle, in welcher alle Suspensionen zurückbleiben müssen, zu beseitigen.

Ueber den Ausfall dieser Versuche, die sich auf einen längeren Zeitraum erstrecken müssen, soll bei einer späteren Gelegenheit weiter berichtet werden.

Die sanitäre Bedeutung des Ozons.

Nicht alle Untersuchungen, welche über die hygienische Bedeutung und über die Brauchbarkeit des Ozons für therapeutische Zwecke in der medicinischen Wissenschaft oder in der ärztlichen Praxis durchgeführt werden, gehen in die chemische Fachliteratur über. Und auch wenn sich der Chemiker bemüht, durch Einblick in die medicinischen Zeitschriften sich ein vollständigeres Bild von dieser Frage zu verschaffen, so ist er aus naheliegenden Gründen doch nicht in der Lage, einen für alle Betheiligten erschöpfenden Bericht zu erstatten. Immerhin jedoch dürfte es nicht gerade unnütz sein, die vorliegende Frage der sanitären Bedeutung des Ozons auch einmal vom chemischen Standpunkte aus kurz zu beleuchten.

¹ Fox hat nachgewiesen (siehe bei Engler „Hist.-krit. Studien über das Ozon“, p. 63), dass die Salpetersäure der Luft immer an Ammonium oder andere Basen gebunden ist.

Es war von vornherein naheliegend, einem Gase von so energischen chemischen Eigenschaften wie das Ozon, nachdem es als Bestandtheil der atmosphärischen Luft erkannt worden war, in dieser auch eine besondere Rolle als Luftreiniger zuzuweisen und den Ozongehalt der Luft, beziehungsweise das Fehlen desselben vor Allem mit dem Auftreten von Epidemien in Beziehung zu bringen. Dem Ueberhandnehmen miasmatischer Gase oder ansteckender mikrober Krankheitserreger, die in Form feiner Suspensionen in der Luft herumschweben, muss ja doch durch Ozon entgegengewirkt werden.

Zahlreiche Untersuchungen sind in dieser Richtung, namentlich über den Zusammenhang zwischen Ozongehalt der Luft und dem Auftreten und Verschwinden der Cholera, ausgeführt worden. Doch obgleich sehr viele Beobachter wie Moffat für England, Smallwood für Canada, Böckel für Strassburg, Robert für Neudorf, Simonin für Nancy, Wolf für Bern, Conraux u. A.¹ das Auftreten der Cholera mit einem auffälligen Fehlen oder doch Zurückgehen des Ozons in der Luft glaubten in Zusammenhang bringen zu sollen, konnten doch andere Beobachter wie Pettenkofer, Seitz, Strambio, Fox u. A. eine solche Abhängigkeit nicht erkennen. Und auch da, wo mit dem Auftreten der Epidemie ein Fehlen des Ozons zu bemerken war, liess sich einwenden, dass die Verminderung des Ozongehalts nur eine Folge der durch die Krankheit vermehrten Emanationen gewesen sein konnte, oder aber dass die gleichen Ursachen, welche wie Gewitter, Regen etc. eine Vermehrung des Ozons zur Folge hatten, auch an sich eine Luftreinigung² und eine Abnahme der Epidemie bewirkten. Die Frage eines Zusammenhangs zwischen Ozongehalt der Luft und dem Auftreten von Epidemien muss sonach als noch unentschieden betrachtet werden.

Dagegen unterliegt es keinem Zweifel, dass das Ozon gegenüber niederen Organismen wie Bakterien und Bacillen verschiedenster Art eine rascherstörende Wirkung ausübt.

¹ Siehe Fox „Ozone and Antiozone“ S. 130; Engler „Hist.-krit. Stud. über d. Ozon“ S. 59.

² Wolffhügel: Zeitschrift. f. Biol. XI. 447.

Schon von Fox¹ liegen darüber Untersuchungen aus dem Jahre 1873 vor, welche darthun, dass die Mikroben in faulem Wasser durch ozonisirten Sauerstoff rasch vernichtet werden. Durch Versuche von Geissler und Stein² finden dessen Angaben ihre Bestätigung; desgleichen durch Untersuchungen von Wood und Richardson³, von Boillot⁴ u. A. Chappuis⁵ experimentirte in der Weise, dass er Luftstaub mit keimfähigen Organismen auf Baumwollpröpfchen in bekannter Weise sammelte und ozonisirter Luft aussetzte. Dabei wurde die Keimfähigkeit vollkommen aufgehoben.

Eingehend berichtet in neuerer Zeit Fröhlich⁶, ausser über sonstige praktische Verwendungsweisen des Ozons, auch über dessen Anwendung zum Zerstören von Bakterien u. s. w., insbesondere zum Sterilisiren des Wassers. Bacillen werden dabei vernichtet, doch darf das Wasser daneben keine grösseren Mengen sonstiger Fäulnisprodukte oder anderer oxydabler Stoffe enthalten, weil erst nach Oxydation dieser die Einwirkung auf die Bacillen beginnt. Letztere werden dann aber, wie Versuche mit Cholera-, Typhus-, Milzbrand- und anderen Bacillen-Arten dargethan haben, fast augenblicklich vernichtet. Die sogenannte elektrische Wassereinigung⁷ wird ebenfalls auf das bei Elektrolyse des Wassers entstehende Ozon (und Wasserstoffsperoxyd) zurückgeführt. Grössere praktische Bedeutung scheinen jedoch alle diese Arten der Sterilisirung oder sonstigen Reinigung des Wassers noch nicht erlangt zu haben. Theilweise werden sie sogar direkt ungünstig beurtheilt⁸.

Wie verhält es sich nun aber mit der wichtigen Frage

¹ „Ozone and Antozone“ b. Fox. 151 u. 163.

² Schmidt's Jahrb. 1875, 1. Sitz.-Ber. d. Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde, 1875, Jan.

³ „Ozone and Antozone“ b. Fox, 30.

⁴ Ber. d. D. chem. Ges. 1786, 190.

⁵ Bull. soc. chim., 35, 290. Ber. d. D. chem. Ges. 1881, 1014 (Ref.)

⁶ Elektrotechn. Zeitschr. 1891, 340. 1894, 572. Wagner-Fischer's Jahresb. 1891, 527. 1894, 417.

⁷ Oppermann: D.R.Pat. 76 858. Wagner-Fisch. Jahresber. 1894, 420. Siehe ferner auch Zeitschr. f. ang. Chem. 1894, 510. Technol. Quart. 7, 51.

⁸ Elektrot. Zeitschr. 1894, 85. Wagn.-Fisch. Jahresb. 1894, 420/21.

der Desinfection unserer Wohnräume durch Ozon? Das unterliegt ja keinem Zweifel, dass man die Mikroorganismen der Luft durch Zufuhr von Ozon vernichten kann. Der praktisch erprobte Werth kräftigen Lüftens bewohnter Räume besonders von Krankenzimmern darf wohl ohne Zweifel mit auf die Wirkung des Ozons zurückgeführt werden. Mag dabei auch das von Schöne in der Luft nachgewiesene Wasserstoffsperoxyd mitwirken, jedenfalls enthält die frische Luft kräftig oxydirende Bestandtheile, die in alter Zimmerluft sich nicht mehr finden, so dass in dieser die Mikroorganismen das Uebergewicht erlangen können. Fraglich jedoch erscheint es, ob mittelst frischer oder selbst künstlich ozonisirter (elektrisirter) Luft allein ein inficirter Raum desinficirt werden kann. Wolffhügel hat schon vor einer Reihe von Jahren mit Recht darauf hingewiesen, dass das Ozon muthmasslich nicht von durchgreifender Wirkung sei, weil der Staub mit seinen Mikroben nicht bloß auf der äussersten Oberfläche der Wände etc. lagere, vielmehr bis zu einem gewissen Grad in dieselbe eindringe, so dass nur ein sehr bedeutender Ueberschuss von Ozon, wie er unter gewöhnlichen Verhältnissen nicht zur Verfügung steht, eine gründliche Desinfection bewirken könnte. Dazu kommt noch die schädliche Wirkung des Ozons, wenn es über einen gewissen Gehalt der Luft hinausgeht und was jedenfalls ausschliesst, dass sich während der Desinfection Menschen in den betreffenden Räumen aufhalten. Auch Sonntag¹ schlägt den Werth des Ozons für Desinfectionszwecke nur gering an.

Schönbein² machte bald nach der Entdeckung des Ozons darauf aufmerksam, dass das Einathmen von künstlich ozonisirter Luft starke Affection der Schleimhäute und der Lunge, verbunden mit heftigem Husten (nach Einigen tritt auch Erbrechen ein), zur Folge habe, eine Wahrnehmung, die Jeder bestätigen wird, der längere Zeit mit Ozon gearbeitet hat. Houzeau,³ P. Thenard,⁴ Richard-

¹ Zeitschr. f. Hyg. 8, 95. Zeitschr. f. ang. Chem. 1890, 404.

² „Ueber die langsame und rasche Verbrennung der Körper“, Basel 1845, 13.

³ Comps. send. 75, 143.

⁴ Ibid. 82, 157.

son,¹ Ireland,² Schwartzbach³ u. A. in neuerer Zeit auch Filipow,⁴ E. de Renzi,⁵ Fröhlich⁶ u. A. kommen zu demselben Resultat. Versuche mit Thieren: mit Kaninchen, Mäusen, kleinen Vögeln⁷ ergaben die giftige Wirkung ozonisirten Sauerstoffs; ganz kleine Thiere werden in Luft mit $\frac{1}{240}$ Ozongehalt schon nach 15 Stunden getödtet. Unter starken Convulsionen erfolgt der Tod durch starke Compression der Lunge mit Emphysema und Distension der rechten Seite des Herzens mit coagulirtem Blut. Fox⁸ macht auf die verschiedene Empfindlichkeit einzelner Thierklassen gegenüber Ozon aufmerksam. Mäuse z. B. sterben schon in Luft mit $\frac{1}{6000}$ Ozon; Tauben, überhaupt Vögel, vertragen viel mehr, was der genannte Forscher mit dem grösseren Ozonreichthum höherer Luftschichten, an den die Vögel sich angepasst haben, in Zusammenhang bringt. Sehr empfindlich sind auch Frösche, wie dies durch die Versuche Renzi's (a. a. O.) bestätigt wird, sowie Insekten,⁹ wesshalb die Vernichtung letzterer insbesondere der Reblaus im Boden mittelst Ozonluft vorgeschlagen wird, zumal da die Pflanzen dabei nicht leiden sollen. Dazu wären aber die jetzt noch nicht gefertigten Recipienten mit comprimirtem flüssigem Ozon nothwendig; auch dürfte das Ozon derzeit für solche Zwecke überhaupt noch viel zu theuer sein.

Selbstverständlich hat man der Wirkung des Ozon's auf das Blut in Rücksicht auf die physiologische Bedeutung des Ozons von vornherein die grösste Aufmerksamkeit zugewandt.¹⁰

¹ Brit. Assoc. f. M. Adv. of Science. Rep. 1865.

² Chem. News, März 1863.

³ Verh. d. Phys.-Medicin. Ges. Würzburg. 6, 322

⁴ Arch. f. d. ges. Physiol. 34, 335. Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1885, 31.

⁵ Arch. f. pathol. Anat. 104, 203. Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1886, 787.

⁶ Elektrotechn. Zeitschr. 1891, 340. 1894, 572. Wagn.-Fisch. Jahresh. 1891, 527. 1894, 417.

⁷ Dewar und Kendrick: R. Soc. Edinb. Proc. 1873/74. Pogg. Annal. 152, 830.

⁸ „Ozone und Antozone“ b. Fox. 142.

⁹ Fröhlich: Elektrotechn. Zeitschr. 1891, 340. Wagn.-Fisch. Jahresh. 1891, 527.

¹⁰ Siehe darüber Hiss: Engler „Histor. krit. Stud. über d. Ozon“ S. 88. Binz. Centralbl. f. medicin. Wiss. 1882, 721. Ber. d. D. chem.

Wenn verschiedene Krankheiten auf nicht genügende Oxyhämoglobinbildung zurückgeführt werden, so muss erwartet werden, dass eine Verstärkung der Oxydationswirkungen auf das Blut in der Lunge auch eine erhöhte Bildung von Oxyhämoglobin und die Bildung normalen rothen Blutes zur Folge haben muss. Versuche der Inhalation reinen Sauerstoffs scheinen die darauf gesetzten Hoffnungen nicht erfüllt zu haben; aber auch die von vornherein viel aussichtsreicheren Versuche mit ozonisirter (elektrisirter) Luft haben bisher sichere oder allgemein befriedigende Resultate noch keineswegs ergeben¹. Insoweit ich in die bezügliche Litteratur bisher Einsicht nehmen konnte, waren aber auch solche befriedigenden, oder auch nur übereinstimmende Resultate bei der Art der angestellten Versuche nicht zu erwarten. Denn wenn z. B. versucht wird, auch nur einigermaßen stark ozonisirte Luft durch Inhalation in die Lunge bezw. in das Blut zu bringen, so müssen nach dem oben Gesagten nothwendigerweise sehr schlimme Zustände eintreten, abgesehen davon, dass bei der ungemein heftigen Wirkung des Ozons nicht daran zu denken ist, dass koncentrirtere Ozonluft unzerstört durch unsere Respirationsorgane in die Lunge gelangt, es sei denn, dass eine Zeit lang solch koncentrirtes Ozon eingeathmet würde, was sich aber von selbst verbietet².

Die Versuche von Labbé und Oudin³ liefern andererseits den Beweis, dass solche Versuche ohne Gefahr durchgeführt werden können, wenn nur die selbstverständlichsten und aus den längstbekannten Eigenschaften des Ozon's sich ergebenden Vorsichtsmassregeln zur Anwendung kommen. Als therapeutische Dosis, welche nie überschritten werden darf, bezeichnen die Genannten 11 bis 12 Hundertstel Milligramm pro Liter, und obwohl unter Benützung einer derartigen Ozonluft im Verlauf einer Viertelstunde bereits 2 Milligramm, die angeblich tödtliche Dosis, eingeathmet wurden, machten sich

Ges. Ref. 1883, 92 c. Filipow: Arch. f. ges. Physiol. **34**, 335. Ber. d. D. chem. Ges. 1885, 31, c. u. A. m.

¹ Siehe darüber: Filipow, Renzi, Fröhlich etc. a. a. O.

² Ich halte aus ähnlichen Gründen eine günstige Wirkung bei Gebrauch von Ozonwasser für völlig ausgeschlossen.

³ Compt. rend. **113**, 141. Ber. d. D. chem. Ges. Ref. 1891, 787.

bei Thieren und Menschen selbst nach stundenlanger Benützung keine schädlichen Wirkungen bemerkbar. Dieselben stellten ausserdem fest, dass durch Einathmen ozonisirter Luft der unternormale Gehalt des Blutes an Oxyhämoglobin auf nahezu normale Höhe gebracht wird und sie glauben, dass man durch das gleiche Mittel Bacillen (z. B. Tuberkelbacillen) im Organismus wird tödten können. Auch einem angeblichen Mitführen von verflüchtigtem Metall durch den Ozonstrom, legen sie eine therapeutische Bedeutung bei; eine Angabe, die indessen nur dazu angethan ist, das Vertrauen in die sonst so lobenswerthe Klarheit der ausgeführten Versuche zu beeinträchtigen, da auf diese Art Komplikationen herbeigeführt werden, welche die eigentliche Wirkung des Ozons nicht mit Sicherheit erkennen lassen. Ozon-Apparate, welche Verflüchtigung von Metallen ermöglichen, gehören bei derartigen Versuchen ausgeschlossen, um so mehr da sie sich leicht ausschliessen lassen. Jedenfalls bedarf aber die Frage der physiologischen Wirkung ozonhaltiger Luft noch dringend weiterer exakter und vorsichtig durchgeführter Untersuchungen.

Es wird vor Allem darauf zu achten sein, dass man davon absieht, in Bezug auf Koncentration und absolute Menge des Ozons diejenige Grenze zu überschreiten, über welcher in Folge der heftig oxydirenden Wirkung des Ozons schädliche und gesundheitsnachtheilige Wirkungen mit Nothwendigkeit erwartet werden müssen. Man wird vielleicht noch weiter zu gehen haben als Labbé und Oudin und noch verdünntere Ozonluft auf erheblich längere Zeiträume zur Wirkung kommen lassen müssen. Je verdünnter das Ozon, desto mehr Aussicht ist vorhanden, dass es einerseits nicht schädlich wirkt, andererseits aber auch wirklich in die Lunge und zur Einwirkung auf das Blut kommt. Vielleicht wird dann auf diesem Wege endlich auch das Räthsel der so erfrischenden und kräftigenden Wirkung der Höhenluft und der Seeluft seiner Lösung entgegengeführt.

Ueber die Durchsichtigkeit höherer Luftschichten nach den Beobachtungen der Alpenaussicht vom südlichen Schwarzwald.

Von Ch. Schutheiss.

In einem im Naturwissenschaftlichen Verein in Karlsruhe am 11. Januar 1895 gehaltenen Vortrag, der dann in erweiterter Form im 11. Bande der Abhandlungen desselben erschienen ist, hat Herr Hofrath Dr. Meidinger das Thema der Durchsichtigkeit der Luft im Hinblick auf Fernsichten sehr eingehend behandelt; er sieht, worin jetzt die Physiker nach den Untersuchungen von Aitken mit ihm wohl allgemein übereinstimmen werden, im Staub die fast ausschliessliche Ursache der bald mehr, bald minder starken Trübung der Luft, und er verfißt dabei die Ansicht, dass es vorzugsweise der durch die unvollkommene Verbrennung der Kohlen erzeugte Russ sei, der die Luft, und zwar entsprechend der zunehmenden Entwicklung der Industrie, immer stärker trübe. Der Verfasser hat bedauert, dass sich die meteorologischen Beobachtungen bisher nicht auch eingehender auf die Durchsichtigkeit der Luft erstreckt hätten, und er glaubt, dass Aufzeichnungen, die an hoch gelegenen Punkten nach dieser Richtung hin gemacht würden, „besonders interessante Resultate in Bezug auf den Duft in so grosser Höhe fördern würden“.

In der an den Vortrag sich anschliessenden Diskussion nahm ich Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass an der im südlichen Schwarzwald in 1000 m Höhe gelegenen meteorologischen Station Höchenschwand schon seit vielen Jahren aufgezeichnet würde, wann die Alpen sichtbar seien; aus diesen Beobachtungen, die allerdings nicht verarbeitet seien, gehe hervor, dass fast immer, wenn die sog. Temperaturumkehrung herrsche, oder wenn Föhn in der Schweiz wehe, sich auch die Alpen zeigten, dass also oft die Durchsichtigkeit der Luft an absteigende Bewegungen der Atmosphäre,

welche die feinen Staubtheilchen in die Tiefe führten, gebunden zu sein scheinen.

Dies gab mir Veranlassung, die vorliegenden Beobachtungen eingehender zu verarbeiten; das Ergebniss dieser Untersuchung, welche meine damalige mehr vermuthungsweise, als sicher ausgesprochene Ansicht vollkommen bestätigt, ist im nachstehenden in Kürze mitgetheilt.

Höchenschwand liegt im südöstlichen Schwarzwald vollkommen frei auf einer sanft bis zu dem 13 km entfernten Rheinthal gegen Süden sich senkenden Hochfläche, die von den tief eingeschnittenen Thälern der Hauensteiner Alb auf der westlichen und der Schwarza, sowie der Schlücht auf der östlichen Seite scharf abgegliedert ist. Der Blick nach Südwesten trifft den südlichen Schwarzwald, den ebenfalls meist Hochflächencharakter tragenden sogenannten Hozenwald, der grössere Erhebungen über 1000 m nur auf seiner nördlichen Begrenzung aufweist; der Blick nach Osten ist nur wenig gehemmt, da nach dieser Richtung der Schwarzwald rasch abfällt; nur der bis zu 900 m ansteigende dem Jurazug angehörende Hohe Randen vermag die Basaltkegel des Hegau und theilweise auch den Bodensee zu verdecken.

So ergibt sich unter günstigen Bedingungen ein Alpenpanorama, das von den Allgäuer Alpen etwa vom Grütten an bis zum Montblanc reicht. Die Entfernungen von der Alpenkette sind durchaus keine geringen. Die Höchenschwand nächste Berggruppe in dem ungefähr von SW nach NE hinstreichenden Hauptmassiv der Schweizer Alpen ist der Tödi, der sich in ungefähr 118 km erhebt; genau im Süden in einer Entfernung von 135 km liegt die gewaltige Masse des Finsteraarhorn, und in etwa 240 km Entfernung gegen SSW (Azimuth etwa 24°) der nur in seltenen Fällen sichtbare Montblanc.

Das ganze Alpenpanorama, das sich allerdings nicht sehr oft in seiner ganzen Ausdehnung zeigt, umfasst einen Sehwinkel von etwa 120° ; selbst wenn, wie dies meistens der Fall ist, nur ein mehr oder minder grosser Theil der Alpenkette gesehen werden kann, so ist dies doch immer von besonderem Reize, weil sich die schneebedeckten Berge scheinbar unvermittelt ohne Vordergrund am Horizont er-

heben. Die berühmte Alpenaussicht zieht auch alljährlich einen Theil des grossen Stromes von Reisenden, der im Sommer den Schwarzwald durchfluthet, nach dem sonst unscheinbaren Pfarrdorf; leider zeigen sich, wie die folgenden Ausführungen darthun werden, die Berge gerade in der Hauptreisezeit am seltensten und jeweils nur für kurze Zeit.

In der richtigen Erwägung, dass die Sichtbarkeit der Alpen wichtige Schlüsse auf die physikalische Beschaffenheit der Atmosphäre und auf Vorgänge in derselben zu ziehen gestatten würde, sind auf Anordnung der ehemaligen Badischen Meteorologischen Centralstation in Höchenschwand regelmässig Aufzeichnungen hierüber gemacht worden, die bis in das Jahr 1875 zurückreichen. Wenn im Folgenden nur die Jahrgänge von 1884 an benützt worden sind, so war dafür der Umstand massgebend, dass seit dieser Zeit die Beobachtungen von dem gleichen Mann, Herrn Hauptlehrer V. Steinhart angestellt werden; damit ist dann der Vortheil gewonnen, dass homogeneres Material benützt wird, als wenn auch die früheren Jahre, in welchen die Beobachter mitunter häufig gewechselt haben, herangezogen worden wären.

In Höchenschwand wird nicht nur die Häufigkeit, sondern auch der Grad der Sichtbarkeit der Alpen, und zwar nach drei Abstufungen, die mit den Indices 0, 1, 2 in das Tagebuch eingetragen werden, aufgezeichnet; ausserdem wird auch der seltener eintretende Fall eigens aufgeführt, wenn nur die Alpengipfel gesehen werden können. Die Unterscheidung nach den drei Graden lässt sich leichter treffen, als es den Anschein hat, wenn auch natürlich das Mass der Durchsichtigkeit der Luft eine ganze Reihe Stufen durchlaufen kann. Besonders charakteristisch ist der dritte Grad, wenn die Alpen besonders klar und deutlich zu sehen sind; in eigenthümlichen kalten Farben liegt dann die Alpenkette vor den Blicken des Beschauers, während bei schwächeren Graden der Sichtbarkeit die Töne wärmer, besonders beim Sonnenuntergang sind. Welchen Grad von Klarheit die Luft in der Höhe erreichen kann, davon konnte ich mich bei meinem ersten Besuch in Höchenschwand, zu dem mich der Weg in jedem Sommer behufs Visitation der dortigen meteorologischen Station führt, überzeugen. Während des ganzen Tages lag

die Alpenkette in wunderbarer Klarheit da; gegen Abend konnte man mit unbewaffnetem Auge den Gasthof auf dem mehr als 50 km in der Luftlinie entfernten Uetliberg bei Zürich erkennen und mit einem durchaus nicht stark vergrößernden Fernrohr liessen sich die Fenster, besonders gut diejenigen, in welchen sich die untergehende Sonne spiegelte, zählen.

In den 12 untersuchten Jahren waren die Alpen 1126 mal sichtbar, darunter 130 mal besonders schön, im Durchschnitt im Jahre also 94 bzw. 15 mal.

In den einzelnen Jahren ergeben sich folgende Zahlen:

Häufigkeit von	1875	76	77	78	79	80	81	82	83	84
Alpenaussicht überhaupt .	91	111	135	108	126	111	109	105	50	82
Bes. schöner Alpenaussicht	?	?	24	30	36	11	14	1	2	—
Häufigkeit von	1885	86	87	88	89	90	91	92	93	94
Alpenaussicht überhaupt .	100	83	76	114	103	111	116	94	92	105
Bes. schöner Alpenaussicht	3	11	1	18	11	13	23	24	13	3

Einen Zusammenhang dieser Zahlenreihen mit den Witterungselementen habe ich nicht finden können. Nicht unerwähnt will ich lassen, dass das auffällige Sinken der Häufigkeitszahlen in den Jahren 1883, 1884, 1886 und 1887 auf die durch den Krakatoaausbruch hervorgerufene stärkere Belastung der Atmosphäre mit schwebender staubförmiger Materie zurückgeführt werden könnte; doch sind, wie im folgenden zu zeigen sein wird, die Durchsichtigkeitsverhältnisse doch von zu viel anderen Faktoren abhängig, als dass dies anders, als nur als möglich hingestellt werden dürfte.

Bevor ich auf die Häufigkeit der Alpenaussicht von Höchenschwand näher eingehe, will ich untersuchen, unter welchen Witterungsverhältnissen sie sich zeigt. Da es sich gleich zu Beginn der Arbeit herausgestellt hatte, dass es vorwiegend zwei Witterungstypen sind, bei welchen sich die Berge zeigen, nämlich Föhnsituation und Anticyklone, so glaubte ich die Aufgabe etwas beschränken zu dürfen, indem ich nur den dritten Grad der Durchsichtigkeit hervorzog. Alle Tage, an denen der Beobachter Alpen² aufgezeichnet hatte, habe ich auf die Witterungsverhältnisse hin genau untersucht. Aus den Wetterkarten lässt sich wohl

in den meisten Fällen leicht erkennen, ob Föhn möglich war oder nicht; leider verzeichnen aber die schweizerischen Stationen nicht immer, ob solcher auch wirklich eingetreten ist. Herr Direktor Billwiller hatte die Freundlichkeit, in Erwiderung auf eine Anfrage meist darauf aufmerksam zu machen, dass das Eintreten von Südwind und stärkeres Sinken der relativen Feuchtigkeit in Altdorf, sowie südöstliche Winde auf dem Säntis meist untrügliche Zeichen dafür seien, dass wenigstens im Reussthal Föhn wehe; dass dieser nicht nur durch die tieferen atlantischen Depressionen, sondern auch, worauf früher Herr Erk¹ und in neuerer Zeit wieder die Herren Billwiller² und Pernter³ hingewiesen haben, durch flache, im Alpenvorland hinziehende Theilminima hervorgehoben wird, will ich nur der Vollständigkeit halber erwähnen.

Als im Bereiche einer Anticyclone gelegen, habe ich das Beobachtungsgebiet nur dann angenommen, wenn sich auf den Höhen die charakteristischen Anzeichen des sinkenden Luftstromes: geringe Stände der relativen Feuchtigkeit und in der kälteren Jahreszeit Temperaturumkehrung haben erkennen lassen; wann letzteres eingetreten ist, liess sich leicht aus den von mir selbst seit 1887 für die monatlichen Berichte gezeichneten Diagrammen für den Verlauf der Temperatur für jeden Monat und für verschiedene badische Stationen, unter denen sich auch Höchenschwand befindet, entnehmen. Aus früheren Jahren sind solche Diagramme leider nicht vorhanden, ich habe deshalb die weitere Vereinfachung eintreten lassen, dass ich nur die Jahre 1887—1894 untersucht habe, um die zeitraubende Arbeit etwas abzukürzen.

Das Ergebniss der Untersuchung ist folgendes. Be-

¹ Erk, F. Der Föhn. Eine meteorologische Skizze. S. A. aus d. Bayer. Industrie- u. Gewerbeblatt. 1888. — Der Föhnsturm vom 15., 16. Oktober 1885 und seine Wirkung im bayerischen Gebirge. Met. Zeitschr. Januar 1885.

² Billwiller. Der Föhn vom 13. Januar 1895 am Nordfuss der Alpen und die Bildung einer Theildepression daselbst. Met. Zeitschr. Juni 1895.

³ Pernter, J. M. Die allgemeine Luftdruckvertheilung und die Gradienten bei Föhn. S. A. aus Sitzungsber. d. Kais. Acad. d. Wissensch. Bd. CV. Wien 1896.

sonders schöne Alpenaussicht wurde verzeichnet in Höchenschwand

	bei Bar. Max	bei Föhn i. d. Schweiz.	in zweifel- haften Fällen.
Januar	8	1	—
Februar	4	4	—
März	4	9	1
April	1	2	2
Mai	1	4	2
Juni	1	—	1
Juli	1	—	—
August	1	2	—
September	3	2	—
Oktober	4	5	3
November	13	4	2
December	22	4	—
Jahr	63	37	11

Als zweifelhafte Fälle sind solche bezeichnet, an welchen ein Zusammenhang mit der Luftdruckvertheilung nicht gefunden werden konnte.

Alpenaussicht tritt demnach wesentlich häufiger im Bereich eines Hochdruckgebietes, als bei Föhn ein. Entsprechend der bekannten Häufigkeit und auch Beständigkeit der barometrischen Maxima ist auch die durch sie bedingte grössere Durchsichtigkeit der Luft am häufigsten im Winter und im Herbst, am seltensten im Frühjahr und im Sommer. Alpenaussicht hervorgerufen durch Föhn tritt selten im Sommer und ziemlich gleich oft in den übrigen Jahreszeiten ein, was unverkennbar mit den durch Hann's Arbeiten zur Genüge bekannten Zahlen für die Häufigkeit dieser Naturerscheinung in Zusammenhang steht.

Den mitgetheilten Zahlen glaube ich besondere Wichtigkeit beimessen zu dürfen, denn sie zeigen, dass in 90% aller Fälle eine besonders schöne Alpenaussicht von Höchenschwand aus mit einer abwärts gerichteten Bewegung der Luft zeitlich zusammenfällt, und zwar ist in 57% der Fälle die ganze Luftmasse über dem Beobachtungsgebiet, in 33% nur längs der Bergseiten im Sinken begriffen. Ohne Zweifel wird dadurch ein Theil der feineren Staubpartikelchen, welche

sonst die Luft mehr oder minder undurchsichtig machen, in die Tiefe geführt.

Was die Frage anbelangt, in welcher Weise man sich die Wirkung der Staubtheilchen auf die Durchsichtigkeit der Luft zu denken hat, so dünkt mir eine, wie es scheint wieder in Vergessenheit gerathene Mittheilung von Hagenbach-Bischoff¹ in Basel von Wichtigkeit zu sein. Nach seinen Wahrnehmungen ist das von fernen Bergen kommende Licht polarisirt, und diese werden besser sichtbar, sobald man sich eines Nicolschen Prismas bedient. Der genannte Forscher hat die Ursache der Lichtreflexion in dem Vorhandensein verschieden warmer und verschieden dichter Luftschichten suchen zu müssen geglaubt, allein, nachdem durch Aitken direkt das Vorhandensein von feinen Staubtheilchen auch in grösseren Höhen nachgewiesen worden ist, so sind es wahrscheinlich diese, welche polarisirtes Licht zu uns senden, durch dessen Helle die von entfernten Bergen ausgehenden Lichtstrahlen ganz oder theilweise überdeckt werden. Wie dem auch sei, durch die experimentellen Untersuchungen von Aitken ist jedenfalls als feststehend erwiesen worden, dass das Vorhandensein vieler Staubtheilchen die Luft undurchsichtig macht; er hat z. B. gefunden, dass der vom Rigikulum aus in östlicher Richtung 113 km entfernte Hochgerrach nur dann sichtbar war, wenn der Staubgehalt der Luft gering (höchstens 850 Theilchen auf 1 ccm) war; sobald die Zahl der Theilchen auf 2000 stieg, war der Berg in Duft gehüllt und konnte nicht mehr gesehen werden. Wie leicht diese Stäubchen den Luftbewegungen folgen, und wie stark ihre Menge an einem Ort innerhalb kurzer Zeit wechseln kann, dafür liessen sich aus den mit bewunderungswürdiger Geduld ausgeführten Untersuchungen von Aitken² eine Reihe von Belegen bringen. Aitken findet z. B. bei seinen Beobachtungen auf Rigikulum, dass die von den Alpen her wehende Luft ganz wesentlich staubärmer, als die aus der Ebene emporsteigende ist; denn während im ersten Falle die

¹ Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel. Bd. 5 S. 503. Referat in der Zeitschr. d. österr. Gesellsch. f. Meteorol., 7 Bd., S. 298.

² Meist veröffentlicht in Nature; zahlreiche Referate hierüber in der Meteorol. Zeitschrift.

Stäubchenzahl zwischen 421 und 1305 in 1 ccm schwankt, nimmt sie im zweiten bis 5756 zu. Bemerkenswerth ist auch die scharf ausgesprochene tägliche Periode des Staubgehaltes der Höhenluft. Nach Untersuchungen auf dem Ben Nevis ist dieselbe folgende:

	1*	4	7*	10*	1P	4P	7P	10P	Mitt.
Staubtheilchen in 1 ccm	736	526	570	551	950	1498	1035	1029	854

Diese Zahlen erläutern deutlich eine Erscheinung, welche jedem der in Alpen oder in dem Vorland, z. B. in München lebt, gut bekannt sind, nämlich die Erscheinung, dass auch an klaren Tagen von Mittag an die Berge immer duftiger und weniger sichtbar werden, so dass man deutliche Alpenaussicht, von Föhnwetter abgesehen, eigentlich nur in den Morgen- und mitunter auch in den Abendstunden geniessen kann. Die etwa um die Mittagszeit einsetzenden gegen die Berge anblasenden Lokalwinde führen den Staub des Vorlandes in die Höhe und verursachen dadurch den mehr oder weniger verhüllenden Duft, der zwar dem Künstler wegen seines warmen Tones, nicht aber dem Vergnügungsreisenden willkommen ist. Die von Aitken mitgetheilte Zahlenreihe zeigt deutlich die rasche Zunahme der Staubtheilchen am Nachmittag, sowie deren Abnahme in den Nacht- und Morgenstunden entsprechend den von den Bergen wegblasenden Bergwinden. In Höchenschwand werden über die Tageszeiten, zu welchen die Alpen sichtbar sind, erst in jüngster Zeit Aufzeichnungen gemacht, so dass ein ziffermässiger Beleg für die tägliche Periode der Sichtbarkeit der Alpen nicht erbracht werden kann.

Meine Behauptung, dass besonders schöne und jedenfalls Alpenaussicht überhaupt in den meisten Fällen dadurch zu Stande kommt, dass durch absteigende Bewegung die trübenden Staubtheilchen in die Tiefe gebracht werden, erfährt also durch die Aitken'schen Untersuchungen volle Bestätigung. Immerhin verbleiben noch volle 10% aller Fälle, in welchen Alpenaussicht dadurch eine Erklärung nicht erfährt; ich glaube im Folgenden zeigen zu können, dass diese theilweise mit der staubreinigenden Eigenschaft der Niederschläge in Zusammenhang gebracht werden können.

Es erübrigt nur noch, einiges statistische über die

Häufigkeit der Alpenaussicht und dann über deren Zusammenhang mit Niederschlägen anzufügen. Um von der ungleichen Länge der einzelnen Monate unabhängig zu sein, gebe ich nachstehend nicht die Häufigkeitszahlen selbst, sondern die Wahrscheinlichkeit einer Alpenaussicht von Höchenschwand.

	Januar	Februar	März	April	Mai	Juni
Alpen überhaupt	0,45	0,35	0,24	0,19	0,23	0,17
nur Alpen ²	0,03	0,03	0,04	0,02	0,03	0,01

	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Alpen überhaupt	0,11	0,13	0,22	0,31	0,30	0,40	0,26
nur Alpen ²	0,01	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	0,03

	Winter	Frühling	Sommer	Herbst
Alpen überhaupt	0,41	0,22	0,13	0,28
nur Alpen ²	0,04	0,03	0,01	0,04

Die scharf ausgesprochene jährliche Periode in der Häufigkeit der Alpenaussichten ist nach dem Vorhergehenden leicht verständlich. Die Mehrzahl der Fälle tritt im Bereiche von Anticyklonen ein; entsprechend deren grösseren Häufigkeit und Verharrungstendenz in der kälteren Jahreszeit entfällt auf diese das Maximum, während auf die warme Jahreszeit, wo nur vorübergehend barometrische Maxima zur Herrschaft kommen, das Minimum trifft. Am ungünstigsten sind die Hauptreisemonate Juli und August, in welchen die Wahrscheinlichkeit einer Alpenaussicht 3—4 mal so gering ist als im Dezember und Januar. Auf etwa 9 Alpenaussichten kommt im Jahresmittel eine besonders schöne und klare; eine solche ist verhältnissmässig am seltensten (17:1) im Juni dem Hauptregenmonat, wiewohl man glauben sollte, dass die vielen Niederschläge staubreinigend wirken müssten, verhältnissmässig am häufigsten im März und im November (6:1); merkwürdiger Weise ist gerade letzterer Monat derjenige, welcher in tieferen Lagen die stärkste Bewölkung aufzuweisen hat.

Schon beim Ausziehen aus den Beobachtungstabellen ist aufgefallen, dass die Alpenaussicht von Höchenschwand aus recht häufig in Gruppen von zwei und mehr Tagen auftritt, ich habe deshalb folgende Zusammenstellung, die nicht ohne Interesse ist, gemacht.

Anzahl der Gruppen von Tagen mit Alpenaussicht
(1888—1894).

Gruppen mit .	Tagen														Ins- gesamt Tage	Proz. aller Fälle von Alpenaus- sicht.
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			
Winter . . .	37	23	11	11	9	1	2	—	1	—	—	—	—	1	843	79,0
Frühling . . .	35	14	6	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	151	62,1
Sommer . . .	21	5	5	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	87	59,2
Herbst . . .	41	13	12	6	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	213	70,5
Insges. Tage .	268	165	186	110	60	7	24	—	10	14					794	70,5
In Proz. aller Fälle v. Alpen- aussicht . . .	23,8	14,7	12,1	9,8	5,3					4,9						

Nahezu drei Viertel aller Fälle von Alpenaussichten treten demnach nicht vereinzelt, sondern jeweils mindestens 2 Tage hintereinander auf. Die Gruppenbildung ist am schwächsten im Sommer und darnach im Frühjahr, am stärksten im Winter und im Herbst. In der warmen Jahreszeit hält eine Alpenansicht nur selten 3 oder mehr Tage an, während dies in der kälteren noch recht häufig eintritt; einmal waren die Berge 10, einmal sogar 14 Tage hintereinander sichtbar. Man erkennt unschwer in diesen Verhältnissen wieder die grosse Verharrungstendenz der die Durchsichtigkeit der Luft vorzugsweise veranlassenden barometrischen Maxima im Winter und Herbst, gegenüber ihrer Unbeständigkeit in den übrigen Jahreszeiten.

Es ist von Interesse, die Witterungsverhältnisse der erwähnten 14 Tage, während welcher der Beobachter in Höchenschwand die Alpen beständig gesehen hat, näher zu verfolgen; es sind dies die Tage vom 28. Dezember 1889 bis 10. Januar 1890. Am 27. Dezember hatte sich die Luftdruckvertheilung so gestaltet, dass ein barometrisches Maximum den Nordosten des Erdtheils mit einem Kern über den russischen Ostseeprovinzen bedeckte, während sich eine Depression über dem Mittelmeer befand; da ein beträchtliches Luftdruckgefälle vorhanden war, so wehten lebhaft nordöstliche Winde, welche die Temperatur zum raschen Sinken brachten. Vom nächsten Tage an senkte sich der Kern des hohen Druckes südwärts und gleichzeitig gewann er westwärts an Raum; unser Beobachtungsgebiet lag zwar nur am Rande der Anticyklone, doch

machte sich deren absteigender Luftstrom zeitweise geltend, denn es wurde in Höchenschwand relativ warm. Eigentliche Temperaturumkehrung konnte aber nicht festgestellt werden; diese trat erst vom 1. Januar an auf, als in der Folge das mit seinem Kern über Südosteuropa verharrende barometrische Maximum voll zur Herrschaft kam. Am genannten Tage war bereits das Tagesmittel der Temperatur gleich dem der rund 900 m tiefer gelegenen Station Karlsruhe und in den folgenden Tagen blieb es erheblich — bis zu $7\frac{1}{2}^{\circ}$ — darüber. Im Laufe des 10. trat ein Witterungsumschlag ein.

Bezeichnender Weise hat nun der Beobachter bis zum 1. Januar, also in der Zeit, in welcher die der Anticyklone eigenthümliche abwärts gerichtete Luftbewegung nur schwach ausgebildet war, nur die Gipfel der Alpenkette und erst vom 2. an hat er die Berge bis tiefer herab gesehen; es ist also die Sichtbarkeit der Alpen zeitlich mit dem Augenblick zusammengetroffen, in dem sich der sinkende Luftstrom in seiner vollen Entwicklung eingestellt hat. Das Eintreten der vollen Alpenaussicht kann nicht wohl damit in Zusammenhang gebracht werden, dass etwa Niederschläge die Luft rein-gewaschen haben; denn der letzte Regen war am 27. Dezember gefallen. Im Hinblick auf weiter unten folgende Ausführungen bemerke ich, dass der 28. Dezember 1889 ein Samstag, der 2. Januar ein Donnerstag gewesen ist.

Ohne Zweifel besitzen die Niederschläge die Eigenschaft, die Luft von Staub theilweise zu reinigen, es ist aber durchaus nicht entschieden, bis zu welchem Grade dies der Fall ist. Wahrscheinlich werden aber nur die gröbereren mechanischen Verunreinigungen der Luft, insbesondere die Rauchtheilchen zum grösseren Theil zum Boden geführt, in geringerem Masse wohl auch die feineren, zumal wenn sie als Kerne bei der Kondensation des Wasserdampfes zur Verwendung gekommen sind, doch müssen bei ihrem massenhaften Vorhandensein doch immer noch viele zurückbleiben. Ein Umstand scheint mir dafür zu sprechen. Nach der wohl jetzt allgemein angenommenen Theorie von Lord Raylay entsteht das Blau des Himmels dadurch, dass die blauen Lichtstrahlen an kleinen Stäubchen, deren Durchmesser kleiner ist, als die Wellenlängen jener, reflektirt werden und dadurch

in unser Auge gelangen, während die längeren rothen Wellen von ihrer Bahn nicht abgelenkt werden. Durch Totalreflexion am Boden, an Gegenständen und gröberen Staubtheilchen in unserer unmittelbaren Umgebung entsteht das weisse diffuse Tageslicht, welches das Blau des Himmels mehr oder weniger verdeckt. Es müssen also ausserordentlich kleine Stäubchen in der Luft vorhanden sein. Bei vollkommener Reinheit der Luft müsste der Himmel bei vollém Sonnenschein schwarz aussehen. Da aber selbst nach dem stärksten Gewitterregen weder in der Höhe, noch in der Tiefe ein derartiger Fall beobachtet worden ist, da vielmehr der Himmel immer blau, wenn auch mitunter in ziemlich dunklen Tönen erscheint, so darf man wohl annehmen, dass die feineren Stäubchen durch die Niederschläge nie völlig, wahrscheinlich aber nur zum geringsten Theil ausgewaschen werden. Bezeichnend ist, dass in der Höhe der Himmel das tiefste Blau immer dann aufweist, wenn Temperaturumkehr herrscht, d. h. wenn die Luft in langsam sinkender Bewegung begriffen ist.

Um nun festzustellen, ob ein Einfluss der Niederschläge auf die Durchsichtigkeit der Luft nach den Höchenschwanger Beobachtungen bestehe, habe ich bei jedem Fall von Alpenaussicht, sowie getrennt auch für die besonders schöne nachgesehen, wenn der letzte Niederschlag gefallen war. Dabei ist immer dann, wenn die Alpen mehrere Tage hintereinander sichtbar waren, immer nur der erste Tag berücksichtigt worden. Das ziffermässige Ergebniss ist folgendes:

**Prozente der Häufigkeit (1883—1894)
von Alpenaussicht überhaupt.**

Letzter Niederschlag	Win- ter.	Früh- ling.	Som- mer.	Herbst.	Jahr.
am Tage selbst	6,7	6,0	5,4	4,4	5,7
1 Tag vorher	27,9	26,7	28,3	32,9	29,0
2 Tage „	21,2	26,0	27,2	21,7	23,5
3 „ „	12,3	16,7	17,4	13,0	14,4
4 „ „	7,3	8,7	5,4	5,0	6,7
5 „ „	3,9	2,0	5,4	3,7	3,6
6 „ „ und mehr	20,7	14,0	10,9	19,3	17,0
Summe aller Fälle	179	150	92	161	582

von Alpen².

Letzter Niederschlag	Win- ter.	Früh- ling.	Som- mer.	Herbst	Jahr.
am Tage selbst	2,2	9,4	—	2,4	3,9
1 Tag vorher	17,4	25,0	12,5	29,3	28,8
2 Tage „	19,6	21,9	62,5	17,1	22,0
3 „ „	23,9	18,8	25,0	24,4	22,8
4 „ „	8,7	15,6	—	12,2	11,0
5 „ „	2,1	3,1	—	2,4	2,4
6 „ „ und mehr	26,1	6,3	—	12,2	15,0
Summe aller Fälle	46	32	8	41	127

Wäre der Einfluss der Niederschläge auf die Durchsichtigkeit der Luft so gross, als man gewöhnlich annimmt, so müsste dies sicher in den oben mitgetheilten Zahlen schärfer zum Ausdruck kommen, als es der Fall ist. Wohl ist im Jahresdurchschnitt an mehr als der Hälfte der Fälle der letzte Niederschlag höchstens zwei Tage vor dem Eintritt der Alpenaussicht gefallen, im Sommer sogar bei 61⁰/₀; doch sind die Fälle, in denen von einem Zurückführen auf vorangegangene Niederschläge nicht mehr die Rede sein kann, noch recht häufig. Wie sich gezeigt hat, sind eben andere Factoren weit mehr massgebend.

Es ist dann weiter untersucht worden, ob nicht etwa bei einer der typischen Formen der Luftdruckvertheilung, unter denen Alpenaussicht auftritt, ein grösserer Einfluss der Niederschläge sich nachweisen lasse, als bei der andern. Aus den oben angegebenen Gründen habe ich mich auch hier auf die besonders grosse Luftdurchsichtigkeit und auf die Jahrgänge 1887—1894 beschränkt. Es ergibt sich folgende Zusammenstellung:

Prozente der Häufigkeit von Alpen². (1887—94).

Letzter Niederschlag	im Bar. Max.	bei Föhn.	in zweifel- haften Fällen.
am Tage selbst	—	10,8	9,1
1 Tag vorher	7,9	37,8	54,5
2 Tage „	27,0	8,1	27,3
3 „ „	25,0	21,6	9,1
4 „ „	14,3	5,4	—
5 „ „	3,2	2,7	—
6 „ „ und mehr	22,2	13,5	—
Summe der Fälle	63	37	11

Unverkennbar ist, dass bei Föhn die Einwirkung der Niederschläge stärker zum Ausdruck kommt, als im barometrischen Maximum, eine Erscheinung, die leicht verständlich ist. Die Tabelle gibt auch Aufschluss über die Fälle, in welchen die Alpenaussicht entweder gar nicht, oder wenigstens nicht mit Sicherheit auf einen sinkenden Luftstrom zurückgeführt werden konnte, d. h. im barometrischen Maximum zeigte sich weder in Höchenschwand noch auf dem Säntis die Temperaturumkehrung und das Sinken der relativen Feuchtigkeit oder bei einer Luftdruckvertheilung, bei welcher Föhn möglich war, fehlte dieser in Altdorf. In allen diesen früher als zweifelhaft bezeichneten Fällen ist die Einwirkung der vorangegangenen Niederschläge unverkennbar.

Es schien mir auch angebracht, das Material noch zur Beantwortung der Frage auszunützen, ob wirklich auf Alpenaussicht Regen folgen müsse. Es ist wohl bekannt, dass dies in Alpenländern, auch im Schwarzwald und am Bodensee als untrügliche Witterungsregel gilt; dass sie aber nicht allgemeine Giltigkeit haben kann, ergibt sich schon daraus, dass sich in nahezu einem Drittel aller Fälle die Alpen von Höchenschwand aus jeweils mindestens 4 Tage nach einander zeigen. Berücksichtigt man bei einer Gruppe von Tagen mit Alpenaussicht immer nur den letzten und lässt man alle Tage ausser Acht, an denen schon unmittelbar vorher Niederschlag gefallen ist, so ergibt sich folgende Zusammenstellung:

Prozente der Häufigkeit

bei Alpenaussicht überhaupt.

Niederschlag fällt	Win- ter	Früh- ling	Som- mer	Herbst	Jahr
am Tage selbst	46,1	28,7	29,7	29,6	34,4
1 Tag später	17,1	28,7	28,4	28,9	25,2
2 Tage später	9,9	12,4	13,7	8,9	10,9
3 " "	8,6	8,5	7,4	6,7	7,9
4 " "	2,6	3,9	4,9	7,4	4,6
5 " " und mehr	15,8	17,8	16,0	18,5	17,1
Anzahl der Fälle	152	129	81	135	497

bei Alpen^a.

Niederschlag fällt	Win- ter.	Früh- ling.	Som- mer.	Herbst.	Jahr.
am Tage selbst	26,1	31,3	25,0	19,5	25,2
1 Tag später	17,4	25,0	12,5	19,5	19,7
2 Tage später	21,7	15,6	25,0	14,6	18,1
3 " "	10,9	6,2	12,5	7,3	8,7
4 " "	2,2	9,4	12,5	19,5	10,2
5 " " und mehr	20,7	12,5	12,5	19,5	18,1
Anzahl der Fälle	46	32	8	41	127

Am meisten fällt wohl in die Augen, dass bei besonders schöner Alpenaussicht viel weniger häufig Niederschlag am Tage selbst oder am folgenden fällt, als bei Alpenaussicht überhaupt, indem sich die Wahrscheinlichkeiten etwa wie 3 : 2 verhalten. Also gerade grosse Durchsichtigkeit der Luft hat verhältnissmässig selten Niederschlag in unmittelbarem Gefolge; an fast $\frac{1}{3}$ aller Fälle stellt sich solcher erst nach mindestens 4 Tagen ein. Ein untrügliches Witterungsanzeichen ist also Alpenaussicht nicht, am allerwenigsten aber eine besonders klare. Macht man aber eine Unterscheidung der einzelnen Fälle nach den meteorologischen Ursachen, so ergibt sich doch ein wesentlich anderes Bild; ich benütze wieder aus den schon oben ausgeführten Gründen die besonders schöne Alpenaussicht in den Jahren 1887—1894.

Prozente der Häufigkeit von Alpen^a.

Niederschlag fällt	im bar. Max.	bei Föhn	in zweifel- haften Fällen
am Tage selbst	9,5	56,8	36,4
1 Tag später	20,6	13,5	9,1
2 Tage "	23,8	13,5	9,1
3 " "	9,5	8,1	9,1
4 " "	6,4	8,1	36,4
5 " " und mehr	30,2	—	—
Anzahl der Fälle	63	37	11

Wie leicht verständlich, ist die Wahrscheinlichkeit, dass nach Alpenaussicht, welche durch Föhn hervorgerufen wird, bald Niederschlag fällt, recht gross; Alpenaussicht im Gebiete des

herabsinkenden Luftstroms schliesst dagegen ziemlich selten mit Niederschlag ab.

Zum Schluss möchte ich noch eine Frage berühren, welche mir nicht unwichtig erscheint. In der Eingang erwähnten Abhandlung ist die Ansicht vertreten, dass es vorzugsweise die durch die ungenügende Verbrennung der Kohlen — besonders der aus dem Saargebiet stammenden stark russenden — in die Luft geführten feineren Staubpartikel seien, welche die Luft mehr oder minder undurchsichtig machen. In Verfolg dieser für die Nähe unserer Industriezentren gewiss richtigen Theorie wird dann die Vermuthung ausgesprochen, dass die Luft an Sonntagen klarer sein müsse und dass insbesondere immer dann, wenn zwei Feiertage hintereinanderfielen, am zweiten noch am besten ein günstigerer Fernblick zu erwarten sei. Es kann nicht meine Aufgabe sein, die Richtigkeit dieser Anschauungen für die untersten Luftschichten zu untersuchen, wohl aber vermag das von mir benutzte umfangreiche, und wie ich behaupten zu dürfen glaube, auch zuverlässige Material Aufschluss darüber zu geben, ob in höheren Luftschichten noch ein Einfluss des Rauches zu verspüren ist. Wäre dies der Fall, dann müsste ohne Zweifel die Wahrscheinlichkeit einer Alpenaussicht an Sonn- und Feiertagen oder auch am Tage nachher grösser sein als an anderen. Um allen Fällen gerecht zu werden, habe ich die Wahrscheinlichkeit an Sonn- und Feiertagen mit und ohne Ausschluss der nur in katholischen Landestheilen gefeierten berechnet; ich habe ferner in je einer weiteren Zusammenstellung auch diejenigen Fälle berücksichtigt, an denen am Tage nachher die Alpenaussicht eingetreten ist. Da aber der Einfluss der an den Feiertagen verminderten Rauchproduktion festgestellt werden sollte, so mussten diejenigen Fälle, in welchen ein Feiertag in eine Gruppe von Tagen mit Alpenaussicht gefallen ist, ausser Acht gelassen werden; ist jedoch eine Steigerung in der Durchsichtigkeit der Luft an oder nach einem Feiertag eingetreten, so ist dies als Treffer berücksichtigt worden. Das Ergebniss ist folgendes:

Wahrscheinlichkeit (Berechnet aus 1883—1894).

	von Alpenaussicht überhaupt		von Alpen ² .	
	am Tag selbst	am Tag nachher	am Tag selbst	am Tag nachher
A. ohne katholische Feiertage				
an Feiertagen	0,14(98)	0,24(168)	0,013(9)	0,019(13)
an Werktagen	0,28(1028)	0,26(958)	0,027(98)	0,025(94)
B. mit katholischen Feiertagen				
an Feiertagen	0,14(116)	0,25(198)	0,011(9)	0,017(14)
an Werktagen	0,27(1010)	0,26(928)	0,027(98)	0,026(93)

Die eingeklammerten Zahlen geben die Häufigkeit an.

Eine grössere Durchsichtigkeit der Luft in Höchenschwand an oder nach Sonn- und Feiertagen lässt sich aus dem 12 Jahre und mehr als 1000 Fälle umfassenden Material nicht erkennen. Macht man die Einschränkung, dass sich die an Sonn- und Feiertagen in den tieferen Lagen geringere Raucherzeugung am Tage selbst geltend machen müsse, so ergibt sich sogar das gerade Gegentheil von dem, was in der mehrfach erwähnten Abhandlung behauptet ist; denn an Wochentagen sind sowohl die Alpenaussichten schlechthin, wie auch die besonders schönen noch einmal so häufig als an Feiertagen. Gibt man aber zu, dass sich die Sonntagsruhe in den Fabriken auch noch am folgenden Tage bemerklich machen könnte, so lässt sich auch in diesem Falle eine Bestätigung der schon mehrfach erwähnten Theorie nicht erkennen. An den zweiten Feiertagen von Weihnachten, Ostern und Pfingsten waren in den untersuchten 12 Jahren die Alpenaussichten ebenfalls nicht häufiger, als sonst, indem die Wahrscheinlichkeit nur 0,19 war, während sie nach den oben mitgetheilten Zahlen für den Jahresdurchschnitt wesentlich mehr, nämlich 0,26 beträgt.

Nach dem Ausgeführten darf wohl als sicher angenommen werden, dass in der Höhenlage von 1000 m im südlichen Schwarzwald nicht mehr die gleiche Einwirkung des Kohlenrauchs auf die Durchsichtigkeit der Luft zu finden ist, wie in den tieferen Lagen; dort besteht die trübende Materie vorzugsweise aus feineren Stäubchen, die von den Niederschlägen nur zum kleineren Theile ausgewaschen werden und die, indem sie den Bewegungen der sie tragenden Luft leicht folgen,

bald in grösseren, bald in geringeren Mengen vorhanden sein können und damit auch die Fernsicht mehr oder minder beeinträchtigen. Der Umstand, dass die Durchsichtigkeit der Luft von einem höher gelegenen Orte aus vorzugsweise an zwei aus den Wetterkarten leicht erkennbare Witterungstypen gebunden ist, gibt auch die Möglichkeit, mit ziemlich grosser Wahrscheinlichkeit vom Thale aus zu bestimmen, ob man in der Höhe Fernsicht zu erwarten hat oder nicht.

Zeigen die synoptischen Wetterkarten deutliche Föhn-situation, so kann man mit einiger Wahrscheinlichkeit Alpenaussicht vom südlichen Schwarzwald aus erwarten; von einem Besteigen der Berge ist aber doch abzurathen, da sich die Alpen nur auf kurze Zeit zeigen und da bald darauf Niederschlag fällt. Am sichersten kann man auf Alpenaussicht im Winter rechnen, wenn wir uns im Bereiche von hohem Druck befinden. Erreicht man auch nicht mehr am gleichen Tage, an welchem durch die Wetterkarten die Art der Luftdruckvertheilung bekannt geworden ist, die Höhen, so hat man doch die Wahrscheinlichkeit, dass die Alpenaussicht nicht so rasch, wie im Sommer, wieder verschwindet.

Beiträge zur Theorie der elektrischen Entladungen in Gasen.

Von O. Lehmann.

Das dunkelste, ungeachtet aller Bemühungen am wenigsten aufgeklärte Gebiet der Physik ist das der elektrischen Entladungen in Gasen, obschon gerade diese Erscheinungen durch den strahlenden Glanz, den wir beim elektrischen Bogenlicht bewundern, durch die blendende, erschreckende Helle, welche Blitze in dunkler Gewitternacht verbreiten, durch die wundervollen, prächtigen Lichtphänomene im elektrischen Ei und in hochevacuirten Röhren, durch das räthselhafte Auftreten des Nordlichts und vieler ähnlicher merkwürdiger Effekte schon seit langen Zeiten in ganz besonders hohem Grade die Aufmerksamkeit nicht nur der Physiker, sondern auch der Laien auf sich gelenkt und eine ganz unabsehbare Zahl eingehender Experimentaluntersuchungen und literarischer Arbeiten zu Tage gefördert haben.

Die eigenartigen Schwierigkeiten, welche sich Untersuchungen auf diesem Gebiete entgegenstellen, beruhen wohl zum grossen Theil darauf, dass solche Experimente Maschinen und Apparate erfordern, welche nur wenigen physikalischen Instituten zur Verfügung stehen. In der That beziehen sich die meisten Angaben, welche sich in der Literatur finden, auf kleine Apparate, gewöhnlich Geissler'sche Röhren von höchstens einem Meter Länge und 3—4 Centimeter Durchmesser, wie sie von Glasbläsern ohne grosse Kosten leicht hergestellt und mittelst kleiner Ruhmkorff'scher Funkeninduktoren oder Influenzmaschinen zum Leuchten gebracht werden können. In diesen Röhren kann sich aber des engen Raumes wegen die Entladung nicht frei ausbilden, wird vielmehr in mannigfaltigster Weise durch die Rohrwandungen gestört, auch liefern die schwachen benutzten Elektrizitätsquellen nicht annähernd gleichmässige Ströme, so dass zu den Störungen durch die Gefässwände noch mannigfache andere, durch die mangelhafte Stromzuführung veranlasste, hinzutreten, welche insbesondere messende Versuche fast unmöglich machen.

Das Arbeiten mit grösseren Gefässen, welche schon an sich theuer sind, erfordert einestheils rasch wirkende, automatisch funktionirende Luftpumpen verschiedener Grösse und Beschaffenheit, anderntheils ausgiebige Elektrizitätsquellen, welche beliebig lange gleichmässige Ströme zu erzeugen vermögen, was wieder Betrieb durch einen gleichmässig laufenden Motor und Ausgleichung etwaiger Schwankungen durch Beiziehung von Akkumulatoren zur Voraussetzung hat, alles Einrichtungen, deren Beschaffung nicht ohne grosse Mittel möglich ist.

In Folge des Zusammentreffens günstiger Umstände und wirksamer Beihülfe von mehreren Seiten¹, für welche mir gestattet sei auch an dieser Stelle Dank zu sagen, war ich in der Lage, wenigstens einige orientirende Versuche mit solchen grösseren, wenn auch an sich unvollkommenen Apparaten auszuführen, über deren Ergebnisse, abgesehen von einigen weiter unten zu besprechenden Experimenten mit Metalldämpfen, schon früher berichtet wurde².

¹ H. Hertz, mein allbekannter hochverdienter Vorgänger hatte zu gleichen Zwecken eigenhändig eine dazu geeignete Hochspannungsakkumulatorenbatterie zusammengesetzt, welche trotz der mannigfachen Mängel, welche naturgemäss einem derartigen mit möglichst einfachen Mitteln selbst hergestellten Apparate anhaften, in manchen Fällen recht gute Dienste leistete. Die Grossh. Generaldirektion der Badischen Staatseisenbahnen hatte die Freundlichkeit, dem physikalischen Institut der Technischen Hochschule drei durch Brand beschädigte Dynamomaschinen zu überlassen, welche in der Werkstätte des Instituts zweckentsprechend umgebaut wurden, davon eine für sehr hohe Spannung, welche gewöhnlich mit der eben erwähnten Akkumulatorenbatterie in Serie geschaltet wurde. Die Akkumulatorenfabrik Aktiengesellschaft in Hagen i. W., die Elektrizitätsgesellschaft Gelnhausen und die Akkumulatorenwerke Gottfried Hagen in Kalk bei Köln, stellten mir eine Anzahl grosse, beschädigte, aber für die vorliegenden Zwecke ausreichende Akkumulatorenzellen zur Verfügung, welche zur Erzeugung von Starkstrom zur Erhitzung der Elektroden gebraucht wurden; endlich ermöglichte ein seitens der Gasmotorenfabrik Deutz, gewährter beträchtlicher Rabatt die Anschaffung einer grossen Hochdruckinfluenzmaschine, welche in entgegenkommender Weise von dem mechanischen Institut von O. Leuner in Dresden zu mässigem Preise hergestellt wurde.

² O. L. Wiedemann's Annalen II, 686—704 (1880); 22, 307—344 (1884); 44, 642—653 (1891); 47, 426—439 (1892); 55, 361—388 (1895); 56, 304—346 (1895); Zeitschrift für physikalische Chemie 18, 97—117 (1895); Molekularphysik II, 220—235 (1889); Elek-

Im Folgenden soll versucht werden, die Vorstellungen, bezüglich des Wesens und Verlaufs des Entladungsprozesses, zu welchen diese experimentellen Resultate Anlass geben, kurz zusammenzufassen. Es wird die Aufgabe weiterer Untersuchungen sein, die aufgestellten Hypothesen zu prüfen.

Die Spannungsenergie.

Die grösste Schwierigkeit, welche uns entgegentritt, falls wir uns ein anschauliches Bild des Entladungsvorgangs machen wollen, ist die, dass es sich dabei um Vorgänge handelt, die wir nicht sehen können und welche nicht wie andere physikalische Vorgänge auf Bewegungserscheinungen fester, flüssiger oder gasförmiger Medien zurückgeführt werden können.

Immerhin ist es möglich, gewisse Gleichnisse aus der Mechanik beizuziehen, welche grosse Aehnlichkeit, häufig sogar quantitative Uebereinstimmung mit den elektrischen Vorgängen aufweisen, so dass wenigstens in solcher Art die Lösung der Aufgabe etwas erleichtert werden kann.

So ist es beispielsweise möglich, den elektrischen Spannungszustand, als dessen Beseitigung wir die elektrischen Entladungserscheinungen deuten, in Analogie zu bringen mit den Spannungserscheinungen eines deformirten elastischen Mediums, welche Analogie schon in der sprachlichen Bezeichnung zum Ausdruck kommt und von Maxwell auf dem Wege der Rechnung eingehend klargelegt wurde.

Wird etwa eine dicke Kautschukplatte, wie Fig. 1 an-

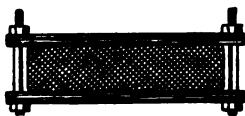


Fig. 1.

deutet, zwischen zwei starke Pressplatten eingespannt und durch Anziehen der Schrauben derart gepresst, dass pro Quadratmeter ein Druck von H Kilogramm ausgeübt wird, so ist die hierzu verbrauchte Arbeit oder die in der Kautschukplatte aufgespeicherte Spannungsenergie

$$A = \frac{1}{2g} \cdot \frac{v}{e} \cdot H^2 \text{ Kilogrammmeter,}$$

tricität und Licht, 282—280 (1895); Zeitschrift für Elektrochemie II, 468 und 477 (1896). Eine ausführlichere durch Beiziehung neuer Resultate erweiterte Zusammenstellung erscheint demnächst im Verlage von W. Knapp, Halle a. S.

wenn v das Volumen der Platte in Kubikmetern und ε eine Konstante bedeutet, welche definiert ist durch die Gleichung $\varepsilon = \frac{10^6}{g} \cdot E$, worin g die Fallbeschleunigung in Metern ($= 9,81$) und E den Elasticitätsmodul des Kautschuks (in üblicher Weise bezogen auf Kilogramm, Länge in Metern und Querschnitt in Quadratmillimetern) bedeutet¹.

Wäre beispielsweise die Seitenlänge der Kautschukplatte $= 20$ cm, die Höhe $= 4$ cm, der Gesamtdruck $= 13$ kg, somit der Druck pro Quadratmeter $= 316$ Kilogramm und der Elasticitätsmodul des Kautschuks (entsprechend einer Compression um $0,126$ mm) $= 0,1$, so wäre die in der gepressten Platte aufgespeicherte Energie

$$A = \frac{1}{2 \cdot 9,81} \cdot \frac{16 \cdot 10^{-4} \cdot 9,81}{10^6 \cdot 0,1} \cdot 316^2 = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Kilogrammmeter}$$

(in Karlsruhe²).

Die elektrische Energie.

Würde man die beiden Pressplatten durch metallische Belegungen ersetzen, und diese mit den Polen einer Elek-

¹ Die Formel ergibt sich durch folgende Betrachtung. Ist l die Dicke (in Metern) und q der Flächeninhalt der Platte (in qm), so ist die bei Zusammenpressung um d Meter geleistete Arbeit, da der Druck nach und nach von 0 bis $q \cdot H = E \cdot \frac{d \cdot q \cdot 10^6}{l}$ Kilogramm anwächst, also

im Mittel den Werth $\frac{E}{2} \cdot \frac{d \cdot 10^6 \cdot q}{l}$ Kg besitzt:

$$A = \frac{E}{2} \cdot \frac{d \cdot q \cdot 10^6 \cdot d}{l} =$$

$$\frac{E}{2} \cdot \frac{q \cdot 10^6}{l} \cdot \left(\frac{H \cdot 10^{-6} \cdot l}{E} \right)^2 = \frac{10^{-6}}{2 \cdot E} \cdot v \cdot H^2 \text{ Kilogramm.}$$

Der Elasticitätsmodul E , welcher eine bestimmte Kraft in der mit dem Orte, wo man sich zufällig befindet, wechselnden Kilogrammeinheit ausdrückt, ist keine konstante Zahl, sondern proportional zur Fallbeschleunigung. Man kann also setzen $E = \varepsilon \cdot g \cdot 10^{-6}$, wobei ε eine wahre Constante ist und den Proportionalitätsfaktor für den auf einen Quadratmeter Querschnitt bezogenen Elasticitätsmodul bedeutet. Somit ist

$$A = \frac{1}{2g} \cdot \frac{v}{\varepsilon} \cdot H^2 \text{ Kilogramm.}$$

² Da sich der Werth eines Kilogrammeters mit dem Orte ebenso wie der des Kilogrammgewichts, d. h. proportional zu g ändert, ist der Werth der Energie für einen andern Ort (entsprechend dem veränderten Werthe des Elasticitätsmoduls) durch eine andere Zahl gegeben.

tricitätsquelle in Verbindung bringen, welche zwischen den Platten die Feldintensität H g/10 - Mikroculomb - Kilogramm¹ erzeugt, so wäre die zur Erzeugung dieses elektrischen Spannungszustandes (etwa durch Drehen einer Influenzmaschine) erforderliche Arbeit oder die in Form elektrischer Ladung aufgespeicherte Energie

$$A = \frac{9 \cdot 10^9}{8\pi \cdot g} \cdot \frac{v}{\eta} \cdot H^2 \text{ Kilogrammometer}$$

wenn η die Dielektricitätskonstante des Kautschuks bezeichnet.²

Der Ausdruck stimmt, wie man sieht, abgesehen von dem durch die Wahl der Masseinheiten bedingten konstanten Faktor, der Form nach genau überein mit dem für die Energie elastischer Spannung gefundenen Ausdruck, es tritt nur an Stelle der elastischen Spannung die elektrische Feldintensität.

Würden z. B. die Belegungen der Kautschukplatte bis zu einer Spannungsdifferenz von 25 000 Volt geladen und wäre die Dielektricitätskonstante des betreffenden Kautschuks $\eta = 2,7$, so würde sich ergeben:

$$Q = E \cdot C = \frac{25\,000 \cdot 2,7 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = 5,9 \cdot 10^{-7} \text{ Coulomb} \\ = 0,59 \text{ Mikroculomb,}$$

¹ d. h. ein elektrisches Feld von solcher Stärke, dass auf die Masse g/10-Mikroculomb (= $g \cdot 10^{-7}$ Coulomb) die Kraft H Kilogramm ausgeübt wird.

² Die Formel ergibt sich durch folgende Ueberlegung. Die in einem Condensator enthaltene Energie ist, wenn Q die Ladung in Coulomb und E die Spannungsdifferenz der Belegungen in Volt: $A = \frac{1}{2g} \cdot Q \cdot E$ Kilogrammometer. Nun ist, wenn C die Capacität des Condensators in Farad und η die Dielektricitätskonstante bedeuten:

$$C = \frac{Q}{E} \text{ und } C = \frac{\eta \cdot 9}{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi l}, \text{ somit} \\ A = \frac{1}{2g} \cdot \frac{Q^2}{C} = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 4\pi l}{2g \cdot q \cdot \eta} \cdot Q^2 = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 2\pi \cdot v}{g \cdot \eta} \left(\frac{Q}{q}\right)^2$$

Da nun von einem Coulomb 4π Kraftlinien ausgehen, ist die gesammte Kraftlinienzahl = $4\pi Q$ und die Feldintensität, welche gleich der auf ein Quadratmeter entfallenden Zahl Kraftlinien ist, $H = \frac{4\pi Q}{q}$, somit

$$\left(\frac{Q}{q}\right)^2 = \left(\frac{H}{4\pi}\right)^2 \text{ und } A = \frac{9 \cdot 10^9}{8g \cdot \pi} \cdot \frac{v}{\eta} \cdot H^2 \text{ Kilogrammometer.}$$

$$H = \frac{4\pi \cdot 5,9 \cdot 10^{-7}}{4 \cdot 10^{-2}} = 18,5 \cdot 10^{-5} \text{ und}$$

$$A = \frac{9 \cdot 10^9 \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot 18,5^2 \cdot 10^{-10}}{8 \cdot 3,14 \cdot 9,81 \cdot 2,7} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Kilogrammmeter,}$$

also zufällig ebenso gross wie die Energie im Falle der elastischen Pressung.

Molekulartheorie der elektrischen Spannung.

Dieses Ergebniss regt dazu an, sich die in der elektrisch geladenen Kautschukplatte enthaltene Energie geradezu als Energie elastischer Spannung vorzustellen. Es ist dies anscheinend auch möglich, wenn man annimmt die Atome, welche die Kautschukmoleküle zusammensetzen, seien theils positiv, theils negativ elektrisch geladen und suchten sich, sobald die Belegungen der Platte mit der Elektrizitätsquelle verbunden werden, in Folge der auftretenden Kraft des elektrischen Feldes nach entgegengesetzten Seiten zu bewegen, so dass die Kautschukmoleküle elastisch deformirt werden müssen. Bei der complicirten Zusammensetzung des Kautschuks ist es indess nicht wohl möglich sich von dieser molekularen elastischen Deformation eine nähere Vorstellung zu machen. Einfacher liegen die Verhältnisse, wenn wir die Kautschukplatte ersetzen durch eine Platte von hexagonal krystallisirtem Jodsilber. Dieselbe isolirt ziemlich gut, während die bei höherer Temperatur oder starkem Druck entstehende regulär krystallisirte Modifikation¹, den Messungen von W. Kohlrausch zufolge² ebensogut elektrisch leitet wie das geschmolzene Jodsilber. Das Leitungsvermögen der regulären Modifikation wird der elektrolytischen Dissociationstheorie gemäss zu erklären sein durch die Anwesenheit freier elektrisch geladener Atome, Ionen. Die Zahl Silberionen, die sich in einem Kubikmeter befinden, sei N , die Wanderungsgeschwindigkeit derselben = V Meter pro Sekunde bei einem Spannungsabfall von ein Volt per Meter und die Valenzladung = Q , dann ist die Zahl Silberionen, die in einer Sekunde ihre Elektrizität an der Kathode abgibt, pro Quadratmeter = $N \cdot V$, und die abgegebene Elektrizitätsmenge, also die Stromdichte

¹ Vgl. O. Lehmann, Molekularphysik I, 166.

² W. Kohlrausch, Wied. Ann. 17, 612, 1882.

in Ampère pro Quadratmeter = $N \cdot V \cdot Q$. Nach dem Ohm'schen Gesetz ist die Stromdichte bei dem Spannungsabfall ein Volt pro Meter = $\frac{1}{S}$ Ampère pro Quadratmeter, wenn S den spezifischen Widerstand des Jodsilbers in Ohm pro Kubikmeter bedeutet. Somit ist

$$N \cdot V \cdot Q = \frac{1}{S}$$

und

$$N = \frac{1}{V \cdot Q \cdot S}$$

Nach den Messungen von F. Kohlrausch¹ ist $V = 5,7 \cdot 10^{-8}$ Meter pro Sekunde, die Valenzladung $Q = 2,5 \cdot 10^{-19}$ Coulomb², und gemäss den Bestimmungen von W. Kohlrausch³ $S = 47,17 \cdot 10^{-4}$ Ohm pro Kubikmeter.

Hieraus folgt:

$$N = \frac{1}{5,7 \cdot 10^{-8} \cdot 2,5 \cdot 10^{-19} \cdot 47,17 \cdot 10^{-4}} = 14900 \cdot 10^{24}$$

d. h. in einem Kubikmeter regulär krystallisirtem Jodsilber sind 14900 Quadrillionen Silberionen enthalten oder in einem Kubikmillimeter 14900 Trillionen.

Der mittlere Abstand dieser positiv elektrischen mit je $2,5 \cdot 10^{-19}$ Coulomb geladenen Silberatome ist

$$l = \sqrt[3]{\frac{1}{N}} = 0,41 \cdot 10^{-7} \text{ Meter} = 0,041 \text{ Millimeter},$$

also verhältnissmässig sehr gross gegen den Durchmesser eines Atoms, welcher der kinetischen Gastheorie gemäss von der Ordnung 0,0000001 Millimeter ist.

Berücksichtigt man nun, dass zwischen diesen positiv elektrischen Silberatomen sich ebensoviel gleich stark negativ geladene Jodatome befinden, so erscheint der Krystall gewissermassen als ein Condensator, dessen Belegungen diese elektrischen Atome bilden und dessen isolirende Zwischenschicht die Dicke $\frac{1}{2} \cdot 0,41 \cdot 10^{-7} = 0,205 \cdot 10^{-7}$ Meter besitzt.

Denkt man sich die Atome, welche sich in einem Kubikmillimeter befinden, in genau parallele Schichten in solchem

¹ F. Kohlrausch, Wied. Ann. 50, 407, 1893.

² Siehe Müller-Lehmann, Grundriss der Physik § 418 S. 516.

³ W. Kohlrausch, Wied. Ann. 17, 642, 1882.

Abstand angeordnet und zwar abwechselnd positive und negative, so ist die Anzahl positiver Schichten

$$= \frac{10^{-8}}{l} = \frac{10^{-8}}{0,41 \cdot 10^{-7}} = 24500,$$

somit, da jede ein Quadratmillimeter Ausdehnung hat, die Gesamtfläche der positiven Belegung des Condensators = $24500 \cdot 10^{-6}$ Quadratmeter. Die Ladung dieser Belegung beträgt $14900 \cdot 10^{-18} \cdot 2,5 \cdot 10^{-10} = 3700$ Coulomb, somit der oben gegebenen Formel gemäss die in dem Condensator aufgespeicherte Energie:

$$A = \frac{9 \cdot 10^{-9} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot 0,02 \cdot 10^{-8} \cdot 3700^2}{2 \cdot 9,81 \cdot 0,0245 \cdot 2,7} \\ = 2,38 \cdot 10^{13} \text{ Kilogrammmeter.}$$

Das Gewicht von einem Kubikmillimeter Jodsilber, dessen spez. Gewicht = 5,6 ist, beträgt $5,6 \cdot 10^{-6}$ Kilogramm, somit die in einem Kilogramm regulär krystallisirten Jodsilbers in Form elektrischer Atomladungen enthaltene Energie

$$\frac{2,38 \cdot 10^{13}}{5,6 \cdot 10^{-6}} = 4,26 \cdot 10^{18} \text{ Kilogrammmeter.}$$

Würden nun bei der Umwandlung des regulär-krystallisirten Jodsilbers in die hexagonale Modifikation, welche sich bei Abkühlung unter 146° oder bei Compression über 2475 Kilogramm pro Quadratcentimeter bei gewöhnlicher Temperatur vollzieht, die elektrischen Ladungen der Atome verschwinden, so müsste die berechnete Energiemenge in Form von Wärme zum Vorschein kommen. Die Umwandlungswärme müsste somit mindestens betragen

$$\frac{4,26 \cdot 10^{18}}{427} = 10\ 000\ 000\ 000\ 000\ 000 \text{ Calorien.}$$

In Wirklichkeit beträgt indess die Umwandlungswärme nur 6,8 Calorien, somit ist zu schliessen, dass auch im hexagonal krystallisirten Jodsilber die Atomladungen noch in gleicher Stärke vorhanden sind wie im regulär krystallisirten, obschon die elektrische Leistungsfähigkeit nur sehr gering ist.

Man muss also annehmen, dass die Beweglichkeit der Ionen in der hexagonalen Modifikation bedeutend vermindert ist, durch irgend eine Kraft (z. B. Reibung), welche wir chemische Affinität nennen wollen. Haben wir eine Platte dieser Modifikation zwischen zwei metallischen Belegungen, wie oben angenommen wurde, und stellen wir eine Spannungsdifferenz

zwischen diesen Belegungen her, so werden die Silberatome, weil positiv elektrisch geladen, der negativ geladenen Belegung zustreben, die negativ geladenen Jodatome der positiven. Die chemische Affinität verhindert indess die beiden ein Molekül bildenden Atome sich zu trennen und die Kraft kommt somit nicht zur Geltung. Erst wenn die Stärke des elektrischen Feldes so gross gewählt würde, dass diese chemische Affinität (Reibung) überwunden wird, würde die Trennung sich thatsächlich vollziehen, die Jodsilberplatte würde unter Funkenerscheinung durch disruptive Entladung zerstört werden.

Treiben wir die Spannungsdifferenz der Belegungen nicht bis zu diesem Punkte, führen dagegen durch Erhitzen oder Comprimiren der Jodsilberplatte Umwandlung in die elektrolytisch leitende reguläre Modifikation herbei, so setzt die elektrische Kraft des Feldes die Silberatome in Bewegung ohne eine Zerstörung des Krystalls herbeizuführen, und wenn die Belegungen aus Silberblech hergestellt wären, würde die negative an Dicke beständig zu, die positive abnehmen¹,



Fig. 2.

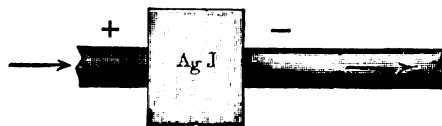


Fig. 3.

bis so viele Silberatome, von welchen jedes die Ladung $2,5 \cdot 10^{-20}$ Coulomb mit sich führt², von der positiven auf die negative Belegung übergegangen sind, dass die ganze Ladung des Condensators verschwunden ist, d. h. $\frac{5,9 \cdot 10^{-7}}{2,5 \cdot 10^{-7}} = 2,37$ Billionen. Die Fig. 2 u. 3 stellen diese Verschiebung des Silbers durch einen regulären Jodsilberkrystall³ schematisch

¹ Vgl. O. Lehmann, Elektrizität und Licht, § 144, S. 254.

² Vgl. Müller-Lehmann, Grundriss der Physik, § 418, S. 516.

³ Vgl. O. Lehmann, Molekularphysik I, 226 und Wied. Ann. 34 18, 1885.

dar, indem die beiden Belegungen als lange Silberstäbe a, b gedacht sind, welche den Jodsilberkrystall AgJ innig berühren und sich beim Durchleiten des Stromes so verschieben, dass der positive sich gewissermassen in feine unsichtbare Fäden (Ionenströme) auflöst, welche sich durch den Krystall hindurchschieben und auf der andern Seite herausdringend sich sofort wieder zu einem massiven Silberkörper vereinigen, der mit dem dort befindlichen Silberstab aufs vollkommenste verschweisst. Die Jodatome bilden dabei gewissermassen ein festes schwammiges die Struktur des Krystalls erhaltendes Gerüst, in dessen Zwischenräumen sich die Silberatome frei bewegen können. Diese Art der Entladung wäre die elektrolytische Entladung.

Befindet sich zwischen den Condensatorplatten nicht ein festes, sondern ein gasförmiges Medium ohne Grenzen, so müssen wir annehmen, die elastische Deformation eines Moleküls dauere nur solange, als es sich bei seinem Bewegungszustande zufällig zwischen den Platten des Condensators befindet, gehe ihm aber, falls es diesen Raum verlässt, alsbald wieder verloren, entweder durch direkten oder indirekten Uebergang auf benachbarte Moleküle zwischen den Platten oder durch Uebertragung auf neue von aussen in den Raum hereintretende Moleküle.

Befinden sich die Condensatorplatten in einem absoluten Vacuum, so wäre Ladung des Condensators überhaupt unmöglich, was der Erfahrung widerspricht, indess wohl nur scheinbar, da wir ein absolutes Vacuum überhaupt nicht herstellen können, in einem unvollkommenen aber stets genügend Moleküle vorhanden sind um die geringe Menge Energie, die überhaupt als Ladung der Elektroden aufgespeichert werden kann, aufzunehmen.

Unerklärbar bleibt aber die Thatsache, dass elektrische Wellen in Form des Lichtes von sehr fernen Himmelskörpern bis zur Erde gelangen können, obschon der Weltraum luftleer ist und obschon die Bildung der elektrischen Wellen das Aufspeichern und Verschwinden elektrischer Energie ebenso wie in einem Condensator nothwendig zur Voraussetzung hat.

Wir müssen also, um elektrische Energie als elastische

deuten zu können, auch dem Aether eine Art gallertartige Struktur zuschreiben, etwa in der Weise, wie es Fig. 4 durch einen Mechanismus ähnlichen Eigenschaften zu verdeutlichen sucht.

Die Struktur des Aethers.

In einem mit Leimgallerte gefüllten Gefäss befinde sich ein mit Wasser gefüllter an beiden Enden offener Cylinder, in welchem sich ein dicht anschliessender Kolben bewegen kann. Wird der Kolben etwa durch den Druck einer Spiralfeder im Sinne des Pfeils verschoben, so tritt aus dem einen

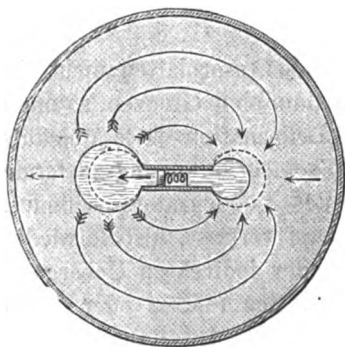


Fig. 4.

Ende des Cylinders Wasser aus, am andern strömt Wasser nach und diese Strömung des Wassers ergänzt sich durch eine Verschiebung der ganzen Gallerte, zu einem geschlossenen Strom, bei welchem in derselben Zeit durch jeden Querschnitt die gleiche Raummeng Substanz hindurch geht. Der Strom kann natürlich nicht lange anhalten, da bald die elastische

Rückwirkung der Gallerte der treibenden Kraft der Spiralfeder das Gleichgewicht hält. Ist der Druck der Spiralfeder zu stark, so verschwindet der Spannungszustand plötzlich unter Zerreiſung der Gallerte, ebenso wie der elektrische Spannungszustand eines Condensators im Falle der disruptiven Selbstentladung. Ist der Druck mässig, sind aber die Poren der Leimmasse für Wasser durchlässig, so verschwindet der Spannungszustand ganz allmählig, wobei die Leimtheilchen nach und nach wieder in ihre anfänglichen Lagen zurückkehren, während das Wasser an seiner Stelle verhardt. Dieser letztere Fall wäre analog der elektrolytischen Leitung des Dielektrikums. Der Wasserströmung im Cylinder entspricht die elektrische Strömung in der Elektrizitätsquelle und in den Zuleitungen zu den Belegungen, der Federkraft der Spiralfeder die elektromotorische Kraft, der Verschiebung der Gallerte, die elektrische Verschiebung in der isolirenden

Zwischenschicht des Condensators, welche den Strom in den Zuleitungen (wie die gleichstarke Ablenkung einer Magnetnadel beweist) zu einem geschlossenen von überall gleicher Stärke ergänzt und endlich dem langsamen Durchsickern des Wassers durch die Poren der Gallerte entspricht der schwache Leitungsstrom durch das Dielektrikum, wenn dasselbe ein schlechter Isolator ist.

Die Zeit, in welcher die Spannung auf den $e (= 2,71828)$ ten Theil ihres anfänglichen Werthes gesunken ist, nennt man in beiden Fällen die Relaxationszeit. Dieselbe ist für gute Isolatoren, ebenso wie für vollkommen elastische Körper, sehr gross, für gute Leiter dagegen, ebenso wie für vollkommen plastische Körper sehr klein.

Der Aether müsste also dieser Vorstellungsweise gemäss ebenfalls aus einem gallertartigen schwammigen Gerüst gröberer Theilchen bestehen, in welchem sich feinere Körperchen, die Maxwell'schen „Zwischenkörperchen“, bewegen, und zwar unter starker Reibung an den ersteren.

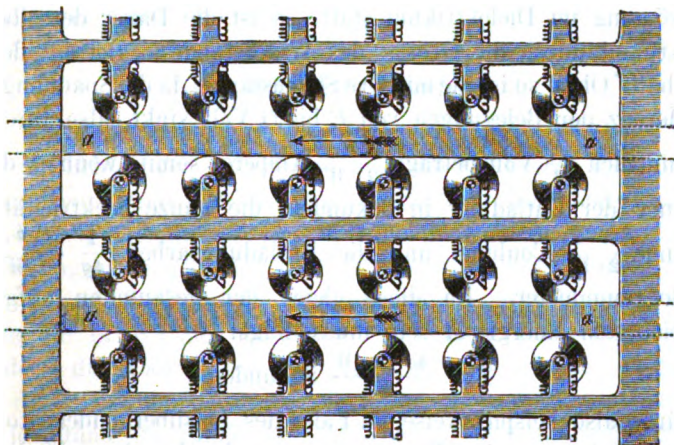


Fig. 5.

Die Fig. 5 stellt noch einen ähnlichen Mechanismus dar, bei welchem ersichtlich ist, dass die Spannungsenergie auch ohne eine Verschiebung des Gerüsts möglich ist, falls nämlich Torsion einzelner Theile eintreten kann. Die Ströme von Zwischenkörperchen sind ersetzt durch gerade Stangen a, a , welche sich an kleinen, paarweise durch je zwei Spiral-

federn verbundenen Rollen stark reiben. In Folge dieser Reibung, welche man sich durch ineinandergreifende Zähne an Stangen und Rädern hervorgebracht denken kann, verdrehen sich je zwei verbundene Rollen bei Verschiebung der Stangen in der Richtung der Pfeile derart, dass die sie verbindenden Spiralfedern, wie aus der Figur zu ersehen, deformirt werden und der Verschiebung der Stangen wachsenden Widerstand entgegensetzen. Hält die treibende Kraft diesem Widerstande gerade das Gleichgewicht, so würde dies dem Zustand der völligen Ladung des Condensators entsprechen.

Bei ungenügender Reibung zwischen Stangen und Rollen wird der Spannungszustand allmählig verschwinden, analog der Entladung durch Leitung; die Aufhebung der Spannung durch Zerbrechen der Federn wäre das Analogon der disruptiven Entladung.

Die Entladungsdauer.

Findet die Entladung des Condensators durch langsame Strömung im Dielektrikum statt, so ist die Dauer derselben bestimmt durch die Grösse des Widerstandes. Beträgt derselbe W Ohm, so ist die mittlere Stromstärke, da die Spannungsdifferenz der Belegungen von E bis 0 Volt sinkt, also durchschnittlich $\frac{E}{2}$ Volt beträgt, $\frac{E}{2 \cdot W}$ Ampère, somit, wenn T die Dauer der Entladung in Sekunden, die ganze Elektrizitätsmenge $\frac{E \cdot T}{2 \cdot W}$ Coulomb und die Entladungsarbeit $\frac{1}{4g} \cdot \frac{E^2 \cdot T}{W}$ Kilogramm-meter. Da diese gleich der gesammten aufgespeicherten Energie A sein muss, folgt:

$$T = \frac{4g \cdot A \cdot W}{E^2} \text{ Sekunden.}$$

Würde also beispielsweise im Falle des Jodsilbercondensators durch Erhöhung der Temperatur oder des Druckes plötzlich Umwandlung der hexagonalen Modifikation des Jodsilbers in die reguläre bewirkt¹, so würde diese Formel die Zeit berechnen lassen, in welcher die Ladung des Condensators verschwindet. Setzt man den spez. Widerstand des regu-

¹ Wegen der nöthigen Entziehung oder Zufuhr der Umwandlungswärme und dergl. kann dies allerdings nicht momentan geschehen.

lären Jodsilbers pro Kubikmeter = 0,0047 Ohm, so ist
 $W = 0,0047 \cdot \frac{0,04}{0,04} = 0,0047$ Ohm, also, falls die Dielektricitätskonstante des hexagonalen Jodsilbers gleich der oben angenommenen für Kautschuk wäre

$$T = \frac{4 \cdot 9,81 \cdot 8 \cdot 10^{-4} \cdot 0,0047}{25 \ 000^2} = 0,237 \cdot 10^{-12} \text{ Sekunden}$$

$$= 0,237 \text{ Billiontel Sekunden.}$$

Die in dieser kurzen Zeit verschwindende elektrische Energie tritt vollständig wieder in Form von Wärme auf, falls die Belegungen aus Silber bestehen (so dass keine chemische Aenderung auftreten kann), und zwar beträgt die entwickelte Wärmemenge

$$\frac{A}{427} = \frac{8 \cdot 10^{-4}}{427} = 1,83 \cdot 10^{-6} \text{ Calorien} = 1,83 \text{ Mikrocalorien.}$$

Diese Wärme erscheint gewissermassen als Reibungswärme in der Masse des Jodsilbers und bewirkt eine Temperaturerhöhung derselben um $\frac{1,83 \cdot 10^{-6}}{1,6 \cdot 5,6 \cdot 0,0577} = 3,54 \cdot 10^{-6}$ Grad Celsius, da die spezifische Wärme des regulär krystallisirten Jodsilbers 0,0577 beträgt.

Die disruptive Entladung.

Befände sich statt des Jodsilbers Luft zwischen den beiden Belegungen und würde man die elektrische Festigkeit derselben durch Verdünnung mittelst der Luftpumpe mehr und mehr vermindern, so würde bei einem bestimmten Verdünnungsgrade plötzlich Entladung erfolgen und ähnlich wie im vorigen Falle würde fast momentan die aufgespeicherte Energie in Wärme übergehen. In diesem Falle lässt sich indess die Dauer der Entladung nicht nach der vorigen Formel bestimmen, da es für zerreissende Entladung einen Widerstand im Sinne des Ohm'schen Gesetzes nicht gibt. Auch wird nicht die ganze aufgespeicherte Energie umgewandelt werden, da mit dem Verschwinden der Ladung die Spannungsdifferenz der Belegungen sinkt, so dass schliesslich die Intensität des Feldes nicht mehr zureicht die elektrische Festigkeit des Mediums zu überwinden, obschon dieselbe durch die Entladung selbst bedeutend geschwächt wird.

Um einen Anhaltspunkt zu gewinnen, ob die disruptive

Entladung absolut momentan stattfindet oder wie die elektrolytische eine endliche, wenn auch äusserst kleine Zeit beansprucht, kann man berücksichtigen, dass das Resultat des Entladungsprozesses Wärme ist, welche nach der kinetischen Gastheorie in einer Bewegung der Moleküle besteht.

Die Entladung wird sich also nicht im reinen Aether vollziehen können, sondern nothwendig die Anwesenheit ponderabler Moleküle erfordern. Nach der oben dargelegten Anschauungsweise wird das Wesen des Prozesses darin bestehen, dass die entgegengesetzt elektrischen Atome entgegen der chemischen (elektrischen¹) Anziehungskraft auseinandergerissen werden, so dass Arbeit geleistet wird, welche sich zunächst als potentielle Energie aufspeichert, aber alsbald wieder in Form von Wärme und Licht zum Vorschein kommt, sobald zwei getrennte entgegengesetzt elektrische Atome sich bei ihrer Bewegung begegnen und ein neues Molekül bilden. Wegen der Trägheit der ponderablen Atome beansprucht das Auseinanderreißen derselben Zeit, die elektrische Energie wird sich also nicht momentan entladen können, wenn auch sehr viel rascher als auf dem Wege der elektrolytischen Leitung, wobei die elektrischen Atome wandern müssen und in Folge des durch die häufigen Zusammenstösse mit andern bedingten grossen Reibungswiderstandes nur äusserst langsam vorankommen.²

Die Selbstinduktion.

Bisher wurde vorausgesetzt, dass die Entladung gleichmässig an der ganzen Oberfläche der Belegungen des Condensators eintrete. Ist dies nicht der Fall, so kommen besondere Störungen durch die Wirkung der Selbstinduktion d. h. in Folge der Bildung eines magnetischen Feldes hinzu.

Man kann die Nothwendigkeit solcher Störungen schon bei dem Mechanismus Fig. 5 erkennen, wenn man die Stangen

¹ Vgl. O. Lehmann, *Elektricität u. Licht*, S. 308.

² Beispielsweise muss nach F. Kohlrausch, *Wied. Anm.* 50, 407, 1893 auf 1 Gramm Silberionen eine Kraft von 16 Millionen Kilogramm einwirken, wenn sich dieselben auch nur mit der sehr geringen Geschwindigkeit von 1 Centimeter pro Sekunde durch eine sehr verdünnte wässrige Lösung bewegen sollen.

nicht mit gleicher Geschwindigkeit verschoben denkt, sondern beispielsweise nur eine derselben, während die übrigen ruhen. Deutlicher ist die Natur dieser Störungen erkennbar bei dem in Fig. 6 dargestellten ähnlichen Mechanismus. An Stelle der verschiebbaren Stangen sind hier frei bewegliche Rollen, Maxwell's „Zwischenkörperchen“ gesetzt, die sich an elastischen Riemen reiben, welche je um sechs feststehende Rollen gelegt sind. Verschiebt sich nur die unterste Reihe der Zwischenkörperchen im Sinne der Pfeile, so kommen die angrenzenden Riemen in Drehung und setzen selbst wieder weitere Zwischenkörperchen in Bewegung, die nunmehr die Bewegung auf die folgende Reihe von Riemen übertragen u. s. w. Ueberträgt man die Betrachtung auf den Raum, d. h. denkt man sich den durch Pfeile angedeuteten Strom ringsum von derartigen Riemen umgeben, welche sich zu ringförmigen, den Strom umgebenden elastischen Röhren zusammenschliessen,

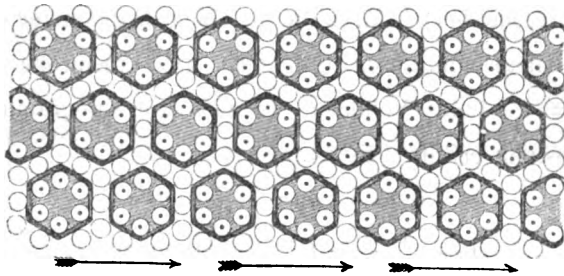


Fig 6.

(wobei natürlich die Rollen im Innern in Wegfall kommen), so ist leicht ersichtlich, dass durch den beginnenden Strom alle diese Ringe in Rotation versetzt werden. Ein Theil der verloren gehenden Energie wird in diesem Falle nicht in Wärme, sondern in Energie eines unsichtbaren Bewegungszustandes des Aethers, in „magnetische Energie“ umgesetzt.

Die Wirbelenergie.

Die Grösse der Bewegungsenergie eines rotirenden Körpers von der Form eines hohlen Ringes, dessen Theilchen allenthalben die gleiche Geschwindigkeit haben, lässt sich

leicht berechnen. Ist H diese Geschwindigkeit und m die Masse des Körpers, so ist die kinetische Energie

$$A = \frac{1}{2} \cdot m \cdot H^2 \text{ Kilogrammometer.}$$

Nach der Formel $p = m \cdot g$ (dem dritten Fallgesetz) wechselt der Werth der Masse eines Körpers, wenn man als Kraft-einheit das Kilogramm benützt, mit dem Orte, wo man sich befindet. Die Formel sagt nämlich aus, die Masse von p Kilogrammstücken, sei der g te Theil ihres Gewichtes p . Dieses Gewicht ist aber überall dasselbe, weil da, wo es auf eine feste Einheit bezogen grösser wäre, der Werth der Gewichtseinheit des Kilogramms ebenfalls entsprechend grösser ist. Der g te Theil von p ist also veränderlich entsprechend den Veränderungen von g .

Gleiches gilt für die Dichte ρ d. h. die Masse pro Kubikmeter. Sie ist ebenfalls umgekehrt proportional zu g , so dass man setzen kann $\rho = \frac{\rho'}{g}$ wobei ρ' eine wirkliche Constante, nämlich $\frac{p}{v}$ d. h. die in einem Kubikmeter enthaltenen Kilogramm Massen bedeutet. Der reciproke Werth $\frac{1}{\rho'} = \frac{v}{p} = s$ ist das Volumen, welches eine Kilogramm Masse der Substanz erfüllt. Es ist also

$$m = v \cdot \rho = \frac{v}{g \cdot s} \text{ und}$$

$$A = \frac{1}{2} \cdot \frac{v}{g} \cdot \frac{v}{s} \cdot H^2 \text{ Kilogrammometer.}$$

Auch diese Formel hat grosse Aehnlichkeit mit den oben gegebenen für die elastische und elektrische Energie. An Stelle der elastischen Spannung bzw. elektrischen Feldstärke tritt hier die Geschwindigkeit der Bewegung.

Bestände beispielsweise der rotirende ringförmige Schlauch aus Kautschuk, dessen Volum = $16 \cdot 10^{-4}$ Kubikmeter und dessen spezifisches Gewicht = 1 gesetzt werden kann, so wäre, wenn derselbe mit der Geschwindigkeit 1 Decimeter per Sekunde in Rotation gesetzt werden soll, die dazu erforderliche Arbeit oder die in ihm aufgespeicherte Bewegungsenergie, da $s = 10^{-3}$ ist

$$A = \frac{16 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{2 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3}} = 8 \cdot 10^{-4}$$

Kilogrammometer per Sekunde.

Die magnetische Energie.

Dass nun thatsächlich in der Nähe eines elektrischen Stromes im Aether unsichtbare Bewegungsvorgänge von der Art der besprochenen Rotationen verlaufen, dafür spricht das Auftreten magnetischer Kraftlinien in der Nähe des Stromleiters, welche denselben ringförmig umschliessen.

Den Verlauf dieser Kraftlinien für eine ringförmige Drahtrolle, sichtbar gemacht durch Eisenfeilspähne, welche auf eine über die Drahtrolle geschobene weisse Holztafel gestreut wurden, zeigt Fig. 7. Für einen gradlinigen Stromleiter liegen die Kreise zu diesem concentrisch.

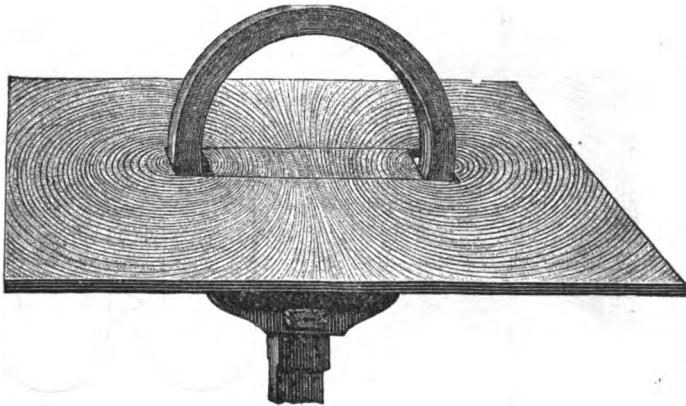


Fig. 7.

Wieviel Energie in diesem magnetischen Feld aufgespeichert ist, lässt sich genau ermitteln, wenn man die ponderomotorischen Wirkungen in Betracht zieht, welche ganz mit denjenigen rotirender elastischer Ringe übereinstimmen. In Folge der Centrifugalkraft suchen sich die Theilchen eines solchen Ringes von der Rotationsachse zu entfernen, d. h. der Ring hat das Bestreben dicker zu werden und gleichzeitig sich zusammen zu ziehen. Ebenso können alle magnetischen Kraftwirkungen kurz in der Weise beschrieben werden, dass man sagt, die magnetischen Kraftlinien haben das Bestreben sich der Länge nach zusammenzuziehen und seitlich auszudehnen.

Bringt man beispielsweise in das Innere einer stromdurchflossenen Drahtspule Fig. 8 einen um seine Achse drehbaren, an beiden Enden geschlossenen Kupfercylinder, so wird sich um diesen, falls man in der Richtung der Achse, wie die Pfeile andeuten, Strom hindurchleitet, ein magnetisches Feld bilden, dessen Kraftlinien concentrische Kreise um den Cylinder sind. Die Drahtspule erzeugt ebenfalls ein magnetisches Feld, dessen Kraftlinien verlaufen wie die bei den punktirt gezeichneten Linien. Beide Felder setzen sich zusammen zu einem neuen Feld, dessen Kraftlinien im Innern des Cylinders, wie die der Drahtspule allein, geradlinig verlaufen, während sie ausserhalb spiralig gekrümmt sind.

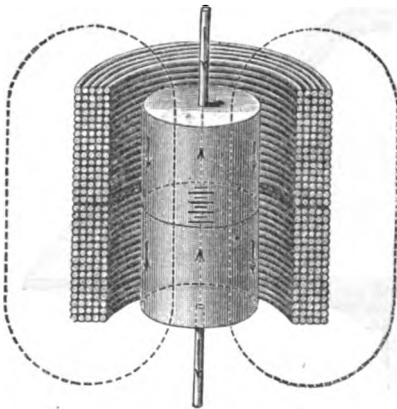


Fig 8.

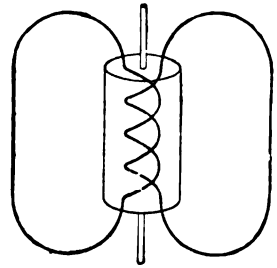


Fig. 9.

Würde die Stromquelle (etwa eine Akkumulatorenbatterie), wie schematisch angedeutet, im Innern des Cylinders angebracht, so wäre das von ihr erzeugte Magnetfeld vollständig im Innern des Cylinders enthalten, wieder in Form ringförmiger zur Achse concentrischer Kraftlinien und die Kraftlinien des resultirenden Feldes würden verlaufen wie Fig. 9 zeigt, d. h. ausserhalb des Cylinders, so wie die der Drahtspule allein, innerhalb spiralig gewunden, so dass sie in Folge ihres Kontraktionsbestrebens die beiden Endscheiben in entgegengesetzter Richtung in Drehung zu versetzen, den Cylinder somit zu tordiren versuchen.

In gleicher Weise ergibt sich die Wirkung von Strömen

auf Magnetpole oder von Magnetpolen auf einander aus dem Bestreben der Kraftlinien sich zu verkürzen und ihren Querschnitt zu vergrössern. Die Fundamentalgesetze dieser Wirkung stimmen genau überein mit den bezüglich der elektrischen Kraftlinien gültigen, so dass auch die Formel für die Energie eines magnetischen Feldes genau übereinstimmen muss mit derjenigen eines elektrischen Feldes.

Sie lautet¹.

$$A = \frac{10^7}{8\pi \cdot g} \cdot \frac{v}{\mu} \cdot H^2 \text{ Kilogrammmeter}$$

wenn mit H die Intensität des magnetischen Feldes in $g/10$ -Mikroweber-Kilogramm und mit μ die der Dielektricitätskonstante entsprechende „magnetische Permeabilität“ bezeichnet wird.

Wäre beispielsweise statt der oben betrachteten Kautschuk- oder Jodsilberplatte eine Eisenplatte von gleichen Dimensionen gegeben, welche durch einen um ihren Rand geleiteten elektrischen Strom derart magnetisiert wird, dass sich auf jeder Fläche die magnetische Masse m Weber (auf der einen Nord-, auf der andern Südmagnetismus) befindet, so wäre die Zahl Kraftlinien, welche sich durch die Eisenmasse hindurchzieht $4\pi m$ und die Feldintensität

$$H = \frac{4\pi m}{q}, \text{ somit}$$

$$A = \frac{10^7}{8\pi \cdot g} \cdot \frac{v}{\mu} \cdot \left(\frac{4\pi m}{q}\right)^2 = \frac{10^7}{g} \cdot \frac{l}{\mu} \cdot \frac{2\pi m^2}{q}$$

Ist $\mu = 1180$ und $m = 357$ Mikroweber,² so wird

$$A = \frac{10^7 \cdot 4 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 3,14^2 \cdot 357^2 \cdot 10^{-12}}{9,81 \cdot 1180 \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = 8 \cdot 10^{-4}$$

Kilogramm meter.

Soviel Energie wird also beim Entstehen des herumgeleiteten Stromes von der Eisenscheibe als potentielle magnetische Energie aufgenommen und kommt nicht als Strom-

¹ Vgl. Müller-Lehmann, Grundriss d. Physik, S. 562, § 445.

² Eine permanent magnetische Stahlmasse von gleichen Dimensionen könnte höchstens 48 Mikroweber Polstärke besitzen, sehr gutes weiches Eisen könnte dagegen bei genügender Stärke des umgeleiteten Stromes je nach der Güte des Eisens 3000 und mehr Mikroweber aufnehmen.

wärme zum Vorschein. Beim Aufhören des Stromes erzeugt sie in der Stromleitung den sog. Extrastrom, falls die Leitung das Zustandekommen desselben ermöglicht. Ist dies nicht der Fall, so verschwindet die Energie unter Wärmeerzeugung.

Elektrische Schwingungen.

Würde man den Strom in der Magnetisirungsspule dadurch erzeugen, dass man die Enden derselben plötzlich mit den Belegungen des früher betrachteten mit $8 \cdot 10^{-4}$ Kilogramm-meter elektrischer Energie geladenen Condensators in Verbindung brächte, so würde sich, falls der Widerstand der Drahtleitung als verschwindend klein angenommen werden kann, die gesammte im Condensator angehäuften elektrische Energie in magnetische umsetzen. Damit würde aber der Entladungsstrom ein Ende nehmen und an seiner Stelle würde der Extrastrom auftreten, welcher eine umgekehrte Ladung des Condensators bewirkt auf Kosten der magnetischen Energie, bis schliesslich die Eisenplatte wieder gänzlich unmagnetisch geworden und der Condensator zur ursprünglichen Stärke geladen, d. h. die gesammte magnetische Energie wieder in elektrische Energie zurückgewandelt ist. Alsdann würde das Spiel von Neuem beginnen; es würden sich also elektrische Schwingungen ausbilden, bei denen ein Hin- und Herschwanen der Elektrizität in den Leitungsdrähten stattfindet, ähnlich dem Hin- und Herströmen des Wassers in einer weiten, widerstandslosen Wasserleitung, an deren Enden plötzlich zwei bis zu verschiedenem Niveau gefüllte Wasserbehälter angeschlossen werden.

In diesem Falle vollzieht sich die Entladung des Condensators nicht momentan, da die Erzeugung des magnetischen Feldes, d. h. die Inangsetzung der Maxwell'schen Wirbel (Fig. 6) durch den Strom Zeit beansprucht. Obschon also die Stromleitung als widerstandslos vorausgesetzt wurde, verhält sie sich so, als ob sie einen beträchtlichen Widerstand hätte, den man als scheinbaren Widerstand oder Induktanz bezeichnet. Derselbe ist um so grösser, je grösser die Zahl der Windungen, auf welche das magnetische Feld inducierend wirken kann. Nennt man s die Zahl der Windungen der Spule, N_1 die Zahl Kraftlinien, welche ein durch die Spule

fließender Strom von 1 Ampère Stärke hervorruft und T die Schwingungsdauer der elektrischen Oscillationen in Sekunden, so ist die von der maximalen Stromstärke i_m Ampère hervorgerufene Kraftlinienzahl $= N_1 \cdot i_m$ und die in einer Windung auftretende elektromotorische Kraft der Selbstinduktion, da diese $N_1 \cdot i_m$ Kraftlinien in der Zeit $\frac{T}{4}$ entstehen:

$$E_1 = \frac{4 N_1 \cdot i_m}{T} \text{ Volt,}$$

somit die ganze (mittlere) Kraft der Selbstinduktion

$$E = s \cdot \frac{4 N_1 \cdot i_m}{T} = \frac{4}{T} \cdot L \cdot i_m \text{ Volt,}$$

worin $L = s \cdot N_1$ den sog. Selbstinduktionscoefficienten gemessen in Henry bezeichnet.

Die maximale elektromotorische Kraft der Selbstinduktion E_m ist bei sinusförmigen Schwingungen $\frac{\pi}{2}$ mal so gross als die mittlere, also

$$E_m = \frac{2\pi}{T} \cdot L \cdot i_m = s \cdot \pi \cdot L \cdot i_m \text{ Volt,}$$

wenn $s = \frac{2}{T}$ die Polwechselzahl pro Sekunde bedeutet.

Die mittlere Stromstärke i ergibt sich gemäss der Ueberlegung, dass in der Zeit $\frac{T}{4}$ Sekunden die ganze Ladung des Condensators, welche $C \cdot E_m$ Coulomb beträgt, durch die Leitung hindurchfließt, so dass

$$i = \frac{4 \cdot C \cdot E_m}{T} \text{ Ampère}$$

sein muss.

Hieraus ergibt sich der maximale Werth der Stromstärke

$$i_m = \frac{\pi}{2} \cdot \frac{4 \cdot C \cdot E_m}{T} = \frac{2\pi \cdot C \cdot E_m}{T} \text{ Ampère.}$$

Setzt man diesen Werth in obige Formel ein, so folgt

$$E_m = \frac{2\pi}{T} \cdot L \cdot \frac{2\pi C \cdot E_m}{T} \text{ Volt}$$

oder

$$T = 2\pi \sqrt{CL} \text{ Sekunden.}^1$$

¹ Dabei ist vorausgesetzt, dass von Hysteresis und Wirbelströmen abgesehen werden kann und dass die Stromschwankungen sinusförmige sind.

Wir wollen diese Formel auf das betrachtete Zahlenbeispiel zur Anwendung bringen, indess nicht unter Benutzung

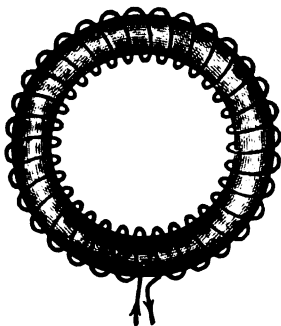


Fig. 10.

des plattenförmigen Magneten, für welchen sich die Berechnung des Selbstinduktionscoefficienten weniger einfach gestaltet, sondern unter Benutzung eines ringförmigen Magneten, wie Fig. 10, welcher dieselben Dimensionen haben möge wie der oben betrachtete rotirende Kautschukring. Ist derselbe mit s Drahtwindungen versehen, so ist die durch i_n Ampère erzeugte Kraftlinienzahl,¹

wenn die Permeabilität $\mu = 1150$ angenommen wird:

$$N = \frac{4 \pi \cdot s \cdot i \cdot q \cdot 1150}{107 \cdot l} \quad \frac{1}{4} \pi \text{ Weber-Kraftlinien.}$$

Sei die Länge der Kraftlinien, d. h. der mittlere Umfang des Ringes $l = 1$ Meter, somit das Volumen des Ringes $16 \cdot 10^{-4}$ Kubikmeter, der Querschnitt desselben $q = 16 \cdot 10^{-4}$ Quadratmeter, die Windungszahl $s = 50$ und die Stromstärke $i = 1,65$ Ampère, so folgt

$$N = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1,65 \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot 1150}{107} = 1,9 \cdot 10^{-4}.$$

Demnach ist die in dem Ringe angehäuften magnetische Energie

$$A = \frac{10^7}{8 \cdot \pi \cdot g} \cdot \frac{v}{\mu} \cdot \left(\frac{N}{q}\right)^2 = \frac{10^7 \cdot 16 \cdot 10^{-4} \cdot 1,9^2 \cdot 10^{-8}}{8 \cdot 3,14 \cdot 9,81 \cdot 1150 \cdot 16^2 \cdot 10^{-8}} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Kilogrammometer,}$$

also ebenso gross wie im Falle der Eisenplatte. Die von 1 Ampère hervorgerufene Kraftlinienzahl beträgt

$$N_1 = \frac{1,9 \cdot 10^{-4}}{1,65} = 1,15 \cdot 10^{-4}$$

und der Selbstinduktionscoefficient

$$L = s \cdot N_1 = 1,15 \cdot 10^{-4} \cdot 50 = 57,5 \cdot 10^{-4} \text{ Henry.}$$

Nun war die Capacität des Condensators:

$$C = \frac{2,7 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{9 \cdot 10^9 \cdot 4 \pi \cdot 4 \cdot 10^{-2}} = 2,39 \cdot 10^{-11} \text{ Farad,}$$

somit ergibt sich die Dauer der elektrischen Schwingungen zu:

¹ Vgl. Müller-Lehmann, Grundriss d. Physik S. 534, § 431.

$$T = 2\pi \sqrt{C \cdot L} = 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{2,39 \cdot 10^{-11} \cdot 5,75 \cdot 10^{-8}}$$

$$= 6,28 \cdot \sqrt{13,7 \cdot 10^{-14}} = 23,2 \cdot 10^{-7} \text{ Sekunden}$$

oder die Frequenz, d. h. die Schwingungszahl pro Sekunde:

$$n = \frac{1}{T} = 430\,000.$$

Die Frequenz beträgt also nahezu eine halbe Million. Die maximale Stromstärke ist dabei:

$$i_m = \frac{2\pi C \cdot E_m}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 2,39 \cdot 10^{-11} \cdot 25\,000}{23,2 \cdot 10^{-7}}$$

$$= 1,62 \text{ Ampère.}$$

Oscillatorische Entladung.

Die Anzahl der Schwingungen würde sich bedeutend grösser ergeben, wenn die Selbstinduktion der Strombahn geringer wäre. Nehmen wir z. B. den Fall, dass die Belegungen des Condensators nicht mit einer Leitung in Verbindung gesetzt werden, sondern die elektrische Festigkeit des Dielektrikums an einer Stelle plötzlich so vermindert wird, dass dort Ausgleich der Ladungen in Form disruptiver Entladung stattfindet, so wird in diesem Falle zwar ebenfalls ein magnetisches Feld erzeugt, da die dielektrische Rückverschiebung nicht mit der Strombahn zusammen fällt (Fig. 11), sondern damit einen Stromkreis von etwa $4 \cdot 10^{-2} \cdot 4 \cdot 10^{-2} = 16 \cdot 10^{-4}$ Quadratmeter Flächeninhalt bildet, in welchem die durch 1 Ampère hervorgerufene Kraftlinienzahl¹ und somit auch, da die Windungszahl = 1 ist, auch der Selbstinduktionscoefficient



Fig. 11.

$$L = \frac{4\pi \cdot \pi \cdot r^2}{10^7 \cdot 2r} = \frac{4 \cdot 3,14^2 \cdot 4 \cdot 10^{-2}}{10^7 \cdot 2} = 79 \cdot 10^{-9} \text{ Henry}$$

beträgt, so dass sich die Schwingungsdauer zu

$$2 \cdot 3,14 \sqrt{2,39 \cdot 10^{-11} \cdot 79 \cdot 10^{-9}} = 86,5 \cdot 10^{-10} \text{ Sekunden}$$

und die Schwingungszahl zu

$$115\,000\,000,$$

also zu über Hundert Millionen pro Sekunde ergibt.

¹ Vgl. Müller-Lehmann, Grundriss d. Physik S. 528 § 426.

Noch weit raschere Schwingungen erhielt Hertz durch Entladungen zwischen kleinen nur durch Luft getrennten Conductoren und nach gleichem Princip ist es gelungen bis zu 50 Milliarden Schwingungen pro Sekunde zu erhalten. Wäre es möglich Conductoren von so minimalen Dimensionen herzustellen, wie sie die kinetische Gastheorie für die Gas-moleküle annimmt (Moleculardurchmesser ca. 0,000 000 1 mm), so wäre es, wie ich an anderem Orte¹ gezeigt habe, möglich Schwingungszahlen von vielen Billionen pro Sekunde zu erhalten, also von gleicher Ordnung wie die Schwingungszahlen von Lichtwellen.

Elektrische Strahlung.

Bei derartig raschen Schwingungen findet ein beträchtlicher Verlust an Energie durch elektrische Strahlung statt. Das magnetische Feld, welches den Stromleiter umgibt, tritt, wie die Untersuchungen von Hertz gelehrt haben, nicht wie die alte Fernwirkungstheorie annahm, gleichzeitig an allen Stellen des Raumes auf, sondern entwickelt sich, ebenso wie die Maxwell'sche Wirbelbewegung, zunächst an der Oberfläche des Leiters und schreitet von hier aus mit der (allerdings sehr grossen) Geschwindigkeit von 300 000 Kilometer in den Raum hinaus fort.

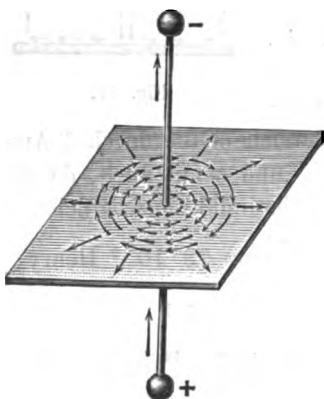


Fig. 12.

Würde man also etwa zwei kugelförmige Conductoren, welche durch einen Draht verbunden sind (etwa durch Influenz), entgegengesetzt elektrisch machen und plötzlich die Ursache, welche die Elektricitäten geschieden hält (die Elektrisirung des influenzirenden Körpers beseitigen), so dass Ausgleich der Ladungen, sog. „Rückschlag“ eintritt, so wird das um den Stromleiter sich bildende magnetische Kraftliniensystem, welches man sich, wie Fig. 12 andeutet, durch Aufstreuen von Feilspähnen auf eine senkrecht zum Leiter an-

¹ O. Lehmann, *Elektricität u. Licht*, S. 331 § 185.

gebrachte Holztafel sichtbar gemacht denken könnte, erst nur aus wenig Linien dicht an der Oberfläche des Leiters bestehen, welche sich aber sofort erweitern und in der Richtung der radialen Pfeile mit der genannten sehr grossen Geschwindigkeit in den Raum hinausleiten.

Verschwindet der Strom wieder, so kehrt nicht, wie oben angenommen, die gesammte Kraftlinienzahl d. h. die gesammte magnetische Energie (sich in elektrische umsetzend) in den Stromleiter zurück, sondern ein Theil der Kraftlinien schreitet mit unveränderter Geschwindigkeit in den Raum hinaus fort und nur der Rest bleibt verfügbar zur Erzeugung des Extrastromes, so dass die nun durch Selbstinduktion bewirkte entgegengesetzte Ladung der Conductoren weder bezüglich der Quantität der angehäuften Elektrizität noch bezüglich der Spannung (denn der Quotient der Quantität und Spannung gibt die constant bleibende Capacität der Conductoren) der ursprünglichen Ladung gleichkommt. Bei dem folgenden abermaligen Ausgleich der Ladungen wird abermals ein System von Kraftlinienringen aber von entgegengesetzter Richtung in den Raum hinausgesandt und die durch den Extrastrom bedingte neue Ladung der Conductoren im ursprünglichen Sinne ist noch weit schwächer als die vorige, so dass nach wenigen Schwingungen der ganze elektrische Energievorrath der Conductoren erschöpft sein, d. h. in Energie der elektrischen Strahlung sich umgewandelt haben wird.¹

¹ Denkt man sich die magnetischen Kraftlinien als Wirbelfäden so ist scheinbar diese Ausbreitung der Wirbel unverständlich, da ein Wirbelring in einem homogenen Medium z. B. Luft sich nicht ausbreitet, sondern seinen Durchmesser behält. Die Wirkung wird indes verstanden, wenn man die in Fig. 10 dargestellte Struktur des Aethers berücksichtigt. Würde beim Beginn des Stromes zunächst die dem Leiter unmittelbar anliegende Schicht von Ringen in Umlauf gesetzt, so überträgt sich die rotirende Bewegung mittelst der Zwischenkörperchen auf die nächste Schicht von Ringen, alsdann von dieser auf die folgende u. s. w. und dabei kommt, weil diese Ringe als vollkommen elastisch zu denken sind, immer diejenige Gruppe, welche die Bewegung abgegeben hat, zur Ruhe, während die in Umlauf gesetzte die ganze Energie aufnimmt, ebenso wie beim Zusammenstoss zweier gleicher elastischer Kugeln die stossende zur Ruhe kommt, die gestossene aber die volle Geschwindigkeit der ersteren annimmt.

Schallwellen.

Der Vorgang gleicht einigermassen dem Vorgang der Bildung von elastischen Wellen oder von Schallwellen. Wird beispielsweise das Ende einer langen Spiralfeder oder Luftsäule Fig. 13 durch Verschiebung eines Kolbens p zusammengedrückt, so geht bei Rückwärtsbewegung des Kolbens die aufgespeicherte potentielle Energie bezw. Wärme nicht wieder vollständig in kinetische Energie über, sondern nur ein Theil, während der andere Theil als Energie der Verdichtungswelle in den Raum hinaus fortschreitet. (Fig. 13 I u. II). Der Kolben braucht deshalb nicht bis in die Anfangslage zurückzukehren, wenn der auf ihn wirkende Druck verschwinden d. h. die angrenzende Parthie des Feldes ihre Verdichtung verlieren soll. Wird der Kolben über diese neue Gleichgewichtslage hinaus in die anfängliche Ruhelage bewegt, so entsteht wie Fig. 13 III zeigt, in gleicher Weise eine in den Raum hinausleerende Verdünnungswelle und von der Energie derselben geht bei Rückbewegung des Kolbens in die neue Ruhelage wieder nur ein Theil an den Kolben als Bewegungsenergie zurück, der Rest stellt die Energie der Strahlung dar.

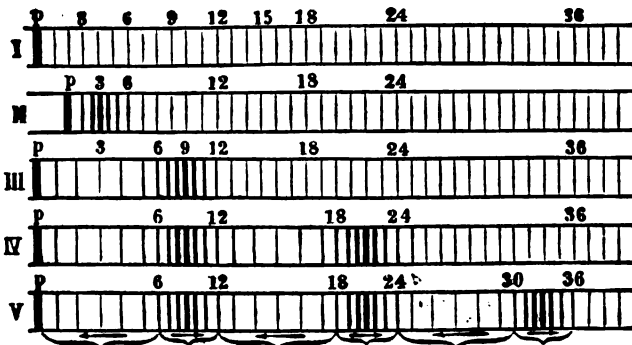


Fig. 13.

Wiederholt sich die Bewegung des Kolbens rhythmisch, so entstehen Wellenzüge wie sie die Fig. 13 IV und V andeuten, doch werden die Amplituden der Wellen, eben weil immer nur ein Theil der Energie dem schwingenden Kolben zurückerstattet wird (nicht wie bei einem im Vacuum schwingenden Körper der gesammte Betrag), immer geringer,

bis schliesslich die Schwingungen ganz erlöschen. Man sagt die Schwingungen werden durch die Strahlung „gedämpft“.

Die Energie des schwingenden Kolbens (die Summe der kinetischen und potentiellen Energie) ist in jedem Moment, wenn $\frac{1}{s \cdot g}$ die Dichte des Kolbens und v des Volumen desselben, a die Amplitude in Metern und T die Dauer einer ganzen Schwingung in Sekunden bedeuten:

$$A = \frac{1}{2g} \cdot \frac{v}{s} \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot a}{T} \right)^2 \text{ Kilogramm-meter}^1.$$

Die Energie der ausgesandten Wellenbewegung pro Kubikmeter beträgt, falls es sich um eine Wellenbewegung in einem homogenen elastischen Medium oder in Luft handelt

$$J = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot \left(\frac{2 \cdot \pi \cdot a}{T} \right)^2 \text{ Kilogramm-meter},$$

wobei ρ die Dichte des Gases und a wieder die Amplitude in Metern bezeichnet.

Wäre beispielsweise das Gewicht des Kolbens = 1 Kilogramm, somit die Masse = $\frac{v}{s \cdot g} = \frac{1}{9,81}$, die Amplitude desselben = 0,046 Millimeter und die Schwingungszahl pro Sekunde 435, somit $T = \frac{1}{435}$, so wäre die Energie

$$A = \frac{2 \cdot 3,14^2 \cdot 0,046^2 \cdot 10^{-6} \cdot 435^2}{9,81} = 8 \cdot 10^{-4} \text{ Kilogramm-meter}.$$

Dicht an der Fläche des Kolbens ist die Energie der Luftbewegung pro Kubikmeter, wenn das Gewicht dieses Luftquantums = 1,29 Kilogramm gesetzt werden kann, also

$$\text{die Masse } \frac{v}{s \cdot g} = \frac{1,29}{9,81}$$

$$J = \frac{1,29 \cdot 2 \cdot 9,046^2 \cdot 10^{-6} \cdot 3,14^2 \cdot 435^2}{9,81} = 10,3 \cdot 10^{-4} \text{ Kilogramm-meter}.$$

Wird als Schallgeschwindigkeit 340 Meter angenommen, so wäre die von dem schwingenden Kolben in einer Sekunde ausgesandte Energie, falls keine Dämpfung der Schwingungen

¹ Die Grösse $\frac{2 \pi \cdot a}{T}$ ist die Geschwindigkeit eines gleichförmig im Kreise umlaufenden Körpers, als dessen Projektion der schwingende Körper erscheint. Vgl. Mäller-Lehmann, Grandr. d. Physik S. 256 Fig. 245.

stattfände und der Kolbenquerschnitt = 0,04 Quadratmeter wäre:

$$J = 0,04 \cdot 340 \cdot 10,3 \cdot 10^{-4} = 0,014 \text{ Kilogrammmeter.}$$

Da nun aber der Kolben überhaupt nur $8 \cdot 10^{-4}$ Kilogramm-meter Energie enthält, könnte er, wenn die Schwingungen stets in gleicher Stärke andauern und nicht allmählich abklingen würden, nur $\frac{8 \cdot 10^{-4}}{0,014} = 0,057$ Sekunden lang fortschwingen, falls ihm nicht die in Form von Luftwellen ausgestrahlte Energie beständig wieder ersetzt würde.

Magnetische Wellen.

Im Falle der elektrischen Schwingungen beträgt die pro Sekunde in Form von Strahlung in einem Medium von der magnetischen Permeabilität 1 (Luft) ausgesandte Energiemenge

$$\frac{16 \cdot \pi^4 \cdot Q^2 \cdot l^2}{9 \cdot 10^{15} \cdot g \cdot T^4} \text{ Kilogramm-meter}^1$$

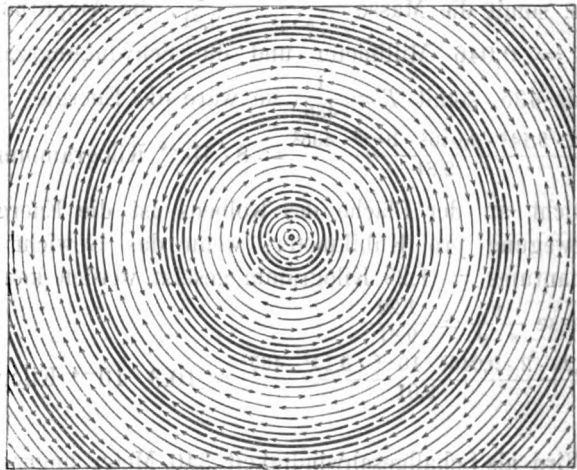


Fig. 14.

falls Q die maximale Ladung eines der Conductoren des elektrischen Oscillators in Coulomb, l dessen Länge in Metern und T die Schwingungsdauer in Sekunden bedeutet.

¹ Vgl. O. Lehmann, Elektrizität u. Licht, S. 244, § 135.

Bei einem Versuche von Hertz war beispielsweise die Potentialdifferenz der beiden kugelförmigen Konduktoren von 0,15 m Radius = 36 000 Volt, somit die Ladung eines jeden = 0,3 Mikro-Coulomb, die Länge des Oscillators = 1 m und die Schwingungsdauer = $3,2 \cdot 10^{-8}$ Sekunden. Hiernach betrug die pro Sekunde ausgestrahlte Energie 1512 Kilogrammometer, was einem Effekt von 20 Pferdekraften gleich kommt.

Auch in diesem Falle ist somit die Dämpfung ausserordentlich gross und die Schwingungen werden sehr rasch ein Ende nehmen; bereits nach $5\frac{1}{2}$ Schwingungen ist, wie Hertz berechnet hat, die Hälfte der ursprünglich vorhandenen Energie in Form von Strahlung verausgabt.

Sollten die Schwingungen immerfort in gleicher Stärke andauern, so wäre es nothwendig den Conductoren continuirlich ebensoviel Energie zuzuführen als durch Strahlung verloren geht. In diesem Falle wäre dann der Oscillator von einem System fortschreitender magnetischer Wellen umgeben, welches, durch gleichmässig vertheilte winzig kleine Magnetnadeln für einen Moment sichtbar gemacht, sich etwa so darstellen würde wie die Fig. 14 zeigt, wobei die Richtung der Magnetnadeln durch die Richtung der Pfeile und die Grösse der ablenkenden Kraft durch deren Stärke dargestellt ist.

Das Wellensystem ist ein fortschreitendes, ebenso wie das von einem tönenden Körper ausgehende System von Schallwellen. Trifft es auf einen metallischen Leiter, welcher ebenso geformt und gestellt sein möge wie der Oscillator Fig. 15, so rufen die Schwankungen der magnetischen Feldintensität in diesem Leiter inducirte elektromotorische Kräfte hervor, deren Grösse sich bestimmt durch die Zahl der jeweils pro Sekunde den Körper schneidenden Kraftlinien. Diese elektrischen Kräfte bedingen abwechselnde Ladung der Enden

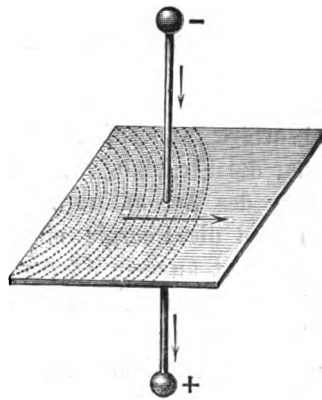


Fig. 15.

des Körpers mit positiver und negativer Elektrizität, d. h. elektrische Schwingungen von gleicher Periodenzahl wie die des Oscillators. Dieselben werden in voller Stärke auftreten, wenn die Eigenschwingungen des Körpers, welchen wir in diesem Falle entsprechend dem akustischen Analogon als Resonator bezeichnen, mit denen des Oscillators übereinstimmen, d. h. wenn die von ihm hervorgebrachten Schwingungen, wenn er selbst als Oscillator gebraucht würde, die gleiche Schwingungsdauer hätten, wie die des gegebenen Oscillators.

Besitzt der Resonator Widerstand, so wird die elektrische Energie in Wärme übergehen, die elektrische Strahlung wird

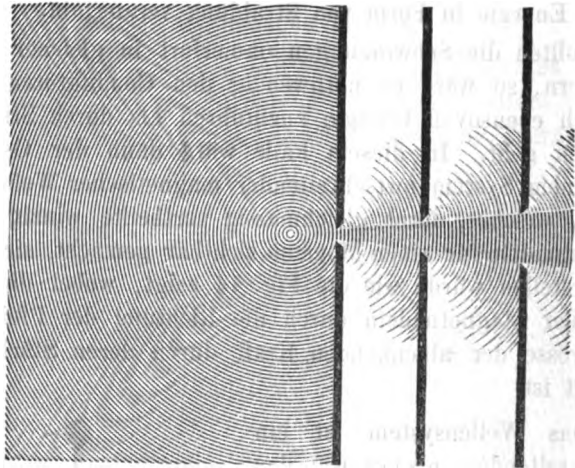


Fig. 16.

absorbirt; andernfalls sendet er selbst Wellen gleicher Art aus, die Strahlung wird reflektirt. Stimmt die Eigenschwingung des Resonators nicht überein mit der des Oscillators, so wird die Energie nicht aufgenommen, die Wellen gehen ungestört an dem Körper vorbei. Natürlich finden zwischen diesen extremen Fällen alle möglichen Uebergänge statt, die Strahlung wird stets etwas absorbirt, etwas reflektirt und zum Theil durchgelassen.

Gleiches gilt, wenn die Strahlung auf ein System von Resonatoren auffällt, welche einen zusammenhängenden Körper bilden.

Besitzt ein solches System in Form einer Wand, welches die Strahlung vollkommen absorbiert, an einer Stelle eine Oeffnung, so tritt durch diese ein Strahlenbündel hindurch, welches in gerader Richtung fortschreitet, wie Fig. 16 zeigt. Durch eine Reihe solcher Oeffnungen kann der Strahl nur hindurchdringen, wenn diese in derselben Linie hintereinander liegen. Beim Auftreffen auf die Grenze zweier Medien von verschiedener magnetischer Permeabilität, wird, wie Fig. 17 andeutet, ein Theil des Strahls reflektirt, ein anderer gebrochen, und zwar, wenn seine Fortpflanzungsgeschwindigkeit (somit auch seine Wellenlänge) im zweiten Medium geringer

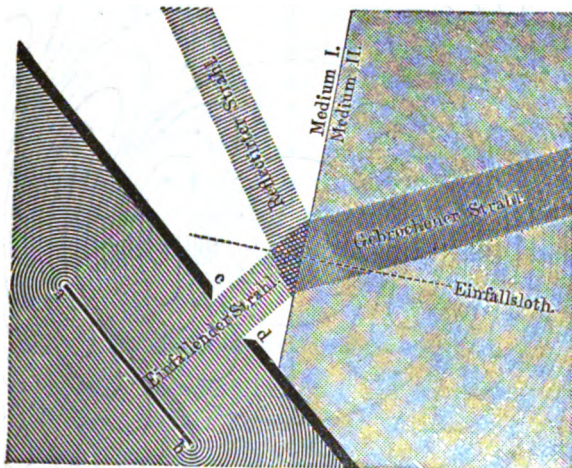


Fig. 17.

ist wie im ersten, gegen das Einfallslot hin, ebenso wie ein Lichtstrahl, welcher aus einem optisch dünneren in ein optisch dichteres Medium eintritt.

Elektrische Wellen.

Ebenso nun wie die Aenderung der magnetischen Feldintensität in einem Leiter (Fig. 15) Schwankungen der elektromotorischen Kraft bedingt, welche elektrische Schwingungen erzeugen, bedingt sie an einer beliebigen Stelle des Dielektrikums, durch welches die Wellen fortschreiten, das Auftreten

dielektrischer Verschiebung in einer Richtung senkrecht zu den magnetischen Kraftlinien und zur Richtung ihres Fortschreitens.

Diese dielektrischen Verschiebungen bilden ein System elektrischer Wellen, welches unzertrennlich mit dem System der magnetischen Wellen verbunden ist und in seiner Phase gegen dasselbe um eine Viertelwellenlänge verschoben ist, da die inducirte elektromotorische Kraft stets dann ihren grössten Werth erreicht, wenn die magnetische Feldintensität durch Null hindurchgeht. Zeichnen wir also die in einer senkrecht

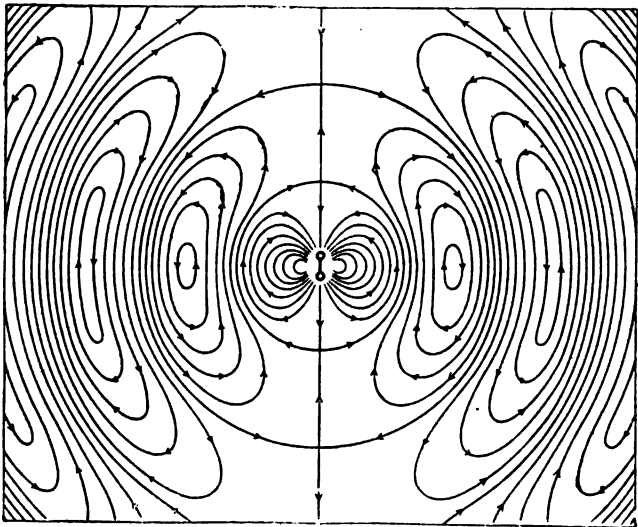


Fig. 18.

zur Ebene der Fig. 15 durch deren Mittelpunkt gelegten Ebene die im gleichen Momente auftretenden elektrischen Kraftlinien, so erhalten wir das von Hertz berechnete System Fig. 18, wobei die Richtung der Kraftlinien ebenso wie bei Fig. 15 durch Pfeile dargestellt ist.

Die Energie der Strahlung an einer bestimmten Stelle ist dort einmal vollständig als magnetische Energie vorhanden, nach einem Viertel der Schwingungsdauer als elektrische, nach der Hälfte der Schwingungsdauer wieder als magnetische u. s. w. und in den Zwischenzeiten theilweise als elektrische, theilweise

als magnetische, aber so, dass die Gesamtsumme (die sog. elektromagnetische Energie) stets dieselbe bleibt, ebenso wie die Summe von kinetischer und potentieller Energie bei elastischen Schwingungen oder Pendelschwingungen.

Ist das Medium, in welchem die Schwingungen fortschreiten, nicht Luft, deren magnetische Permeabilität und Dielektricitätsconstante = 1 gesetzt werden können, sondern ein Medium von der Permeabilität μ und der Dielektricitätsconstante η , so ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Wellen nicht 300 000 km pro Sekunde, sondern $\frac{300\,000}{\sqrt{\mu \cdot \eta}}$ Kilometer.

Werden die Wellen an einer metallischen Wand reflektirt so tritt ebenso wie bei Schallwellen durch Interferenz der ankommenden und reflektirten Wellen stehende Wellenbewegung ein, bei welcher der Knotenabstand $\frac{1}{2}$ Wellenlänge beträgt. Mittelst eines Resonatores, in welchem die auftretenden inducirten Ströme z. B. durch eine eingeschaltete kleine Funkenstrecke sichtbar gemacht werden können, lässt sich das Vorhandensein und die Lage dieser Knotenpunkte bestimmen.

Oscillirende Wasserbewegung.

Eine grosse Schwierigkeit bei den Versuchen mit elektrischen Wellen besteht darin, dem Oscillator constant die nöthige Energiemenge zuzuführen, um die Schwingungen dauernd in gleicher Stärke zu erhalten. Hertz bediente

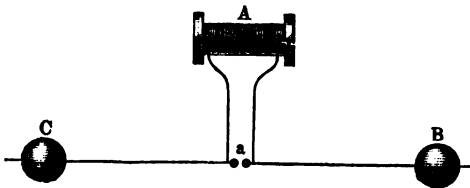


Fig. 19.

sich bei seinen Versuchen des in Fig. 19 dargestellten Apparates. Der durch eine kleine Funkenstrecke a unterbrochene Oscillator ist durch Drähte verbunden mit den Polen eines Ruhmkorff'schen Funkeninduktors A. Im Verhältniss

zu dem raschen Verlauf der elektrischen Schwingungen erfolgen die Stromwechsel des Funkeninduktors so langsam, dass der Effekt derselbe sein muss, als hätte man den Oscillator an eine constante Elektrizitätsquelle, etwa eine Elektrisirmaschine oder Hochspannungs-Akkumulatorenbatterie angeschlossen.

Ueber die Wirkung einer solchen constanten Elektrizitätsquelle orientirt man sich am einfachsten durch Heranziehung eines Gleichnisses. Werden zwei Wasserbehälter A und B Fig. 20 von gleichen Dimensionen, aber ungleichem Wasserstand durch Oeffnen des Hahns der Verbindungsröhre plötzlich

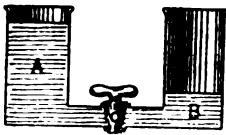


Fig. 20.

in Communication gesetzt, so strömt das Wasser erst von A nach B, überschreitet vermöge seiner Trägheit die Ruhelage und kommt nun in B höher zu stehen als in A, strömt dann wieder von B nach A zurück, nun wieder von A nach B und so fort, bis die ganze vorhandene Energiemenge durch Reibung in Wärme umgewandelt ist. Wollte man die Schwingungen dauernd erhalten, so müsste man die

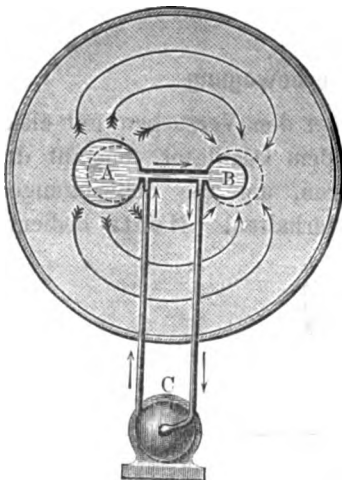


Fig 21.

beiden Behälter mit einer im gleichen Takte getriebenen Pumpe verbinden, welche Wasserstrom von wechselnder Richtung liefert, d. h. bald Wasser in A hinein- und aus B herauspumpt und dann wieder umgekehrt.

In gleicher Weise wäre zur Aufrechterhaltung der elektrischen Schwingungen des Oscillators eine Wechselstrommaschine erforderlich, welche Ströme von gleicher Frequenz wie der Oscillator liefert. Eine solche Maschine ist indess der

grossen Schwingungszahl halber nicht herstellbar.

Würde man constanten Strom in die Behälter A und B führen, so würde zwar die Niveaudifferenz der Wasserspiegel

immer steigen, die Amplitude der Schwingungen aber in ganz ähnlicher Weise (nur rascher) abnehmen wie zuvor.

Gleiches gilt bei Anwendung des früher betrachteten Gleichnisses Fig. 4, wenn man auf irgend eine Weise eine Verschiebung der Gallerte im Sinne der Pfeile hervorgebracht hat und nun dieselbe sich selbst überlässt, so dass Schwingungen entstehen. Die Schwingungen werden allmählig in Folge von Reibungswiderstand erlöschen und können nicht dadurch erhalten werden, dass man etwa durch Anschalten der Centrifugalpumpe C einen constanten Strom durch den Cylinder leitet, wie Fig. 21 andeutet.

Speisung eines Oscillators.

Im Falle des elektrischen Stromes kann nichtsdestoweniger eine konstante Elektrizitätsquelle die Schwingungen erhalten, weil hier ausser dem Widerstand, welchen der Strom findet, noch die elektrische Festigkeit des Dielektrikums in Betracht kommt. Mit dem Erlöschen der elektrischen Schwingungen in Folge der durch eingeschalteten Widerstand erschwerten Elektrizitätszuflusses zu den Elektroden stellt sich die anfängliche elektrische Festigkeit wieder her, die Conductoren laden sich aus der Elektrizitätsquelle aufs neue, es findet abermals Entladung statt, damit beginnt eine neue Serie von Schwingungen mit abnehmender Amplitude und so folgen sich nach Massgabe des eingeschalteten Widerstandes in kürzeren oder längeren Intervallen scheinbar einfache Entladungen, die sich aber in Wirklichkeit aus sehr vielen hin- und hergehenden Partialentladungen von abnehmender Stärke zusammensetzen.

Bei dem Gleichniss Fig. 4 müssten wir, um diese Wirkung darzustellen, im Cylinder einen Verschluss angebracht denken, welcher zunächst den Ausgleich der Spannungen hindert, dann bei steigender Spannungsdifferenz plötzlich durchbrochen wird, so dass sich die Schwingungen bilden müssen, schliesslich aber bei abnehmender Amplitude sich wiederherstellt, so dass die Schwingungen unmöglich werden¹ und erst bei einem zweiten Durchbruch aufs neue beginnen.

¹ D. h. sich auf hin- und hergehende dielektrische Verschiebungen (entsprechend alternirenden elastischen Durchbiegungen des Verschlusses nach der einen und andern Seite) von sehr geringer Stärke beschränken.

Durch Vergrößerung der Stromstärke wird sich der Ausnahmefall erreichen lassen, dass die Pausen zwischen den einzelnen Serien von Schwingungen verschwinden, somit eine scheinbar kontinuierliche Folge von Schwingungen hervorgeht, ähnlich wie bei einer Orgelpfeife oder Sirene ein kontinuierlicher Luftstrom eine gleichmässige Folge von Schwingungen hervorzurufen vermag.

Dieses Gleichniss ist indess nicht ganz zutreffend, denn auch beim Verschwinden der Pausen sind die aufeinander folgenden Serien von elektrischen Schwingungen ganz von einander unabhängig, es wird ein Zufall sein, wenn die Phasen übereinstimmen und überdies ist die Erzielung einer gleichbleibenden Amplitude völlig unmöglich.

Bei einer Zungenpfeife ist es die Elasticität der federnden Zunge, welche sowohl die Schwingungsdauer der Oscillationen, wie auch die Pulsationen des Luftstroms bedingt, im Falle der elektrischen Entladungen wird dagegen die Schwingungsdauer durch Selbstinduktion und Capacität der Conduktoren, die Pulsation durch die elektrische Festigkeit des Gases und den Widerstand der Zuleitungen bestimmt, welche mit den ersteren nicht im geringsten zusammenhängen.

Pulsirende Entladung.

Ist die Capacität der Conduktoren sehr klein, der Widerstand der Zuleitungen sehr gross, so wird die durch eine einzelne Serie von Schwingungen in Wärme und Strahlung umgesetzte Energiemenge sehr gering sein, ja es lässt sich der Fall denken, dass sie schon nach der ersten Halbschwingung völlig erschöpft ist. Die Entladung reduziert sich dann auf einzelne in regelmässigen Intervallen auf einander folgende Stromstösse, deren Zahl pro Sekunde durch die Capacität der Conduktoren und den Widerstand und die Selbstinduktion der Zuleitungen bestimmt ist.

Wäre beispielsweise die Capacität der Conduktoren = C Farad, die Spannungsdifferenz = E Volt und der Widerstand der Zuleitungen = W Ohm, so ist die Ladung jedes Conduktors = $C \cdot E$ Coulomb, also wenn x die Zahl Entladungen pro Sekunde bedeutet, die Stromstärke = $x \cdot C \cdot E$ Ampère.

Dieselbe beträgt aber auch, da die elektromotorische Kraft der Stromquelle E Volt betragen muss und eine mittlere Gegenkraft der Conductoren von $\frac{1}{2}E$ Volt zu überwinden hat $\frac{E}{2 \cdot W}$ Ampère, somit muss sein:

$$x \cdot C \cdot E = \frac{E}{2 \cdot W}$$

$$\text{und } x = \frac{1}{2 \cdot C \cdot W}$$

d. h. die Zahl der Pulsationen ist umgekehrt proportional der Capacität der Conductoren und dem eingeschalteten Widerstand, einschliesslich des scheinbaren (induktiven).

Derartige pulsirende Entladungen bilden die Regel beim Durchgang des Stromes durch Geissler'sche Röhren oder andere evacuirte Gefässe, falls der vorgeschaltete Widerstand beträchtlich ist. Sie sind, wie bemerkt, aufzufassen als unvollständige elektrische Schwingungen, als halbe Schwingungen oder Bruchtheile einer solchen.

Drahtförmige Elektroden.

Ist der Widerstand der Zuleitungen nicht sehr beträchtlich, so kann deren Capacität nicht vernachlässigt werden, da sie gewissermassen eine Fortsetzung der Conductoren bilden.

In diesem Fall ist der Verlauf der Kraftlinien vor der Entladung der in Fig. 22 angedeutete.¹ Ist der Entladungsgradient² erreicht, so wird die Entladung zunächst an den Spitzen der Elektroden beginnen und zwar, da Stromlinien und dielektrische Rückverschiebung zusammenfallen, ohne den Widerstand der Selbstinduktion, also fast momentan. Nunmehr wird die Ladung der den Spitzen benachbarten Theile der Elektrodenoberfläche nachströmen und zwar, da für diese Funkenbahn und dielektrische Rückverschiebung nicht zusammenfallen, verzögert durch eine allerdings sehr geringe Selbstinduktion, welche im Verein mit der Capacität der in Betracht kommenden Theile der Elektrodenoberfläche eine bestimmte Schwingungsdauer hervorzurufen sucht.

¹ Der untere Theil der Fig. 22 stellt den Potentialabfall in der Achse der Elektroden dar.

² Vgl. O. Lehmann, *Elektricität u. Licht*, S. 282, § 163.

Inzwischen hat sich aber die elektrische Störung wieder auf eine weitere Zone der Elektrodenoberfläche erstreckt, es fliessen neue Elektrizitätsmengen mit grösserer Selbstinduktion und Oscillationsdauer nach, diesen folgen wieder noch weiter entfernte, somit noch mehr durch den induktiven Widerstand beeinflusste Massen u. s. w., bis die beiden den Zuleitungsdrähten entlang schreitenden Störungen sich schliesslich treffen und gegenseitig aufheben.

Das mechanische Analogon dieses complicirten elektrischen Schwingungszustandes bilden die Schwingungen eines

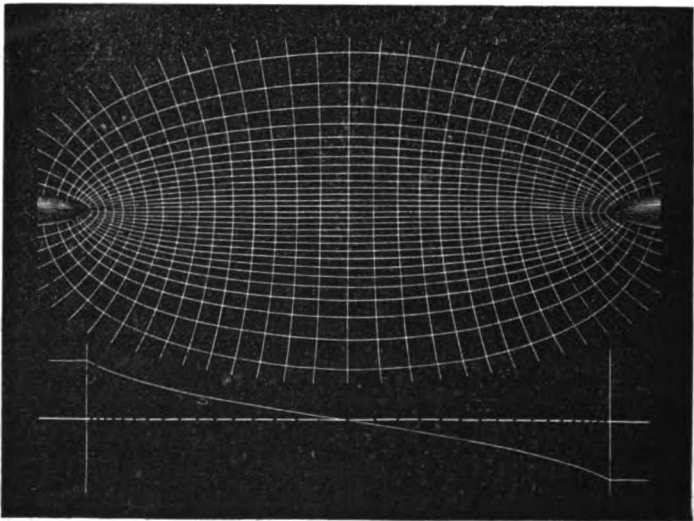


Fig. 22.

sogenannten physikalischen Pendels, welches aus zahlreichen einfachen mathematischen Pendeln von verschiedener Schwingungsdauer zusammengesetzt gedacht werden kann.

Ein solches Pendel wäre z. B. ein einfaches frei herunterhängendes, nicht durch ein Gewicht belastetes Seil. Dasselbe kann in verschiedener Weise schwingen, je nach der Art und Weise wie es angestossen wird. Der einfachste Fall ist der, dass sich eine mittlere Oscillationsdauer herstellt, so dass es ebenso schwingt wie ein einfaches Pendel von geringerer Länge. Es kann aber auch sehr rasche Schwingungen ausführen in der Art, dass es sich in eine mehr oder minder

grosse Zahl schwingender Abtheilungen theilt, wobei ähnlich wie bei einer schwingenden Saite die Länge dieser Abtheilungen durch lose Berührung eines Punktes mit einem feststehenden Körper, etwa einem Ring, durch welchen das Seil hindurchgezogen ist, bestimmt werden kann.

Gleiches gilt für die elektrischen Schwingungen. Die ganze Stromleitung kann sich (wie z. B. bei der Hertz'schen Vorrichtung für stehende Drahtwellen oder bei dem sog. Lecher'schen Drahtsystem) in eine mehr oder minder grosse Zahl schwingender Abtheilungen theilen, wobei sich die Länge der Abtheilungen durch Auflegen einer „Brücke“ reguliren lässt. Die Oscillationsdauer der Entladungen zwischen den Elektroden ist dann nicht die mittlere Schwingungsdauer des ganzen Systems, sondern nur diejenige einer einzelnen Abtheilung.

Das Entstehen der Abtheilungen könnte sowohl im Falle des schwingenden Seils, wie bei der elektrischen Leitung zurück geführt werden auf die Interferenz direkter und reflektirter Wellen. Zur Erzeugung solcher Wellen wird das Seilende durch einen oscillirenden Körper (z. B. bei Melde's Apparate durch eine Stimmgabel) mit der erforderlichen Schnelligkeit hin und her bewegt, bei Lecher's Drahtsystem dagegen sind es die oscillatorischen Entladungen eines einfachen oder doppelten Condensators, welche die Wellen erregen.

Einmal erregt können die „Oberschwingungen“ aber auch wie z. B. bei einer Saite ohne weitere Mitwirkung des wellenerregenden Körpers andauern, bis die vorhandene Energie aufgebracht ist. Sie können auch, durch einen Zufall entstanden, bewirken, dass sie durch ständig neu zugeführte Energie immer wieder verstärkt und hierdurch beliebig lange erhalten werden, wie z. B. die Schwingungen einer Orgelpfeife, welche durch abwechselndes Einsaugen und Herausblasen des Luftstroms aus der Röhre in der Nähe der Lippe aus dem Luftstrom immer wieder neue Energie schöpfen, und desshalb nicht erlöschen, so lange dieser andauert. In wieviele schwingende Abtheilungen sich die Luftsäule einer Orgelpfeife theilt, ist namentlich von der Stärke des Luftstroms abhängig. Wird eine grosse, mehrere Meter lange Orgelpfeife mit Wind von gewöhnlichem nur wenige Centi-

meter Wasser messenden Druck angeblasen, so liefert sie einen sehr tiefen Ton. Der Ton schlägt plötzlich um, wenn der Druck verstärkt wird, die Pfeife ist „überblasen“, und verstärkt man gar den Druck bis zu mehreren Atmosphären, so erhält man sehr hohe, schrille Töne, wie von ganz kurzen Pfeifen, entsprechend der Bildung einer sehr grossen Zahl schwingender Abtheilungen.

Kann etwas ähnliches auch im Falle der elektrischen Entladungen eintreten?

Ich glaube nicht, dass man derartige Complicationen ernstlich in Betracht ziehen muss. Schon bei einer Pfeife sind Schwingungen der betrachteten Art in Folge der starken Dämpfung durch Reibung nur unter besonders günstigen Umständen zu erhalten. Gleiches gilt für die elektrischen Schwingungen in Folge der starken Dämpfung durch Strahlung und anderer Hindernisse wegen. Bekanntlich stösst auch bei den Hertz'schen Versuchen die Erzeugung der Schwingungen auf allerlei Schwierigkeiten. Dass bei Entladungen in Geissler'schen Röhren oder im elektrischen Ei derartige Schwingungen unter gewöhnlichen Umständen nicht auftreten, ist schon zu schliessen aus dem Fehlen aller Erscheinungen, welche auf eine elektrische Strahlung hindeuten. Auch müssten wohl die Lichterscheinungen auf das Vorhandensein von Wechselströmen schliessen lassen (insbesondere bei Annäherung eines Magneten), obschon die Schwingungen im Sinne des Stromes natürlich grössere Amplitude haben müssen als Schwingungen im entgegengesetzten Sinn, weil sonst der Durchgang des Stromes überhaupt nicht stattfinden könnte. Ich bin also der Meinung, dass wir mit Selbstinduktions-Schwingungen von der Art der Hertz'schen Schwingungen unter gewöhnlichen Verhältnissen in Entladungsröhren nicht zu rechnen haben! und noch weniger mit Complicationen, wie sie soeben angedeutet wurden.

¹ Vgl. die entgegenstehende Ansicht von E. Wiedemann und Ebert. Wied. Ann. 50, I, 1893. Zur Prüfung der Abwesenheit einer elektrischen Strahlung sind, wie schon eingangs erörtert, Elektrizitätsquellen erforderlich, welche durchaus gleichmässige Ströme liefern. Die Influenzmaschine, deren sich die genannten Autoren bedienen, ist deshalb nicht geeignet.

Scheinbar stetige Entladung.

Bei relativ beträchtlicher Verkleinerung des Widerstandes oder Erhöhung der Stromstärke lässt sich eine Erscheinung beobachten, welche auf den ersten Blick allerdings in hohem Grade an das Ueberblasen einer Orgelpfeife erinnert.

In solchem Falle wird nämlich, wie Hittorf zuerst erkannte, zunächst (der Formel entsprechend, wie sich mittelst Drehspiegel oder Telephon erweisen lässt,) die Zahl der Pulsationen pro Sekunde stetig grösser; bei einer bestimmten Intensität des Stromes aber, noch lange ehe die Tonhöhe in einem eingeschalteten Telephon sich der Grenze der höchsten hörbaren Töne (25 000 Schwingungen pro Sekunde) nähert, verschwindet der Ton im Telephon plötzlich, gerade wie wenn die Zahl der Pulsationen plötzlich über die den hörbaren Tönen entsprechende Grösse wachsen würde.

Hittorf ist der Ansicht, dass in diesem Falle die Pulsationen thatsächlich aufhören, da, nachdem diese scheinbar stetige Entladung eingetreten ist, Erhöhung der Capacität der Elektroden durch Anschaltung eines Condensators völlig wirkungslos ist, während bei der deutlich pulsirenden Entladung (ganz der Formel gemäss) mittelst des Condensators die Frequenz der Pulsationen beliebig herabgemindert werden kann.

Dieser Schluss erscheint insofern nicht ganz zutreffend, als bei geringer Frequenz der Pulsationen der Condensator einfach als Zuwachs der Capacität der Conductoren aufzufassen ist. Hat sich aber eine grosse Zahl schwingender Abtheilungen gebildet, wie bei den Obertönen einer überblasenen Orgelpfeife, so ist die Capacität dieser Abtheilungen, nicht die des Condensators, massgebend. Dies wird in noch höherem Grade zutreffen, wenn es sich nicht um länger dauernde Schwingungen, sondern nur Bruchtheile von solchen, d. h. um einfache Pulsationen handelt. Die Schwankungen der elektrischen Spannung werden dann in Folge der starken Dämpfung überhaupt nur in geringer Entfernung von den Elektroden merklich sein.

Man kann sich dies leicht klar machen, wenn man ein Gleichniss bezieht, etwa eine Zungenpfeife mit durchschlagender Zunge, welche beiderseits durch weite Windleitungen mit

einem ausgiebigen Gebläse verbunden ist, welches auf der einen Seite blasend, auf der andern saugend wirkt und so einen constanten Luftstrom hindurchtreibt.

Das Gleichniss lässt sofort erkennen, dass die Unwirksamkeit angeschalteter Condensatoren keineswegs beweist, dass die zwischen den Elektroden übergehende Strömung stetig ist. Denken wir nämlich die Windleitungen der Zungenpfeife (Zu- und Abfluss) mit grossen Windkasten (entsprechend den Condensatoren im Falle der elektrischen Entladungen) in Verbindung gesetzt, so hat dies auf die Zahl der Stromstösse pro Sekunde nicht den geringsten Einfluss. Untersuchen wir die Stetigkeit der Luftströmung in den Zuleitungen, so finden wir nur unmittelbar in der Nähe der Zunge äusserst rasche Pulsationen, in einiger Entfernung davon ist die Stärke der Stösse verschwindend klein, so dass sie sich der Wahrnehmung entziehen. Weil die Zunge als federndes Ventil wirkt, so wird der Strom (die Entladung) erst beginnen, wenn die Federkraft (die elektrische Festigkeit) durch den Luftdruck (die elektrische Spannung) überwunden wird. Als dann wird der Strom scheinbar continuirlich, in Wirklichkeit regelmässig pulsirend, andauern, bis der Druck soweit gesunken ist, dass die Kraft der Feder wieder überwiegt.

Wird die weite Windleitung ersetzt durch eine enge, welche ebenfalls mit Windkasten unmittelbar vor der Pfeife versehen ist, so wird sich zunächst der eine Windkasten füllen, der andere entleeren, bis die erforderliche Druckdifferenz erreicht ist. Dann kommt die Pfeife in Thätigkeit, bis der Druck wieder unter die nöthige Grenze gesunken ist, um von neuem in Thätigkeit zu kommen, sobald die enge Windleitung wiederum soviel Luft in den Windkasten gefördert hat, dass der Druck der Feder überwunden wird. Dabei wird aber die Pfeife nicht nur so lange in Thätigkeit bleiben, bis der Luftdruck genau dem Federdruck entspricht, die Luft wird vielmehr vermöge ihrer Trägheit (Selbstinduktion) aus dem einen ursprünglich gefüllten Windkasten in den andern (zuerst entleerten) weiter hineinströmen, so lange bis eine völlige Umkehrung der Drucke stattgefunden hat; sodann wird ein Rückstrom erfolgen, dann wird die Luft wieder aus dem ersten in den zweiten Kasten und dann aus

diesem wieder in den ersten zurückströmen. Wir erhalten also Luftschwingungen, deren jede aus zahlreichen Pulsationen besteht, ganz analog den elektrischen Schwingungen, deren jede sich aus zahlreichen Stromstößen zusammensetzt.

Die Zahl der Schwingungen wird abhängig sein von der Capacität der Luftbehälter und der Trägheit der hin- und herschwankenden Luftmasse. Sind die Luftleitungen nicht allzueng, so wird auch deren Capacität mit in Betracht gezogen werden müssen, da eine scharfe Grenze zwischen Luftbehälter und Leitung nicht vorhanden ist. Gleiches wird für den Fall elektrischer Schwingungen gelten.

Verbinden wir die Zunge der Pfeife mit einer Vorrichtung, welche deren Schwingungen dämpft, so werden wir leicht bewirken können, dass nur halbe Schwingungen auftreten oder Bruchtheile von solchen, also grob pulsirende Ströme, die wieder aus zahlreichen feineren Pulsationen, wie sie der Kürze halber bezeichnet werden mögen, bestehen. Durch Erhöhung des Widerstandes der Windleitungen (durch Verengung oder Verlängerung derselben) wird man die Zahl der groben Pulsationen pro Sekunde beliebig klein machen können, während die Frequenz der feinen dabei sich nicht ändert und nur von der Länge der angewandten Zunge und der durch ihre Federkraft bedingten Druckdifferenz abhängig ist. Aus der Thatsache, dass unter gewissen Verhältnissen die Anschaltung eines Condensators an die Elektroden eines Entladungsapparates keine Wirkung ausübt, darf man also meines Erachtens nicht mit Hittorf und Hertz den Schluss ziehen, der vorhandene Strom sei stetig, es folgt nur, dass er frei ist von groben Pulsationen, welche bedingt sind durch die wahren oder scheinbaren Widerstände in den Zuleitungen, und nicht, dass jene feineren Pulsationen fehlen, welche durch die elektrische Festigkeit des von der Entladung durchsetzten Gases zwischen den Elektroden und die zur Wiederherstellung des Anfangszustandes nach erfolgtem Durchbruch erforderliche Zeit bedingt sind.

Die Annahme stetiger Entladungen würde auch, wie ich schon früher ausführlich gezeigt habe¹, zu zahlreichen Schwie-

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 309, 1895.

rigkeiten verschiedener Art führen. Sie widerspricht vor allem dem Begriff der Entladung als Aufhebung eines Spannungszustandes. Eine stetige Entladung ist ebenso wenig denkbar, wie das stetige Zerreißen eines Stoffes. Ist der Stoff einmal zerrissen, so ist der Riss fertig und kann erst wiederholt werden, wenn auf irgend eine Weise die getrennten Theile wieder zusammengefügt sind. Continuirliches Zerreißen an derselben Stelle ist unmöglich.

Gäbe es aber stetige Gasentladungen, so müssten sie dem Ohm'schen Gesetze genügen, weil dieses für alle Arten Leitung in festen und flüssigen Körpern mit aller Strenge gültig ist und weil die Flüssigkeiten unter geeigneten Umständen stetig in Gase übergeführt werden können, so dass mindestens in der Nähe des sogenannten kritischen Zustandes das Gesetz für Stromleitung in Gasen und Flüssigkeiten dasselbe sein müsste.

In Wirklichkeit ist dagegen bei den Gasentladungen die Spannung nahezu unabhängig von der Stromstärke,¹ statt dem Ohm'schen Gesetze entsprechend derselben proportional zu sein und übereinstimmend hiermit ist die Stromwärme nicht der zweiten, sondern der ersten Potenz der Stromstärke proportional. Spannungen unter einer bestimmten Höhe, dem sog. Entladungsgradienten, können überhaupt keinen Strom erzeugen, so dass das Entladungsgebiet stets ein scharf begrenztes ist (Aureole,² Funkenkanal), während bei der wirklich stetigen Stromleitung die Stromfäden die ganze leitende Masse durchziehen, soweit sie sich ausdehnt.

Ferner widerspricht der Annahme stetiger Stromleitung das Verhalten des negativen Glimmlichts, welches in geraden Strahlen senkrecht von der Kathode auszugehen scheint bis zur Glaswand und beliebig die positive Lichtsäule durchdringt,³

¹ Nach E. Voit, der elektrische Lichtbogen, Stuttgart, 1896, S. 42, soll die zur Verdampfung der Elektroden nöthige Arbeit die konstante Spannungsdifferenz bedingen. Die Verdampfung ist aber nur die Folge der durch die Stromarbeit erzeugten Wärme, kann somit nicht die Ursache der Stromarbeit sein

² O. Lehmann, Wied. Ann. 55, 364, 1895.

³ O. Lehmann, Wied. Ann. 58, 310, 1895.

während bei einem stetigen Strome Kreuzung der Stromlinien selbstverständlich unmöglich ist.

Will man im Hinblick auf diesen letzteren Umstand nichtsdestoweniger die Gasentladung als wirklich stetigen Strom auffassen, so muss man mit Hertz annehmen, dass das negative Glimmlicht überhaupt nicht die Strombahn bezeichnet, sondern eine durch senkrecht von der Kathodenoberfläche ausgehende unsichtbare Strahlen hervorgerufene Fluorescenzerscheinung ist.

Mit dieser Annahme harmonirt aber nicht das magnetische Verhalten der Glimmlichtstrahlen,¹ welches derart ist, als ob diese Strahlen von der Kathode ausgehende, frei endigende Stromfäden wären, längs welchen negative Elektrizität von der Kathode dahin strömt, wo sie ein Ende nehmen. Wenn man nun auch mit Hertz dieses Verhalten durch die Hypothese erklären kann, dass die unsichtbaren Kathodenstrahlen im magnetischen Felde sich anders ausbreiten als im unmagnetischen, so ist doch auffallend, dass die Wirkung gerade harmonirt mit der Wirkung auf Stromfäden, auch ergeben die Versuche, dass die magnetische Ablenkung der Entladung, somit auch der Glimmlichtstrahlen, durch Bewegung des Gases, in welchem die Entladung stattfindet, bewirkt wird, derart, dass sich das Gas wie ein stromdurchflossener beweglicher Leiter bewegt und die Entladung immer diejenigen Gebiete bevorzugt, welche die höchste Temperatur haben (am stärksten dissociirt sind), so dass sie der bewegten Luft folgen muss.

Da, wo sich dieser Bewegung der Luft Hindernisse entgegenstellen, findet auch keine Ablenkung statt. Beispielsweise müsste sich die Aureole des Lichtbogens in Folge der gegenseitigen Anziehung der von gleichen Strömen durchflossenen Stromfäden contrahiren, diese Contraktion tritt aber nicht ein, weil eine stationäre Bewegung des Gases von allen Seiten gegen die Achse hin unmöglich ist. Fände eine direkte Ablenkung der Kathodenstrahlen durch magnetische Kräfte statt, so könnte eine solche Störung der Luftbewegung keinen Einfluss haben. Dass bei Anwendung stärkerer Ströme das

¹ O. Lehmann, Zeitschr. f. phys. Chem. 18, 97, 1895.

negative Glimmlicht sich in die Richtung der magnetischen Kraftlinien begibt, erklärt sich daraus, dass in dieser Lage eine magnetische Wirkung auf die Luft nicht stattfindet, also keine Bewegung eintritt und somit die Temperatur sehr hoch ansteigen kann. Glimmlichtstrahlen, welche nicht die Richtung der Kraftlinien haben, werden dagegen bei genügender Stärke der magnetischen Kraft durch den magnetischen Wind gewissermassen ausgeblasen.

Das positive Licht kann sich nicht in die Richtung der magnetischen Kraftlinien begeben, weil es die Verbindung zwischen den Enden der Glimmlichtstrahlen und dem positiven Glimmlicht an der Anode herstellt, also an beiden Enden fest ist.

Alle diese Gründe sprechen gegen die Auffassung, dass die scheinbar stetige Entladung wirklich ein stetiger Strom sei, mag auch mit den uns zu Gebote stehenden Hilfsmitteln zur Zeit ein exakter Nachweis der äusserst raschen Pulsationen unmöglich sein.

Stromlinien und Niveauflächen.

Betrachten wir eine scheinbar stetige Gasentladung in einem grossen evacuirten Gefäss, so macht sie allerdings durchaus den Eindruck eines stetigen Stromes.

Wir sind sogar im Stande, durch Messung der Temperatur an verschiedenen Stellen des Entladungsgebietes und durch Beobachtung der Einwirkung eines Magneten den Verlauf der Stromlinien annähernd festzustellen. In einem bestimmten Falle z. B. ergab sich derselbe so wie die voll ausgezogenen Linien der Fig. 23 andeuten, welche sich stetig von einer Elektrode zur andern ziehen und sämtlich von einer geschlossenen Fläche, der Grenze der Aureole umhüllt sind. Die punktierten Linien deuten den Verlauf der Niveauflächen an, welcher anscheinend durch die Form der sich bildenden hellen und dunkeln Schichten gegeben ist.¹

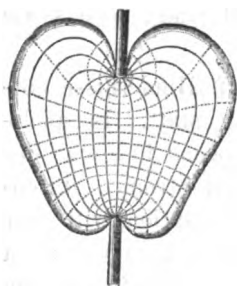


Fig. 23.

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 55, 387, 1895.

Wie kann man nun aber bei einem un stetigen Strom von stetig verlaufenden Stromlinien reden ?

Die Berechtigung ergibt sich sofort aus der Ueberlegung, dass alle aus einer Elektrode austretende Elektrizität auf zusammenhängender Bahn sich bis zur andern Elektrode hinbewegen und in dieser verschwinden muss, mag dies nun mit gleichmässiger Geschwindigkeit oder ruckweise geschehen. Der Verlauf der Stromlinien in einem zusammenhängenden Medium ist nicht abhängig von der Stärke des Stromes, welcher denselben folgt, sondern nur von der Form der Elektroden und der Begrenzung des Mediums. Die Stromlinien müssen somit für den pulsirenden Strom dieselben sein wie für einen constanten, wenigstens solange keine Knickung derselben stattfindet, etwa in der Art, dass die Strömung von einer Elektrode zunächst zu einem beliebigen dritten Körper (etwa der Wand des Entladungsgefässes) und von hier erst zur andern Elektrode geht.

Die Niveauflächen sind senkrecht zu den Stromlinien, solange das durchströmte Medium allenthalben gleiches Leitungsvermögen besitzt. Ist dies nicht der Fall, so ergeben sich mehr oder minder grosse Abweichungen von der senkrechten Durchkreuzung.

Bringt man z. B. in ein stromdurchflossenes Medium einen Körper von besserer Leitungsfähigkeit, so ziehen sich die Stromlinien, wie Fig. 24 andeutet, in ihn hinein, während die Niveauflächen nahezu daraus verdrängt werden. Für den umgekehrten Fall, d. h. wenn der Körper schlechter leitet als die Umgebung, werden die Stromlinien herausgetrieben und die Niveauflächen rücken näher zusammen. Die Fig. 22 stellt auch diesen Fall dar, wenn man Strom- und Niveaulinien vertauscht. In beiden Fällen findet an der Grenze des Körpers eine scharfe Brechung sowohl der Stromlinien, wie der Niveauflächen statt. Ist nun der Körper von dem umgebenden Medium nicht durch eine scharfe Grenze geschieden (man denke z. B. an eine Schliere), so wird sich der Verlauf der Linien und Flächen nur in der

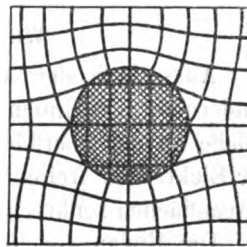


Fig. 24.

Weise ändern, dass sie ebenfalls nicht scharf gebrochen werden, aber an keiner Stelle der Mischzone senkrecht zu einander stehen wie in einem homogenen Medium.

Würden wir also bei einem Entladungsvorgang einen Schichtenverlauf beobachten,

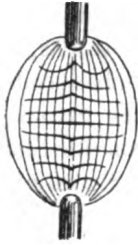


Fig. 25.

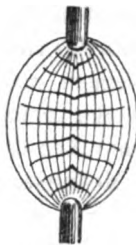


Fig. 26.

wie Fig. 25 zeigt, so wäre daraus zu schliessen, dass der Durchgang der Entladung durch die Achse des Entladungsgebiets leichter als in der Umgebung stattfindet. Umgekehrt würde der in Fig. 26 dargestellte Schichtenverlauf erkennen lassen, dass in der Achse

das Leitungsvermögen geringer ist als gegen die Grenze der Aureole hin.

Thatsächlich haben die Schichten gewöhnlich weder den einen noch den andern Verlauf, sondern sind auf beiden Seiten gegen die Kathode hin convex. Dies heisst also, bei der Kathode ist das Leitungsvermögen in der Achse besser, in der Nähe der Anode schlechter als ringsherum. Demgemäss muss eine Verdichtung der Stromlinien in der Nähe der Kathode und eine Zerstreuung in der Nähe der Anode stattfinden, etwa so wie Fig. 27 andeutet.

Wirbel und Schichten.

Ausserhalb der Aureole finden sich keine Stromlinien, sondern nur Kraftlinien — in der Fig. 27 punktirt gezeichnet —, welche an der Oberfläche der Aureole und an der Oberfläche der Elektroden frei endigen und von den (nicht gezeichneten) Niveauflächen senkrecht durchschnitten werden.

Die Enden der Kraftlinien an der Oberfläche der Aureole sind Stellen, wo freie Elektrizität angehäuft ist. Diese Elektrizität, welche im Innern der Gasmasse angehäuft ist, folgt der Kraft des elektrischen Feldes, indem sich die daran befestigten Kraftlinien zusammenzuziehen suchen. Das Ergebniss dieser ponderomotorischen Wirkungen, zu welchen noch die Kräfte des Feldes auf die in den Zwischenräumen zwischen den Schichten auftretenden entgegengesetzt elektri-

schen Luftmassen hinzukommen, dürfte die Bildung mehr oder minder zahlreicher Wirbel¹ sein, welche sich in der Nähe der Oberfläche der Aureole ausbilden, von welchen derjenige in der Nähe der Kathode, kurz der „Kathodenwirbel“ genannt, weitaus der stärkste ist, weil dort das grösste Potentialgefälle (Kathodengefälle) herrscht.

Was die Entstehung der Schichten anbelangt, so dürfte sie darauf zurückzuführen sein, dass die Entladung beim

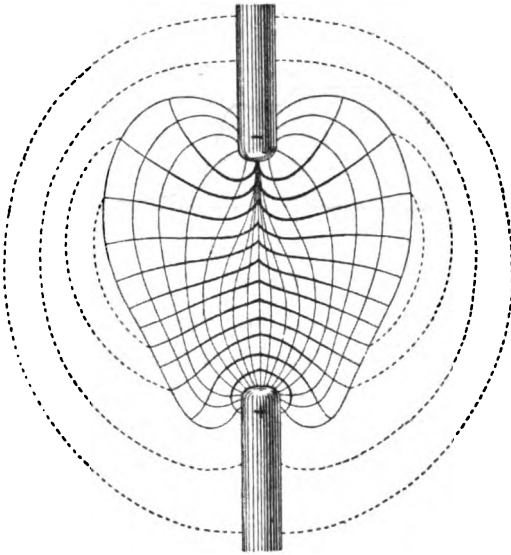


Fig. 27.

Beginn nicht momentan im ganzen Gebiete der Aureole auftritt, sondern zunächst da, wo das Potentialgefälle zuerst den Werth des Entladungsgradienten erreicht.

In Folge der Entladung bildet sich vor dieser Stelle (der Spitze der einen Elektrode) eine elektrische Luftwolke, welche für sich eine Potentialvertheilung hervorrufen würde, wie die punktirte Curve α der Fig. 28. Diese Potentialwerthe addiren sich zu den inzwischen in Folge der Entladung etwas gesunkenen Potentialwerthen des ursprünglichen elektrischen

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 55, 380, 1896.

Feldes und bedingen eine Ausbiegung der Potentialcurve, wie sie die voll ausgezogene Curve e der Fig. 28 darstellt.

In Folge davon setzt sich nun die Entladung an dem steilen Theil xx dieser Curve fort, also nicht unmittelbar da, wo die erste Entladung geendigt hat. In dieser Weise wird sich der Entladungsprozess sprungweise fortsetzen, da nun auch die zweite Entladung eine elektrische Luftschicht erzeugt und ebenso alle folgenden, d. h. es bildet sich nicht eine zusammenhängende Lichtsäule zwischen beiden Elektroden, sondern eine regelmässige Folge von hellen und dunkeln Schichten.

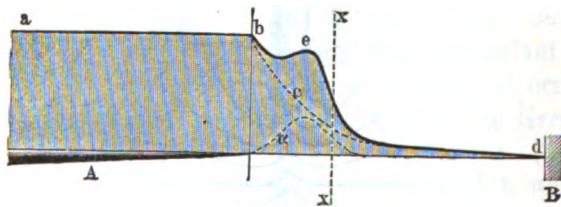


Fig. 28.

Dieselben werden zunächst nur geringe Ausdehnung haben, indess wird jede folgende Entladung, da durch die Entladungswärme die elektrische Festigkeit des Gases vermindert wird, sich weiter seitlich ausbreiten und, da die Energie, dem Poynting'schen Satz zufolge, längs den Niveauflächen zuströmt, werden die Schichten die Form der Niveauflächen annehmen, in gleicher Weite, wie ein wachsender Krystall sich am stärksten nach den Richtungen vergrössert, aus welchen ihm das meiste krystallisirbare Material zuströmt. Schliesslich wird eine Grenze erreicht, die Grenze der Aureole, wo das verminderte Potentialgefälle trotz der gleichzeitigen Verminderung der elektrischen Festigkeit des Gases nicht mehr ausreicht Entladung zu bewirken¹.

Alle diese Vorgänge vollziehen sich natürlich fast momentan, da die Entladung bei der Kürze der Zeit zwischen zwei Pulsationen bei der scheinbar stetigen Entladung, sich beschränkt auf die an der Elektrodenoberfläche angehäuften, wahrscheinlich überhaupt nur auf die auf der Basis innerhalb der Aureole befindlichen Elektrizitätsmengen, so dass in

¹ Vgl. O. Lehmann, Wied. Ann, 56, 345, 1895.

Folge des fast vollständigen Zusammenfallens von Stromlinien und Kraftlinien (Linien der dielektrischen Rückverschiebung) nahezu keine verzögernde Selbstinduktion auftritt.

Elektrischer Wind und Doppelschichten.

Versuche über die Temperaturvertheilung im Innern der Aureole, welche einfach durch Beobachtung der Zerlegung von Fettdämpfen und der Ausscheidung von Kohlenstoff aus denselben ausgeführt wurden¹, ergaben, dass die Temperatur der leuchtenden Schichten höher ist als die Temperatur der dunkeln Zwischenräume. Sind nun letztere, wie wir angenommen haben, Trennungsgebiete zwischen zwei von Entladung durchsetzten Räumen, so müssen sie an ihren beiden Grenzflächen, da wo die beiden Entladungsvorgänge ein Ende nehmen, sich entgegengesetzt elektrisch laden und der Ausgleich dieser elektrischen Ladungen könnte nur auf convektivem Wege geschehen. Wieviel Wärme dabei entsteht, ergibt sich einfach aus der Formel für die Entladungswärme eines Condensators, da es gleichgiltig ist, auf welchem Wege die angehäuften elektrische Energie in Wärme übergeht.

Berücksichtigen wir nun, dass pro Sekunde durch die dunkeln Schichten ebensoviel Elektrizität hindurch gehen muss, wie durch die hellen, so kommen wir zu dem Resultat, dass auch die in den dunkeln Schichten entwickelte Wärmemenge und somit auch die Temperatur ebenso gross sein muss wie in den leuchtenden, wenn nicht grösser, insofern in letzteren in Folge der thatsächlich höheren Temperatur das Potentialgefälle geringer ist.

Scheinbar steht dieses Ergebniss mit unseren Annahmen in Widerspruch. Die Schwierigkeit verschwindet aber, wenn wir bedenken, dass der convektive Ausgleich der Ladungen nicht nothwendig in der betreffenden dunkeln Schicht selbst stattfinden muss, an deren Grenzen die Ladungen entstanden sind. Die Erscheinungen des elektrischen Windes lassen vielmehr erkennen², dass sich die von Anode und Kathode ausgehenden elektrisirten Luftströme ebenso ohne sich ihre

¹ Vgl. O. Lehmann, Wied. Ann. 55, 377, 1895.

² O. Lehmann, Elektrizität und Licht, S. 318, § 179.

Ladungen zu entziehen, durchdringen, wie die Ionenströme in einem Elektrolyten und dass sie wie diese nicht durch Bewegung der Luft wahrnehmbar werden an den Stellen, wo sie beide gleiche Intensität besitzen, da die Luftmoleküle durch die sich in entgegengesetzter Richtung bewegenden elektrischen Atome in derselben Zeit gleichviel und gleich heftige Stösse nach beiden Richtungen erhalten. Nur in der Nähe der Elektroden, wo der eine Wind noch auf einen kleinen Querschnitt beschränkt ist, während der andere grosse Ausdehnung gewonnen hat, wird die Bewegung der Luft fühlbar und ihre Geschwindigkeit ist nur wenig durch den entgegengesetzten Strom beeinträchtigt.

Dasselbe wird bei den an den dunklen Schichten elektrisirten Gasatomen der Fall sein. Sie werden sich, getrieben durch die Kraft des elektrischen Feldes langsam gegen die Elektroden zu bewegen, soweit ihnen nicht in den hellen Schichten durch den Entladungsvorgang ihre Ladung sofort wieder genommen wird, und werden, an den Elektroden angelangt, ihre Ladung an diese abgeben, dabei eine eigenartige Lichterscheinung erzeugend, welche als positives und negatives Glimmlicht bekannt ist.

Hierdurch gelangen wir auch zu einer Erklärung des bereits oben besprochenen auffallenden Verhaltens der nega-

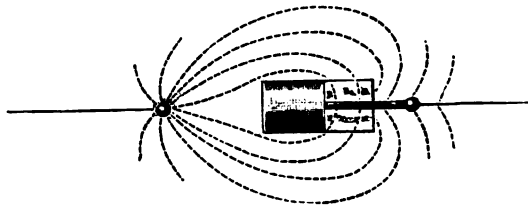


Fig. 29.

tiven blauen Glimmlichtstrahlen. Verschiedene Erscheinungen lassen nämlich darauf schliessen, dass die elektrisirten Atome an den Elektroden angelangt, ihre Elektrizität nicht mit gleicher Leichtigkeit abgeben. Speziell in verdünnter Luft scheinen sich zahlreiche positiv elektrische Atome um die Kathode herum anzuhäufen, daselbst den Verlauf der Kraftlinien derart abändernd, dass das elektrische Feld zwischen

dieser positiven Luftschicht und der Anode fast verschwindet.¹ Der Verlauf der Kraftlinien an einer derart mit entgegengesetzt elektrischer Luft überzogenen Elektrode würde also etwa ähnlich sein, wie wenn man als Elektrode gemäss Fig. 29 die innere Belegung einer Leydener Flasche gewählt hätte, deren äussere Belegung durch vorübergehende Verbindung mit der entgegengesetzten Elektrode die entsprechende ungleichnamige Ladung aufgenommen hat?

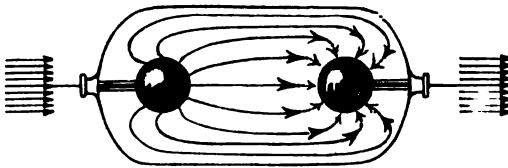


Fig. 30.

In einem elektrischen Ei würde sich hiernach der Verlauf der Entladung im wesentlichen aus zwei getrennten Prozessen zusammensetzen, Entladung der Anode gegen die Kathode und Bildung der elektrischen Doppelschicht Fig. 30 und Selbstentladung dieser Doppelschicht an der Kathode in Form der Glimmlichtstrahlen, wie Fig. 31 andeutet.²

Dass sich Doppelschichten der betrachteten Art an den Elektroden ausbilden können, glaube ich nicht nur aus dem

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 315, 1895.

² Hiermit hängt auch die Erscheinung zusammen, dass an der Kathode die grösste Wärmeentwicklung und der grösste Potentialabfall (das „Kathodengefälle“) sich findet. Warum gerade an der negativen Elektrode diese eigenthümlichen Anomalien sich finden, dürfte sich vielleicht daraus erklären lassen, dass die entgegengesetzt elektrischen Gasatome, welche gegen die Elektroden hinwandern, ungleiche Grösse oder ungleiche elektrische Capacität haben. Da jedes solche Atom gleichviel Electricität enthält, ist die Energie in demjenigen von kleinerem Durchmesser oder kleinerer Capacität grösser. Sind nun die kleineren Atome positiv, d. h. wandern sie gegen die Kathode zu, so muss dort die grösste Wärmemenge zum Vorschein kommen. Kohlen- und Metall-dämpfe scheinen sich derart zu spalten, dass der kleinere Theil negativ wird. Diese Hypothese würde also die weitere Annahme nöthig machen, dass auch die Moleküle chemisch einfacher Gase durch die Entladung gespalten werden, und zwar in Theile von ungleicher Grösse. Vgl. auch O. Lehmann, Electricität u. Licht, § 176, S. 305.

³ Die punktirten Pfeile der Figuren 30 u. 31 bedeuten die elektrische Verschiebung.

Auftreten des dunkeln Kathodenraums und der eigenthümlichen Form der Glimmlichthüllen schliessen zu dürfen, sondern insbesondere aus dem Umstand, dass häufig, namentlich an der Kathode, die Entladung nicht von den Stellen grössten Potentialgefälles ausgeht, wo sie ohne Rücksicht auf die angelagerte elektrische Luft zuerst stattfinden müsste, sondern da, wo sich die elektrische Luft am wenigsten leicht anlagern kann¹, und der nahe damit verwandten „elektrischen Ventilwirkung“, ferner aus den „Entladungsverzügen“ bei langsamer Steigerung der Spannungsdifferenz zweier Elektroden,² der mangelhaften Saugwirkung von Spitzen,³ der dauernden magnetischen

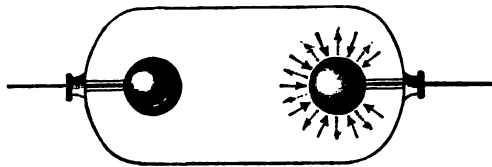


Fig. 31.

Auslöschung von Entladungen in Vakuumröhren⁴, dem unregelmässigen Auftreten von Funkenentladungen beim Anschalten grosser Condensatoren an ein von scheinbar stetiger Entladung erfülltes elektrisches Ei⁵ und dem Auftreten intermittirender Büschelentladungen bei stark geladenen Leydener Flaschen und mit Hochspannungssakkumulatoren in Verbindung gesetzten Spitzen⁶. Bedürfen auch alle diese Erscheinungen noch näherer Untersuchung, so weisen sie doch deutlich auf das Vorhandensein eines unsichtbaren Hindernisses an den Elektroden hin, als welches wohl nur elektrisirte Luft gedacht werden kann.

Entladung in Metaldämpfen.

Ist die dargelegte Ansicht zutreffend, so müssen sich erhebliche Aenderungen der Entladungserscheinungen zeigen,

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 56, S. 326.

² Ibid. S. 323.

³ Ibid. S. 316.

⁴ Ibid. S. 321.

⁵ O. Lehmann, Zeitschr. f. Elektrochemie II, 469. 1896.

⁶ O. Lehmann, Wied. Ann. 56, 332, 1895.

bei Aenderung der Natur des Gases und der Oberflächenbeschaffenheit der Elektroden. Versuche in dieser Richtung sind aber nicht leicht auszuführen. Was die Natur des Gases anbelangt, so ist bekannt, dass auch geschlossene Entladungsgefässe nach einiger Zeit andern Gasinhalt zeigen, da sich, abgesehen von chemischen Aenderungen, durch die Entladung selbst aus der Substanz der Elektroden und aus den Wänden des Gefässes fremde Gase in nicht unbeträchtlicher Menge nach und nach frei gemacht werden. Ebenso ist die Oberfläche der Elektroden schon nach kurzem Gebrauche mit einer dünnen Oxydschicht oder anderweitigen Ablagerung bedeckt.

Um constante Verhältnisse zu erlangen, habe ich bereits bei früherer Gelegenheit¹ einen constanten Strom einer verdampfbaren Substanz zwischen den Elektroden durchgeleitet, wobei die Zersetzungsprodukte und sonstigen fremden Gase beständig durch die Luftpumpe entfernt wurden, während der in einem Rückflusskühler wieder condensirte Dampf als Flüssigkeit in das Dampfentwicklungsgefäss zurückkehrte. Die Versuche blieben indess äusserer Umstände wegen auf Vorversuche beschränkt.²

Neuerdings habe ich speziell die Untersuchung der Entladung in Dämpfen von Natrium und Kalium, unter Anwendung einer aus demselben Metall bestehenden Elektrode wieder aufgenommen.

Das betreffende Metall wurde in eine zugleich als Elektrode dienende flache quadratische eiserne Schale von 7 cm Seitenlänge gebracht, welche durch Niederspannungsstrom von ca. 500—2000 Ampère Stärke eventuell bis zum Glühen erhitzt werden konnte. Die Schale befand sich unter einem oben tubulirten Luftpumpenrecipienten von 40 cm Durch-

¹ Weitere Versuche über den Einfluss der Elektrodensubstanz wurden mit Lösungen von Metallsalzen in Glycerin, concentrirter Schwefelsäure, Phosphorsäure, Aetznatron, Aetzkali, Chlorzink, Anilin u. s. w. ausgeführt, wobei sich ein merklicher Einfluss der Oberflächenbeschaffenheit ergab; ferner auch bei reinem und unreinem Quecksilber, bei welchem die Entladung die reinen Stellen bevorzugte. Vgl. O. Lehmann, Zeitschr. f. Elektrochemie, II, 481, 1896 und Wied. Anm. 56, 330, 2895.

² O. Lehmann, Zeitschr. f. Instrumentenkunde II, 77, 1882.

messer und 50 cm Höhe, durch dessen Tubulus die andere aus einem dicken Kupferklotz gebildete Elektrode hindurchgeführt war und zwar so, dass sie während des Stromdurchgangs der Schale genähert oder davon entfernt werden konnte. Die Starkstromleitungen zur Erhitzung waren in der in Fig. 32

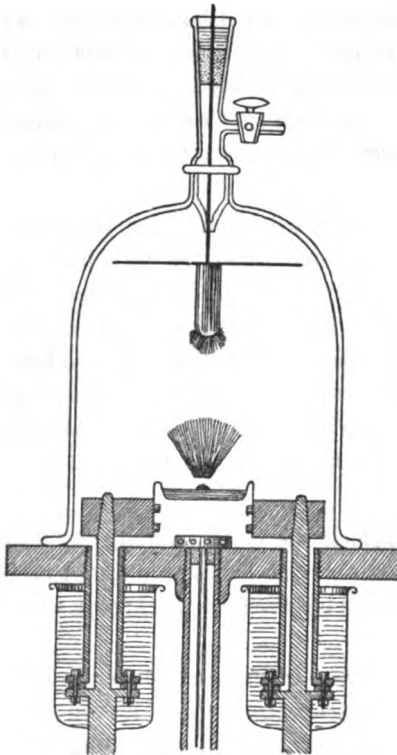


Fig 32.

angedeuteten Weise luftdicht durch den eisernen Luftpumpenteller hindurchgeführt und wurden durch umgeleitetes Wasser kühl gehalten. Bisher konnte ich nur wenige Versuche ausführen, welche indess immerhin schon interessante Einzelheiten ergaben. So zeigte sich namentlich, dass die Entladung z. B. bei Natrium, wenn dieselbe als Glimmentladung auftritt, nicht, wie man erwarten sollte, an den blanken und der entgegengesetzten Elektrode nächsten Stellen ihren Ausgang nimmt, sondern dass alle oxydirten d. h. mit Tropfen von geschmolzenem oder mit Krusten

von erstarrtem Aetznatron bedeckten Stellen mit Glimmlicht überzogen sind, während die blanken Theile der Oberfläche dunkel bleiben.

Die Farbe des Glimmlichts ist auch nicht gelb, sondern lila bis hell(röthlich) blau. Ein dunkler Kathodenraum schien nicht vorhanden zu sein, doch war der Dampfdruck noch ziemlich gross (ca. 5—10 mm), entsprechend der noch im Recipienten vorhandenen Stickstoffmenge.

War das Natrium Kathode und wurde die Stromstärke

soweit gesteigert, bis die Entladung an demselben sich auf einen Punkt concentrirte, so erschien dieser Punkt hellblau bis röthlichblau und darüber schwebte, durch einen dunkeln Raum getrennt, ein Büschel in der rothgelben Farbe des gewöhnlichen Natriumlichts. Die Anode war mit grünem Glimmlicht bedeckt.

Wurde Kalium an Stelle des Natriums gebraucht, so war der helle Fleck citrongelb, der Büschel blutroth und das Glimmlicht an der Anode hellblau.¹

Bildete sich eine positive Lichtsäule aus, so zeigte sie da, wo sie in den Metaldampf eintrat, starke Contraction und gewöhnlich auch andere Färbung. Bei einem vermuthlich unreinen Natrium war beispielsweise der dicke positive Theil der Lichtsäule rothgelb, der dünne, vom Natrium ausgehende, negative Theil citrongelb. Der erstere zeigte im Spektroskop wesentlich nur die Natriumlinie, der andere neben derselben eine intensive gelbgrüne Linie.

Sehr häufig erschienen nur die beiden Elektroden mit einer ausgedehnten dünnen Glimmlichthaut oder einzelnen Glimmlichtpunkten bedeckt, während fast die ganze Gas- oder Dampfmenge dunkel blieb.

Die elektrische Festigkeit des Gases schien durch Beimischung von nur wenig Metaldampf bedeutend verringert, so dass Spannungen, welche in Luft von gleicher Dichte nur bei sehr geringem Abstand der Elektroden die Entladung zu unterhalten vermochten, ausreichten eine anscheinend den ganzen Inhalt des Recipienten ausfüllende Entladung hervorzurufen.

Zuweilen stellte sich dabei zunächst eine sehr schwache Glimmentladung ein, welche sich dann plötzlich in eine starke mit geringer Spannung umwandelte, welche bei noch mehr vergrößerter Stromstärke ebenso plötzlich unter abermaligem Spannungsrückgang in Lichthogen überging.

Ich verzichte darauf noch mehr Einzelheiten zu be-

¹ Mittelst des Spektroskops untersucht zeigten sich die Spektren dieser Farben erheblich abweichend von den bisher bekannten Emissionsspektren, doch genügte der mir zur Verfügung stehende Apparat nicht zu genaueren Bestimmungen.

schreiben, da es nöthig ist, dieselben durch ausführlichere Versuche noch genauer zu untersuchen und sicherzustellen. Mangel an Raum im physikalischen Institut nöthigte leider vorläufig die Arbeiten abzubrechen.

Bezüglich der möglichen Erklärungen dürfte es sich empfehlen die Ergebnisse dieser weiteren Untersuchungen abzuwarten.

Es ist z. B. schwer zu sagen, wesshalb gerade an einer oxydirten Natriumfläche, wenn diese Kathode ist, das Hinderniss, welches wir als angelagerte positiv geladene Gasschicht dachten, leichter überwunden wird, als wenn das Natrium blank ist. Vielleicht sind es negativ geladene Sauerstoffionen, die aus dem Aetznatron frei werdend ihre Elektrizität an die positiv geladenen Wasserstoffionen abgeben, während Natriumatome nicht mit gleicher Leichtigkeit negative Elektrizität von der Oberfläche der Elektrode fortführen können, vielleicht aber auch hat der über der Oxydschicht lagernde Aetznatrondampf geringere elektrische Festigkeit als der reine Natriumdampf.

Von besonderem Interesse erscheint, dass das Licht unmittelbar an der kochenden Natriumfläche, wo doch sicherlich reiner Natriumdampf vorhanden ist, im Spektroskop nicht die Natriumlinie zeigt, sondern ein complicirtes Spektrum bestehend aus violetten, blauen, grünen und rothen Linien, neben welchen allerdings auch die gelbe Natriumlinie zu sehen ist. Eine Erklärung dafür ist wohl kaum auf andere Weise zu gewinnen, als durch die Annahme, dass die Intermittenzen der Entladung im positiven und negativen Licht erheblich verschieden sind, wie ich es schon früher ausgeführt habe.¹

Auf chemische Aenderungen an der Elektrodenoberfläche lassen sich vielleicht auch die eigenthümlichen von Hertz entdeckten und von Elster und Geitel weiter untersuchten lichtelektrischen Erscheinungen, welchen sich auch die elektrischen Wirkungen der Lenard'schen Kathodenstrahlen und Röntgen'schen X-Strahlen anreihen, zurückführen. Diese Andeutung möge aber genügen, da es mir bisher nicht möglich war darüber Versuche auszuführen.

¹ O. Lehmann, Wied. Ann. 22, 316, 1884.

Jedenfalls bedarf die völlige Aufklärung der Entladungserscheinungen noch sehr vieler Untersuchungen, ganz besonders solcher in grossen Entladungsgefässen. Mit abnehmendem Gasdruck vergrössern sich alle Dimensionen des Lichtgebildes zwischen den Elektroden und um dasselbe vollständig übersehen zu können sind entsprechend grössere Gefässe erforderlich. Für die höchsten Verdünnungen würden die Versuche Gefässe von technisch nicht mehr herstellbaren Dimensionen erfordern; da indess das Wesentliche der Erscheinung dasselbe bleibt und nur die Dimensionen sich ändern, kann man sich, falls nur der Entladungsprozess an sich studirt werden soll, auf Experimente bei mässigen Verdünnungsgraden beschränken.

Versuche, welche sich speziell auf das Auftreten der verschiedenen Strahlungsarten (Spektrallinien, X-Strahlen u. s. w.) beziehen, erfordern allerdings sehr hohe Verdünnungsgrade, können aber auch in kleineren Gefässen ausgeführt werden.

Nachdem durch die Entdeckung Röntgens in neuester Zeit die Entladungserscheinungen abermals in den Vordergrund des Interesses getreten sind und die Aufmerksamkeit weiterer Kreise auf sich gezogen haben, ist zu hoffen, dass sich die materiellen Schwierigkeiten, welche bisher einer gründlichen Untersuchung entgegenstanden, beseitigen lassen werden, umsomehr als gerade die Röntgen'schen Arbeiten auch den Fernerstehenden deutlich erkennen lassen, dass auf diesem Gebiete rein theoretische Arbeiten noch verfrüht sind und nur sorgfältige Experimentaluntersuchungen zu einer wirklichen Erweiterung unserer Kenntnisse führen können.

Der hochverdiente, durch die Präcision und Gründlichkeit seiner Untersuchungen auf dem Gebiete der mathematischen Physik berühmte Physiker Boltzmann in Wien sagt in der Einleitung zum zweiten Theil seiner „Vorlesungen über Maxwells Theorie der Elektrizität und des Lichtes“, indem er sich entschuldigt wegen der durch Sparsamkeitsrücksichten nöthig gewordenen dürftigen Ausstattung des Buches, wir Deutsche seien zu arm um die Ergebnisse physikalischer Forschung in gleich guter Ausstattung darbieten zu können wie die Engländer!

Wer an den Sitzungen der Naturforscherversammlung

im Jahre 1894 theilgenommen hat und dabei Gelegenheit hatte die höchst primitive Einrichtung des physikalischen Instituts der Universität Wien kennen zu lernen, der würde sich durchaus nicht gewundert haben, wenn Boltzmann noch weiter beigefügt hätte, dass der Deutsche auch für die physikalische Forschung selbst keine ausreichenden Mittel aufzubringen vermöge.

E. Wiedemann in Erlangen, dem wir eine stattliche Reihe von Experimentaluntersuchungen über elektrische Entladungen verdanken, und der kurz vor den Entdeckungen Röntgens bei ähnlichen Versuchen eine neue Strahlungsart entdeckte, die er „Entladungsstrahlen“ nennt, und wohl wegen Mangel an Apparaten nicht weiter verfolgen konnte, theilt in seiner Arbeit mit, dass er die benutzten Apparate dem Wohlwollen von Amerikanern(!) verdanke. Wer Gelegenheit hatte die dürftigen Einrichtungen kennen zu lernen, mit welchen Hertz, Lenard und Röntgen ihre grossen Untersuchungen ausgeführt haben, wird aufs höchste erstaunt gewesen sein, wie es möglich war mit so geringen Mitteln so hochwichtige Entdeckungen zu Tage zu fördern.

Bedenkt man wie grosse Kapitalien alljährlich in industriellen Unternehmungen angelegt und gewonnen werden, welche ihre Existenz in erster Linie, wenn nicht ausschliesslich, den Ergebnissen physikalischer Forschung verdanken, so leuchtet ein, dass es nicht materielle Armuth ist, welche die ungenügende Ausstattung sehr vieler physikalischer Institute bedingt, sondern der Umstand, dass gar vielfach die Erkenntniss des innigen Zusammenhangs zwischen wissenschaftlicher Forschung und praktischer Anwendung fehlt, sowie die klare Einsicht, dass die Entdeckung neuer Erscheinungen, wenn auch im letzten Stadium vielleicht das Spiel eines Zufalls, doch der Hauptsache nach das Ergebniss vieler ebenso weitläufiger wie kostspieliger Voruntersuchungen ist.

Die Regierungen und ganz besonders unsere eigene Landesregierung, deren stets bewiesenes Wohlwollen die Wissenschaft zu wärmstem Danke verpflichtet, würden in ihrem Bestreben die Schwierigkeiten zu beseitigen, weit grösseren Erfolg haben, gäbe es nicht Vertreter des Volkes, welche der Menschheit geradezu einen Dienst zu leisten glauben, wenn sie

der weisen Fürsorge der Regierungen für die Förderung der Wissenschaft allzeit ablehnend entgetreten und gäbe es nicht eine grosse Masse solcher, welche zwar stets ihr Interesse für die Wissenschaft zur Schau tragen und nicht genug darin thun können immer noch mehr und noch interessantere und nützlichere Ergebnisse zu erwarten, aber in merkwürdiger Gleichgültigkeit sich nie darum kümmern, inwieweit auch ihrerseits in dieser oder jener Weise die physikalische Forschung gefördert werden könnte, selbst wenn sie mit geringer Mühe oder geringen Opfern dazu sehr viel beizutragen in der Lage wären. Mit Stolz kann z. B. Amerika auf Private hinweisen, die nicht nur kleine Summen, sondern selbst Millionen zum Bau grossartiger wissenschaftlicher Institute beigetragen haben.

Das Erdbeben in der Umgebung von Lahr am 19. Januar 1897.

Von Prof. Dr. K. Futterer.

Kaum ein Jahr ist vergangen, seitdem ein ausgedehntes Erdbeben am 22. Januar 1896 den ganzen badischen Schwarzwald und Theile der Rheinebene erschütterte und sich weit über Baden hinaus fühlbar machte, und schon laufen wieder die Berichte ein über einen Erdstoss, der in der Nacht vom 19. auf den 20. Januar noch vor Mitternacht viele Bewohner eines grösseren in der Gegend von Lahr von der Kinzig bis an den Rhein reichenden Gebietes aus dem Schlafe aufschreckte. Selbst an den am stärksten erschütterten Punkten ist die Stärke des Stosses nicht so intensiv bei diesem Erdbeben von Lahr, als sie im vorigen Jahre an vielen Orten des Schwarzwaldes war.

Jenes Erdbeben von 1896 war viel ausgedehnter und hatte andere Ursachen als diese am 19. Januar 1897 in der Umgebung von Lahr eingetretenen Stösse; aber ebensowenig wie das erstere ist auch das zweite ohne Analoga unter den früher in Baden aufgetretenen seismischen Erscheinungen.

Eine kurze Besprechung auf Grund des eingegangenen Materials an Berichten wird diese Gleichartigkeit mit Erdbeben aus den Jahren 1886 und 1887 ebenso klar zeigen wie die Differenz hinsichtlich des Entstehungsortes beim Erdbeben von 1896.

Das betroffene Gebiet ist relativ klein, das Erdbeben also ein lokales zu nennen; bei seiner vielerorts geringen Stärke ist es vielfach nicht bemerkt worden, und somit ist auch das Material nicht für alle wissenschaftlichen Fragen ausreichend; als ungünstiger Umstand für die Beobachtung, insbesondere die Zeitangaben, kommt auch in Betracht, dass der Eintritt in der Nacht erfolgte.

Für die genauere Zeitbestimmung sind nur folgende Angaben verwendbar:

Aus Friesenheim wird in einem Zeitungsbericht 11^h 18' nach Bahnzeit für den Eintritt der Erschütterung angegeben; der Bericht des Postamtes aber am gleichen Orte gibt 11^h 10' an, wobei bemerkt ist, dass der Amtsvorstand selbst erwachte und sofort nach seiner Taschenuhr sah, welche die angegebene Zeit zeigte.

Aus Lahr wird ebenfalls in einem Berichte seitens des Postamtes die genaue Angabe 11^h 3' 15" gemacht. Herr Professor Mohr in Lahr theilt mit, dass 11^h 4' sowohl von dem dienstthuenden Beamten des Postamtes in Lahr wie der Postexpedition in Dinglingen als Eintrittszeit angegeben wird. Auch Herr Dr. Scharf bestimmte die Zeit auf 11^h 4' nach der Lahrer Rathhausuhr.

Die meisten anderen Berichte geben 11^h 5' an, auch 11^h 10' ist häufig erwähnt; aber 11^h 4' und 11^h 5' sind fast doppelt so oft genannt als 11^h 10'; wenn daher nicht noch eine der zuerst angeführten genaueren Angaben über alle Zweifel erhoben wird, kann die Zeit 11^h 4' als ungefähre Eintrittszeit angenommen werden; manche Angaben lassen Spielraum sogar bis 11^h 20' und 45'.

Darin aber herrscht grosse Uebereinstimmung, dass die Erschütterung von fast allen Orten als nur ein mehr oder weniger starker Stoss geschildert wird. Nur in Friesenheim berichtet ein Beobachter von drei dumpfen, schnell aufeinander folgenden Stössen, und dasselbe gilt von Lahr, wo die meisten nur einen Stoss wahrnahmen, während eine Person glaubte, drei unmittelbar aufeinander folgende Stösse unterscheiden zu können. Besonders in den Zeitungen wurde die Erschütterung als eine recht heftige an manchen Orten bezeichnet; die Folgeerscheinungen aber zeigen, dass sie nirgends den Grad 2 überstieg, wenn wir die Scala anwenden, welche schon der Besprechung des grossen Erdbebens vom 22. Januar 1896 zu Grunde gelegt wurde. Die Erschütterung war fähig, schlafende Menschen zu wecken, Schwanken von aufgehängten Gegenständen zu erzeugen, aber sie brachte nirgends Verschiebungen grösserer beweglicher Gegenstände hervor.

Die Grenzen des Verbreitungsgebietes der Erschütte-

rungen liegen im Norden und Nordosten an der Kinzig; von Punkten nördlich der Linie Offenburg-Zell sind keine Erschütterungen bekannt geworden; vom Kinzigthal bei Haslach geht die Grenze südwestlich bis Schweighausen und westlich bis Ettenheim; bemerkenswerther Weise machten die Erschütterungen nicht an der Rheinebene Halt, sondern dehnten sich noch in dem ganzen Bezirke zwischen Offenburg und Ettenheim mit westlicher Erstreckung bis zum Rheine hin aus; auf der linken Rheinseite wurde nur in Daubensand etwas wahrgenommen. Die meisten Orte der Ebene hatten nur ganz geringe Erschütterungen; aber in manchen, wie Ottenheim und Nonnenweier, erreichten sie doch den zweiten Grad, und von Ichenheim wird gemeldet, dass diese Erschütterung die heftigste war seit 30 Jahren, trotz mehrfach wahrgenommener anderer Erdbeben. Im allgemeinen sind aber die Orte im Gebirge, besonders die zwischen Kinzigthal und Rheinebene und die im Schutterthal gelegenen stärker erschüttert, ohne dass aber bedeutendere Unterschiede wahrnehmbar wurden. Herr Professor Mohr theilt mit, dass im allgemeinen der Stoss in den höher gelegenen auf Löss oder Buntsandstein stehenden Gebäuden stärker bemerkt wurde, als in der Ebene auf dem Diluvium und Aluvium; in mehreren Orten wurde der Stoss auch in ganz benachbarten Häusern in sehr verschiedener Stärke, manchmal auch gar nicht wahrgenommen, obwohl die Leute wach waren. Von Gengenbach wie Bieberach, Lahr und aus dem Schutterthale werden annähernd gleich starke Stöße gemeldet, die überall zu den gleichen Erscheinungen führten: Klirren der Gläser, Wanken der Möbel, Zittern der Häuser, Klappern der Bilder an den Wänden, Schlottern der Thüren, die wohl geeignet waren, die Menschen zu erwecken und aus den Betten fliehen zu lassen, so z. B. in Nonnenweier in der Rheinebene.

An einer Anzahl von Orten (3) wurde die Erschütterung weniger als Stoss, denn als wellenförmige Bewegung empfunden, wengleich an anderen wieder von einem deutlich fühlbaren Stosse gesprochen wird; da die Orte mit wellenförmiger Bewegungsart ebensowohl in der Rheinebene (Nonnenweier) wie im Gebirge liegen (Gengenbach, Diersburg) und

sonstige genauere Nachrichten fehlen, kann hier keine weitere Schlussfolgerung gezogen werden.

Die Richtung des Stosses oder der Wellenbewegung wird sehr verschieden an verschiedenen Orten sowohl wie an demselben angegeben und da auch meist keine Fortbewegungen von Gegenständen stattgefunden haben, die eine sichere Beurtheilung erlaubten, so ist es nur der momentane Eindruck der Beobachter, der als ein häufig recht unsicheres Moment hier berücksichtigt werden kann.

Meist wird die Richtung N.—S. angegeben (Bieberach, Lahr, Seebach, Diersburg); aber auch S.—N. (Gengenbach, Grafenhausen, Lahr), O.—W. (Reichenbach, Lahr, Dinglingen) und W.—O. (Friesenheim) kommen vor, neben SW.—NO. (Altenheim), SO.—NW. (Gengenbach), NO.—SW. (Bieberach), so dass irgend eine Gesetzmässigkeit nicht zu erkennen ist.

Bessere Schlüsse gestatten die folgenden Angaben: In Friesenheim wurde von einer in west-östlicher Richtung laufenden Mauer der Verputz nach Norden hin abgeworfen; in Dinglingen schwankte im Bahnhof eine Lampe in nord-südlicher Schwingungsebene; ein Wasserglas fiel nach NO. hin um in Allmannsweier und Wasser in einer Wasserschüssel bewegte sich zuerst nach Osten und zurück.

Der Stoss wurde nicht durch Geräusch angekündigt, war aber von einem solchen begleitet, das bald mit dem Rollen eines Wagens oder Zuges, dem Geräusche eines umfallenden schweren Gegenstandes oder mit donnerartigem Tone verglichen wird; das Getöse war wie überhaupt die ganze Erscheinung nur von kurzer Dauer, die von den meisten Beobachtern auf 2" - 3" bemessen wird; einzelne Angaben sprechen von 5", 10" oder gar 30" und dürften auf einer Ueberschätzung der wahren Dauer beruhen.

Von besonderen Erscheinungen verdient nur bemerkt zu werden, dass in Hofweier auf einer Anhöhe 25 m über der Rheinebene starker Wasserzudrang zu einem Baumloche beobachtet worden sein soll; im übrigen blieben in Orten, wie z. B. Friesenheim die Hausthiere ruhig, die bei früheren Erdbeben Beunruhigung gezeigt hatten.

Was nun die Entstehung dieses lokalen Erdbebens an-

belangt, so gibt der geologische Bau des betroffenen Gebiets uns Anhaltspunkte genug, um jene erklären zu können.

Abgesehen von den auf der Rheinebene gelegenen Orten befindet sich der erschütterte Bezirk auf einem Gebiet, das von vielen Verwerfungen durchsetzt ist, wo einzelne Schollen des Gebirges aneinander abgesunken und gegen einander verworfen worden sind. Wie schon früher Eck¹ auseinandersetzte und durch eine Karte erläuterte, sind einmal grosse Verwerfungen vorhanden, welche den Steilabfall des Schwarzwaldes zur Rheinebene bedingen; solche gehen von Nussbach über Ortenberg—Zunsweier—Lahr bis in die Gegend von Mahlberg und von Schmieheim südlich nach Bleichheim und sind östlich von kleineren Nebenspalten begleitet.

Eine weitere wichtige Bruchlinie geht in gebogenem Verlaufe von Diersburg nach Südosten und über Seelbach nach Schmieheim zur ersten Hauptverwerfung zurück; auch von dieser Linie spalten sich andere Verwerfungen mit südlichem Verlaufe ab. Noch weitere Verwerfungslinien liegen noch westlich der zuerst genannten Spalten und sind nur an wenigen Stellen zu beobachten, da sie zumeist von den jungquartären Bildungen des Rheinthaales verdeckt sind.

Am geologischen Aufbau des Gebietes nehmen krystal-line, granitische Gesteine, Gneise und auch Porphyre Theil, die noch bis an die Verwerfungslinien Nussbach—Ortenberg, Zunsweier—Diersburg--Seebach heranreichen; die einzelnen verstükelten Schollen westlich dieser Linien und bis an die Rheinebene sich ausdehnend werden besonders von Sedimenten der Trias (Buntsandstein, Muschelkalk), ganz im Westen auch von Jura (Hauptoolith) im Wesentlichen gebildet und zum grossen Theile vom Löss überdeckt, so dass ihre Verbreitung und auch der Verlauf der Verwerfungen nicht zu verfolgen ist.

Von früheren Erdbeben hatte das vom 7. Juni 1886 ein etwas grösseres Verbreitungsgebiet als das jetzt in Frage stehende vom 19. Januar 1897; aber die Analogie ist eine so weitgehende, dass auch die Art seiner Entstehung, die

¹ Eck: Das Erdbeben in der Gegend von Lahr am 7. Juni 1886. Verhandlungen des Naturw. Vereins zu Karlsruhe. Zehntes Heft. Zweite Folge 1888.

Eck auf die Verschiebungen der Gesteinsschollen an den Spalten zurückführt, hier zutrifft. Mangels genauerer Materialien kann hier nicht, wie damals, das eine bestimmte Gebirgsstück zwischen Oberschopfheim—Niederschopfheim und Diersburg allein verantwortlich gemacht werden für die Erschütterung; aber der Grad dieser letzteren an den im Gebiete der Verwerfungen liegenden Orten ist relativ derselbe im früheren wie im jetzigen Falle, und auch wir sehen uns zu der Annahme gezwungen, dass die stärkere Erschütterung einiger Orte in der Rheinebene, wie Nonnenweier, Ottenheim, auf „die weniger tiefe Lage eines versenkten Gebirgsstückes unter den auflagernden jüngeren Bildungen“ (Eck) zurückzuführen sein dürfte.

Nicht nur am 7. Juni 1886, noch einigemale darauf am 9. Oktober 1886 und am 11. Juni 1887 ist dasselbe Gebiet zum Theil, allerdings mit weiteren Grenzen, die über den Rhein und nordwestlich bis Strassburg reichten, erschüttert worden; bald lagen die stärker erschütterten Punkte weiter westlich in der Ebene, bald östlich in den Schollen des Sedimentärgebirges. Das bei den drei genannten Beben 1886 und 1887 gemeinsam erschütterte Gebiet hat nach Eck eine östliche Grenzlinie, die von Reichenbach im Schutterthale über Diersburg nach Schutterwald, Altenheim und Strassburg lief. Das Verbreitungsgebiet des Erdbebens vom 19. Januar 1897 reicht östlich bis an die Kinzig bei Bieberach heran, scheint dafür aber sich ganz auf das rechte Rheinufer zu beschränken; man könnte darin einen Hinweis darauf erblicken, dass die dieses Beben bedingenden Erschütterungen auf Bewegungen beruhen, die an mehr östlich gelegenen Spalten vor sich gingen, während sie vor zehn und elf Jahren etwas weiter westlich ihre Hauptstärke besessen haben und zum Theil an den Verwerfungslinien unter der Rheinkiesbedeckung vor sich gegangen sein dürften.

Auch jetzt ist es wieder derselbe von Spalten durchsetzte Bezirk, in welchem immer wieder von neuem Bewegungen vor sich gehen und dadurch die Oberfläche zum Erzittern bringen; die Ursachen sind für alle diese und auch viele andere Erdbeben des Rheinthaales dieselben: es sind die noch immer andauernden Aeusserungen des Einsinkens und des

Zusammenbruches des gewaltigen Grabens, der Schwarzwald und Vogesen trennt, und der Kräfte, welche unser Oberrheinthal im Laufe junger geologischer Perioden hervorgebracht haben; gering und unscheinbar vollziehen sich die einzelnen lokalen Bewegungen, aber ihre Stöße lassen den Menschen zittern und im Laufe geologischer Zeiträume erzielen sie die gewaltigen Wirkungen.

NB. Eine kartographische Darstellung des Verbreitungsgebietes dieses Erdbebens wird bei einer späteren Gelegenheit gegeben werden.

Ueber Röntgen'sche X-Strahlen.

Von Hofrath O. Lehmann.

Kurz vor Schluss des vorigen Jahres ist es bekanntlich dem Scharfblick des Würzburger Physikers Professor Dr. Röntgen gelungen, eine neue Art Strahlen zu entdecken, welche durch ihr merkwürdiges Verhalten, ganz besonders aber durch die Fähigkeit, auf photographischen Platten Bilder vollkommen verhüllter Gegenstände oder Bilder der inneren Struktur lebender Organismen hervorzubringen, überall das grösste Aufsehen erregt haben.

Ich möchte heute versuchen, Ihnen diese Strahlen und deren Wirkung experimentell vorzuführen, muss aber von vornherein diejenigen unter Ihnen, welche in der Erwartung gekommen sein sollten, eine glänzende Lichterscheinung zu sehen, bitten, Ihre Erwartungen möglichst zu mässigen.

Ich verfüge zwar über einen sehr vollkommenen Apparat, die Röhren sind dieselben, welche in der Urania in Berlin benutzt werden und welche nach meinen Erfahrungen die beste Wirkung geben; und statt des anderwärts benutzten Rühmkorff'schen Funkeninduktors gebrauche ich eine weitaus wirksamere Elektrizitätsquelle, eine Art Tesla-Transformator von ganz ungewöhnlicher Grösse; die Strahlen aber, um welche es sich hier handelt, sind, auch bei grösster Intensität, an sich überhaupt unsichtbar, wie Sie sich sofort überzeugen können, wenn ich den in einen undurchsichtigen schwarzen Kasten eingeschlossenen Apparat nunmehr im völlig verfinsterten Zimmer in Thätigkeit setze. Selbst wenn wir die Strahlen sichtbar machen, indem wir sie auf einen mit Platincyanbaryum bestrichenen Papierschirm fallen lassen, erscheinen sie nur als mattes, phosphorisches Leuchten, welches für diejenigen, welche 12 und mehr Meter entfernt sitzen, kaum noch genügend sichtbar sein wird.

Ich bringe nunmehr einen solchen Schirm von 30×30 cm Grösse vor den dunkeln Kasten und Sie sehen denselben sofort in seiner ganzen Ausdehnung hell aufleuchten. Bringe ich zwischen Kasten und Schirm ein 2 mm starkes Bleiblech, so wirft dasselbe einen scharfen, tiefschwarzen Schatten auf den Schirm. Ein 3 cm dickes tannenes Brett dagegen lässt, wie Sie sehen, die Strahlen fast vollständig hindurch, das phosphorische Leuchten erscheint nur in sehr geringem Masse geschwächt. Aehnlich verhalten sich ein Aluminiumblech, eine Ebonitscheibe und eine Papptafel. Zinkblech dagegen erzeugt einen ziemlich kräftigen, dunkelgrauen Schatten.

Ich verwende nun als schattenwerfenden Körper einen grossen Buchstaben aus Blei. Sie sehen denselben mit völliger Schärfe tiefschwarz auf dem hell erleuchteten Schirm hervortreten. Daran ändert sich auch nichts, wenn ich denselben in eine völlig undurchsichtige schwarze Schachtel aus dickem Pappeckel einschliesse.

Halte ich die Hand zwischen Kasten und Schirm, so erkennen Sie die Umrisse derselben sehr blass auf dem Schirm und innerhalb dieses blassen Bildes der Hand dunkelgrau, nicht völlig schwarz, die Schatten der Knochen in der Hand. Ein Bleiblech mit rundem Loch in der Mitte lässt ein Strahlenbündel hindurch, welches auf dem Schirm einen scharfen, weissen Fleck erzeugt.

Halte ich eine Anzahl solcher Diaphragmen hintereinander, so geht das Strahlenbündel nur hindurch, wenn die Oeffnungen in derselben geraden Linie liegen. Die Strahlen pflanzen sich also wie Lichtstrahlen in gerader Richtung fort.

Lasse ich sie auf einen Spiegel oder ein Prisma fallen, so tritt, wie Sie sehen, nicht die geringste Reflexion oder Brechung ein, wie bei Lichtstrahlen; die Strahlen gehen vielmehr geradlinig durch diese Gegenstände hindurch und werden nur stark abgeschwächt, so dass wir lediglich einen Schatten des Spiegels bzw. des Prismas auf dem Schirm erkennen, keinen reflektirten oder abgelenkten Strahl.

Wir wollen nun die Strahlen auf eine photographische Platte fallen lassen. Ich habe eine solche durch doppelte Umhüllung mit schwarzem Papier gegen Licht vollkommen geschützt hier. Ich bedecke sie mit einer Pappschachtel, in

welcher sich Schablonen aus verschiedenen Metallen befinden, und setze sie nunmehr der Einwirkung der unsichtbaren Strahlen einige Minuten lang aus. Wir werden dann sofort die Platte entwickeln und fixieren, und es wird sich zeigen, dass deutliche Bilder der Schablonen entstanden sind; nur werden die Schablonen aus dünnem Kupferblech und diejenigen aus Aluminiumblech soviel Licht durchgelassen haben, dass wir deutlich die darüber liegenden Theile anderer minder durchlässiger Schablonen erkennen können. Ich werde nun, während die Platte entwickelt wird, eine Reihe von zum Theil gut gelungenen Photographien aus verschiedenen Instituten, insbesondere aus dem Hamburger Staatslaboratorium von Professor Dr. Voller, aus dem Züricher Laboratorium von Professor Dr. Pernet, aus Frankfurt von Professor Dr. W. König, von Dr. Bauer in Darmstadt u. s. w. projizieren und schliesslich auch diejenige, die wir soeben angefertigt haben. Eine grössere Zahl Photographien sehen Sie ferner an den Wänden des Saales angeheftet. Alle diese Versuche und Demonstrationen lassen erkennen, dass es sich hier um eine ganz merkwürdige neue und hochinteressante Entdeckung handelt und man wird unwillkürlich erinnert an den bekannten Spruch des Rabbi Ben Akiba „Alles schon dagewesen“. Noch nie scheint derselbe in so glänzender Weise widerlegt worden zu sein, wie durch diese neueste Entdeckung der Röntgen'schen X-Strahlen! Und doch gibt es scheinbar unter den physikalischen Erscheinungen ähnliche, so dass wir nothwendig nun auf die weitere Frage eingehen müssen, existirt eine Beziehung der Röntgen'schen Strahlen zu andern Strahlenarten, welche ähnliches leisten oder lässt sich erweisen, dass sie völlig davon verschieden sind?

Ich habe hier ein Glasgefäss mit einer tintenartigen Flüssigkeit (Nigrosinlösung in Chloroform), welche kein Licht durchlässt, so dass ein Kreuz aus Blech, welches ich in die Flüssigkeit einsenke, völlig unsichtbar ist. Ich will nun zeigen, dass von diesem unsichtbaren Gegenstand, dem Kreuz, mit Leichtigkeit mittels bekannter unsichtbarer Strahlen, der sog. Wärmestrahlen, wie sie von jedem Ofen ausstrahlen, ein photographisches Abbild gewonnen werden kann. Ich lasse solche Strahlen durch das Glasgefäss und eine Linse hindurch

auf einen mit Leuchtfarbe bestrichenen phosphoreszirenden Papierschirm fallen. Sie sehen sofort das Kreuz fast völlig schwarz auf hellem Grunde hervortreten. Nun schneide ich die Wärmestrahlen durch einen für sie undurchdringlichen Metallschirm ab, und Sie sehen, wie nun das Kreuz hell auf dunklem Grunde hervortritt. Ich hätte nur nöthig, eine photographische Platte auf das phosphoreszirende Papier zu drücken, um sofort ein scharfes Abbild des Kreuzes zu erhalten.

Es gibt indes noch eine andere Art unsichtbarer Strahlen, welche die Herstellung einer solchen Photographie sogar noch bequemer ermöglicht.

Ich habe hier eine Kasette aus sehr dunkel-violettem, fast schwarzem Glas, welche kaum merklich Licht durchlässt, und verberge nun in dieser undurchsichtigen Hülle das Kreuz. Durch die Hülle vermögen Lichtstrahlen fast gar nicht, die sog. chemischen Strahlen dagegen mit Leichtigkeit hindurchzudringen. Diese Strahlen wirken nicht auf das Auge ein, wohl aber auf einen mit Platincyanbaryum oder schwefelsaurem Chinin bestrichenen Papierschirm, ähnlich wie die Röntgen'schen Strahlen. Ich bringe nun einen solchen Schirm in den Weg der Strahlen, sofort sehen Sie denselben hell aufleuchten und auf dem hellen Grund tritt das völlig schwarze scharfe Abbild des Kreuzes hervor.

Würde ich an Stelle des fluoreszirenden Schirms eine photographische Platte bringen, so würde fast momentan ein dauerndes Bild des Kreuzes entstehen, da die benutzten unsichtbaren chemischen Strahlen äusserst energisch auf die Platte einwirken.

Das Problem, verhüllte unsichtbare Gegenstände photographisch abzubilden, scheint also mit Hilfe der altbekannten Wärmestrahlen und chemischen Strahlen ebenso gut lösbar, wie mit den Röntgen'schen, so dass vielleicht Zweifel darüber anfauchen könnten, ob letztere wirklich als eine neue Strahlengattung anzusehen sind. Alle derartigen Zweifel schwinden, wenn wir uns erinnern, dass die Röntgen'schen Strahlen weder reflektirt, noch gebrochen werden.

Gerade dieser Eigenschaft wegen ist es möglich, mittelst der Röntgen-Strahlen auch durch poröse und aus vielen kleinen Partikelchen zusammengesetzte Körper, wie Holz,

Pappe, Fleisch u. dgl. scharfe photographische Bilder herzustellen, was mit Wärmestrahlen und chemischen Strahlen aus dem genannten Grunde ebenso wenig möglich ist, wie mit gewöhnlichen Lichtstrahlen.

Ich erzeuge beispielsweise mit gewöhnlichem Licht ein scharfes Bild auf einem weissen Schirm und schiebe nun in den Weg der Strahlen einen Glastrog, welcher mit Glaskörnern und einer durchsichtigen Flüssigkeit (Benzol) angefüllt ist. Sie sehen, wie sehr das Bild verwaschen wird, wie völlig unmöglich es wäre, mittelst solcher Strahlen durch diesen verhältnissmässig noch gut durchsichtigen Brei von Glas und Benzol hierdurch ein scharfes photographisches Bild aufzunehmen.

Allerdings sind nun auch unsichtbare Strahlen bekannt, welche fast ungestört durch Holz, ja sogar durch Stein, durch Asphalt, selbst durch die aus Stein, Mörtel und Holz zusammengesetzten Wände eines Zimmers hindurchzudringen vermögen. Es sind die von Prof. Hertz entdeckten elektrischen Strahlen. Können diese vielleicht zur Erzeugung einer Photographie von der verlangten Beschaffenheit dienen? Nein! Denn sie wirken überhaupt nicht auf eine photographische Platte ein.

Uebrigens sind dieselben den unsichtbaren Wärme- und chemischen Strahlen, sowie den sichtbaren Lichtstrahlen sehr nahe verwandt, denn nur sehr kleine Hindernisse vermögen sie nicht von ihrer Bahn abzulenken, durch grosse Spiegel und Prismen, wie z. B. die hier aufgestellten 2 m hohen, von Hertz selbst benutzten Exemplare, werden sie ganz ebenso reflektirt und gebrochen wie gewöhnliche Lichtstrahlen. Sie müssen somit zu diesen in naher Beziehung stehen.

Ich halte in diesen Lichtstrahl denselben Spiegel und sodann dasselbe Prisma, welche bei den Röntgen'schen Strahlen eingeschaltet wurden. Sie sehen deutlich den Unterschied. Mittelst des fluoreszirenden, bezw. phosphoreszirenden Schirms kann ich auch leicht nachweisen, dass die chemischen Strahlen stärker gebrochen werden als die violetten, weshalb sie gewöhnlich ultraviolette genannt werden, die Wärmestrahlen weniger stark als die wenigst brechbaren rothen, weshalb sie

ultrarothe Strahlen heissen. Untersuchen wir die Hertz'schen elektrischen Strahlen auf ihre Brechbarkeit, so zeigt sich, dass sie noch weniger gebrochen werden als die ultrarothten. Sowohl die Reflexions- wie die Brechungserscheinungen beruhen darauf, dass alle die betrachteten Strahlenarten Wellenbewegungen oder richtiger in Form von Wellen fortschreitende Zustandsänderungen des Aethers sind, wie ich nun für Licht nachweise, indem ich zeige, dass zwei Lichtstrahlenbündel, ähnlich wie zwei von verschiedenen Punkten ausgehende Systeme von Wasserwellen sich an einzelnen Stellen verstärken, an anderen schwächen.

Bei Röntgen-Strahlen hat man eine solche sogen. Interferenz nicht beobachtet.

Man kann ferner zeigen, dass beim Licht die Schwingungen in einer Ebene erfolgen, wie ich nun durch die bald stärker, bald schwächer werdende Reflexion eines Lichtstrahls an einem rotirenden Spiegel nachweise.

Auch diese Eigenschaften, welche den unsichtbaren Strahlen ebenfalls zukommt, die Polarisation fehlt den Röntgen-Strahlen vollständig.

Das sind so viele Unterschiede, dass die X-Strahlen unmöglich den andern Strahlenarten nahe verwandt sein können.

Und doch zeigt sich eine gewisse Verwandtschaft durch die Art der Entstehung.

Die Hertz'schen Strahlen entstehen bei elektrischen Entladungen, die Röntgen'schen ebenfalls. Sollte es nun nicht möglich sein, aus den Vorgängen bei der elektrischen Entladung auch die Nothwendigkeit der Entstehung der Röntgen-Strahlen zu begreifen und deren eigentliches Wesen zu erkennen?

Um uns hierüber zu orientiren, betrachten wir zunächst die Entstehung Hertz'scher Strahlen bei Entladung zweier entgegengesetzt geladener Konduktoren. Früher sagte man, solche Konduktoren seien gefüllt mit positivem bzw. negativem elektrischem Fluidum. Die neueren Untersuchungen haben aber ergeben, dass jene alte Vorstellungsweise nicht

zutreffend sein kann, dass vielmehr der elektrische Zustand ein eigenthümlicher Zustand des die Konduktoren umgebenden Mediums ist.

Welcher Art dieser Zustand ist, kann nicht genau angegeben werden. Vielleicht ist es ein wirbelnder Bewegungszustand des Aethers. Ich will versuchen, Ihnen darüber eine Andeutung zu geben.

Bringe ich in die Nähe der Konduktoren in das „elektrische Feld“ eine evacuirte Glasröhre, so leuchtet sie auf; sie leuchtet wieder auf, wenn ich sie entferne. Gleiches geschieht, wenn ich die Konduktoren in rascher Folge elektrisch mache und wieder entlade, oder ihre Ladung wechseln lasse.

Verschwundet der elektrische Zustand, indem zwischen den Konduktoren Funken überspringen, so entsteht auf Kosten des elektrischen Zustandes Wärme. Ich kann, wie sie sehen, mit dem Funken ein Stück Holz in Brand setzen.

Das elektrische Feld muss also Energie enthalten, d. h. etwas, was sich ebenso wie Bewegung in Wärme umwandeln lässt.

Strömt die Elektrizität durch einen Drahttring, so geht von diesem eine eigenartige sog. magnetische Wirkung aus. Er ist im Stande, weiches Eisen anzuziehen.

Hinter diesem Schirm ist eine Drahtrolle aus 10 Windungen versteckt, durch welche die Elektrizität hin- und herfließt. Ich nähere eine andere gleichbeschaffene Drahtrolle, an welcher eine gewöhnliche Glühlampe hängt und Sie sehen diese schon bei grossem Abstand von dem elektrischen Strom in Folge der magnetischen Wirkung hell aufleuchten.

Ich führe durch eine andere Drahtrolle von mehr Windungen, in welcher ein Bündel von Eisendrähten steckt, einen derartigen hin- und hergehenden sog. „Wechselstrom“. Sie sehen, wie vermöge der magnetischen Wirkung ein Serviettenring, den ich über das Drahtbündel schiebe, frei schwebend erhalten oder bei plötzlichem Schliessen des Stromes bis an die Zimmerdecke fortgeschleudert wird.

Ein Bild über die Vertheilung der magnetischen Kräfte in der Nähe einer stromdurchflossenen Drahtrolle kann man sich machen, wenn man dieselben auf Feilspähne einwirken lässt, welche auf einem straff ausgespannten Papier aufge-

strent sind. Sie sehen, wie sich diese Eisenpartikelchen in Linien ordnen, welche im Allgemeinen senkrecht zur Fläche des Drahttringes stehen. Diese Linien sind die sog. „Kraftlinien.“

Lassen wir den Strom in die Drahtrolle eintreten, so ist zunächst dieses System von Kraftlinien noch nicht vorhanden; es bildet sich erst allmählich aus. Es zeigt sich zunächst unmittelbar am Drahte und schreitet von hier aus in den Raum fort mit der ungeheuern Geschwindigkeit von 300 000 Kilometer pro Sekunde. Gleiches gilt von dem elektrischen Zustand beim Laden zweier Konduktoren, der sich ebenfalls durch Kraftlinien darstellen lässt.

Entladen wir die Konduktoren, so verschwindet ein Theil der Kraftlinien unter Bildung von Wärme, ein anderer Theil eilt als „elektrische“ bzw. „magnetische“ Welle in den Raum hinaus.

Solche elektrische und magnetische Wellen, welche stets vereint auftreten, setzen die Hertz'sche Strahlung zusammen.

Fallen sie auf zwei genügend nahestehende Konduktoren, so veranlassen sie das Ueberspringen von Funken zwischen denselben. Durch diese Funkenbildung kann auf einfachste Weise die Existenz der für das Auge unsichtbaren elektrischen Strahlung an einem Orte nachgewiesen werden.

Die Wellenlänge der Hertz'schen Strahlen beträgt gewöhnlich etwa einige Meter. Man hat aber auch kleinere Wellen bis zu 6 mm herunter erzeugen können. Die Zahl der Wellen, welche pro Sekunde von den Konduktoren, zwischen welchen die Entladung stattfindet, ausgehen, beträgt einige Millionen bis zu 50 Milliarden. Würde man Konduktoren verwenden, welche einen Durchmesser von nur $\frac{1}{10}$ eines Milliontel Millimeters hätten, so entstünden Wellen von so geringer Länge, wie sie die gewöhnlichen Lichtstrahlen besitzen (0,01 bis 0,0001 mm, entsprechend einer Schwingungszahl von 30 bis 3000 Billionen pro Sekunde). Praktisch sind solche Konduktoren nicht herstellbar, sie finden sich aber fertig vor in Form der Moleküle, so dass höchst wahrscheinlich die Entstehung des Lichtes und der ihm verwandten unsichtbaren Strahlen zurückzuführen ist auf Ausgleich zwischen entgegengesetzt geladenen Molekülen.

Dass wir selbst bei so intensivem Licht, wie es uns von der Sonne zustrahlt, keine Spur von elektrischen Wirkungen wahrnehmen, beruht theils auf dem enorm raschen Wechsel der elektrischen Zustände, theils auf der äusserst geringen Grösse der auftretenden elektrischen Spannungen. Immerhin gibt es Erscheinungen, welche auf die elektrische Natur des Lichtes hinweisen, wie Sie z. B. erkennen, wenn ich ein mit einem Stück Kalium verbundenes geladenes Elektroskop dem Lichte einer Magnesiumflamme oder auch nur einer Kerze aussetze. Die Ladung des Elektroskops verschwindet im ersten Falle sofort, im andern nach und nach, wenn nur die Belichtung andauert.

Die Hertz'schen Wellen sowohl, wie die Lichtwellen sind nun transversalen Wellenbewegungen vergleichbar, etwa den Wasserwellen, welche entstehen beim Einwerfen eines Steines in einen Teich, wobei sich die Wassertheilchen senkrecht zur Richtung der Fortpflanzung der Wellen auf- und abbewegen.

Ausser Transversalwellen entstehen aber beim Einfallen des Steins in das Wasser auch longitudinale Wellen, bestehend aus einer Aufeinanderfolge von Verdichtungen und Verdünnungen, so dass sich die Theilchen in der Fortpflanzungsrichtung der Wellen hin und her bewegen. Diese longitudinalen Wellen können wir nicht sehen, wir empfinden sie aber, sobald sie, in die Luft austretend, in unser Ohr gelangen als Schall, nämlich als das Geräusch, welches der Stein beim Einwerfen in das Wasser hervorruft.

Sollte es auch longitudinale Lichtwellen geben und sind vielleicht diese die Strahlen, die als X-Strahlen erscheinen? Röntgen hat sich dahin ausgesprochen, dass manches dafür spricht, dass diese Auffassung zutreffend ist. Aber inwiefern könnten bei dem Entladungsprozess solche longitudinale Wellen hervorgerufen werden?

Geht der elektrische Strom durch die Luft, so erscheint derselbe als zusammenhängende Lichtmasse, wie Sie an diesem etwa 20 cm langen sog. Lichtbogen, welcher mit einer Spannungsdifferenz von ca. 4000 Volt erzeugt ist, erkennen können.

In verdünnter Luft nimmt der Lichtstreifen weit grössere Dimensionen an, z. B. sehen Sie in diesem sog. elektrischen

Ei, welches nur mässig ausgepumpt ist, den Lichtstreifen eine Länge von 70 cm annehmen; in diesem zweiten fast 4 m langen röhrenförmigen Recipienten erfüllt die Lichtmasse den ganzen Innenraum. Sie erscheint aber bei geringerer Stärke des Stromes nicht zusammenhängend, sondern nur von der positiven Zuleitung aus erstreckt sich eine kontinuierliche Säule rothen Lichtes bis in die Nähe der negativen, wo sie scharf abgeschnitten ist. Es folgt ein mehr oder minder grosser Raum und dann blaues Licht, welches den negativen Konduktor fast vollständig umhüllt:

Zuerst wurde diese Unterbrechung der Lichtsäule beobachtet von Faraday im Jahre 1838, sodann genauer untersucht von Plücker in Bonn 1862 und nach ihm von Hittorf und zahlreichen andern Forschern.

Besonders auffällig treten die Unterschiede zwischen positivem und negativem Licht hervor in diesem dritten sehr stark evacuirten elektrischen Ei. Die negative Elektrode oder Kathode ist umgeben von einer durch einen 2 cm dicken dunkeln Raum davon getrennten blauen Hülle, welche bis an die Wände des 30 cm weiten Gefässes sich erstreckt. An der positiven Elektrode oder Anode zeigt sich nur ein sehr dünner Ueberzug von röthlichem Glimmlicht, welches durch einen ausgedehnten dunkeln Raum von dem negativen Licht geschieden ist. Letzteres scheint aus geraden Strahlen zu bestehen, welche senkrecht von der Oberfläche der Kathode ausstrahlen und deshalb Kathodenstrahlen genannt werden. Wie verläuft nun in diesen Lichtmassen der elektrische Strom? Denken wir uns denselben als Strom eines feinen Fluidums, so müsste jedes kleinste Theilchen dieses Fluidums eine zusammenhängende Linie (Stromlinie) von einem Pol bis zum andern beschreiben und würde das Leuchten des Gases uns diese Bahnen der elektrischen Theilchen andeuten, so müsste nothwendig die Lichtmasse, wie bei dem zuerst demonstirten Lichtbogen von einem Pole bis zum andern zusammenhängend sein.

Da dies nun beim Auftreten der Kathodenstrahlen nicht der Fall ist, so sind nur zwei Erklärungsarten möglich, je nachdem man annimmt, dass die Strömung eine stetige oder eine intermittirende ist. Im ersten Fall ergibt sich, dass die

Lichterscheinungen überhaupt nicht die Bahn des Stromes bezeichnen, sondern selbständig verlaufende Begleiterscheinungen des Stromdurchgangs sind. Im andern Fall müsste man annehmen, dass in rascher Folge eine Ladung der Glaswand oder einer in der Nähe befindlichen Luftschicht und dann alsbald wieder Entladung derselben seitens der Anode erfolgt.

Die erste Annahme wurde insbesondere bezüglich der Kathodenstrahlen von Hittorf, Goldstein und Hertz als einzig zulässige betrachtet, weil die Zahl der Intermittenzen nach der zweiten Annahme eine überaus grosse, in die Billionen pro Sekunde gehende sein müsste. Indes ist die andere Annahme durchaus nicht ausgeschlossen, es will mir sogar scheinen, dass die Einwirkung magnetischer Kräfte auf den Entladungsvorgang dieselbe geradezu als die richtige erweist.

Damit wäre sodann auch die überaus grosse Zahl der Pulsationen und der abwechselnden Ladungen und Entladungen der Fläche, an welcher die Kathodenstrahlen endigen und von wo den Röntgen'schen Versuchen zufolge die X-Strahlen ihren Ausgang nehmen, erwiesen und eine Ursache gefunden, welche das Auftreten jener Strahlen als nothwendig bedingen muss.

Ueber die magnetischen Wirkungen auf einen beweglichen Stromleiter können wir uns am besten unterrichten, wenn wir eine leicht biegsame, von starkem Strom durchflossene Leitungsschnur in das magnetische Feld einer grossen stromdurchflossenen Drahtrolle bringen. Wie Sie sehen, wird die Leitungsschnur kräftig in der Richtung senkrecht zu den Kraftlinien zur Seite gestossen, nach rechts oder links oben oder unten, je nach der Richtung des Stromes. In der Richtung der Kraftlinien gehalten, windet sie sich zur Spirale. Eine Kupferscheibe, in welcher der Strom von der Achse nach dem Umfang geht und durch welche die Kraftlinien senkrecht hindurch gehen, kommt in kontinuierliche Rotation. Ebenso eine Schicht leitender Flüssigkeit, z. B. Salzlösung, durch welche wir die Kupferscheibe ersetzen.

Genau dieselben Wirkungen beobachten wir nun, wenn wir das stromdurchflossene, elektrische Ei in das magnetische Feld der Drahtrolle bringen. Die positive Lichtsäule verhält

sich wie ein biegsamer Draht, der einerseits an der Anode befestigt ist, andererseits da, wo die Kathodenstrahlen endigen. Letztere selbst verhalten sich wie biegsame Leiter, die an der Kathode befestigt und am andern Ende völlig frei sind.

Dieses magnetische Verhalten spricht also zu Gunsten der Annahme, dass die Lichterscheinungen thatsächlich die Bahn des Stromes bezeichnen, dass dieser aber nicht kontinuierlich verläuft, sondern in äusserst rascher Folge von der Kathode dahin, wo die Kathodenstrahlen endigen und dann wieder von hier nach der Anode.

Woher aber diese eigenthümliche Unterbrechung in der Nähe der Kathode? Ein Grund dafür lässt sich vielleicht finden in der Eigenthümlichkeit der Luft, positive Elektrisirung stark festzuhalten, negative dagegen leicht abzugeben.

In Folge dessen bildet sich um die Kathode eine Hülle positiv elektrischer Luft, welche nothwendig die erwähnte Unterbrechung der Strombahnen zur Folge haben muss.

Ist diese Deutung der polaren Unterschiede der Entladung zutreffend, so muss sich eine Aenderung ergeben, wenn wir die Luft ersetzen durch ein anderes Gas, welches sich wesentlich anders verhält.

Ich will zeigen, dass in der That die Unterschiede nahezu vollständig verschwinden, wenn wir die Luft ersetzen durch den Dampf eines Metalles oder die Luft mit solchem vermischen. Es genügt hierzu die Entladung durch Einschaltung von Sammelapparaten, in welchen sich die Elektrizität vor dem Uebergang aufspeichert, sog. Condensatoren zu verstärken, da dann die Elektroden sich an einzelnen Stellen bis zum Glühen erhitzen und daselbst lebhaft verdampfen.

Sie sehen, dass nun die Entladung in unserm hoch evacuirtten Ei plötzlich ein ganz verändertes Aussehen annimmt. Kathodenstrahlen und dunkler Raum sind verschwunden und eine grell-weiße Lichtmasse erfüllt kontinuierlich den Raum zwischen den Elektroden, beiderseits fast gleichmässig an hell weissglühenden Stellen der Elektroden endigend.

Bei der geringen Ergiebigkeit meiner Elektrizitätsquelle erfolgt die Entladung in verhältnissmässig langen Pausen

in einzelner Lichtblitzen (Funkenentladungen), welche ganz den Funken in freier Luft entsprechen. Würde ich eine mächtigere Elektrizitätsquelle verwenden, so würden diese Funken so rasch aufeinander folgen, dass eine Unterscheidung nicht mehr möglich wäre, wir hätten dann jene bereits vorher in freier Luft demonstrierte Entladungsform, welche ebenfalls in Folge der Bildung von Metaldampf nur geringe Unterschiede beider Seiten und keine Unterbrechung durch einen dunkeln Raum zeigt — den Lichtbogen.

Wollen wir heftige Stromstösse erhalten, so muss hiernach die Bildung von Metaldampf vermieden, die Bildung der elektrischen Lufthülle dagegen begünstigt werden.

Dies ist möglich durch Anwendung eines äusserst hohen Vacuums, da in solchem die Dicke der elektrischen Lufthülle in Folge der erleichterten Beweglichkeit der Luftmoleküle sehr viel grösser ausfällt, wie schon die beträchtliche Ausdehnung des die Kathode umgebenden dunkeln Raumes erkennen lässt.

Gerade in diesem Falle, bei Anwendung eines äusserst hohen Vacuums und bei nicht allzugrosser Stromstärke, also unter Vermeidung von Funken- und Lichtbogenentladung, erscheinen die Röntgen-Strahlen in ihrer vollen Stärke und die Unkenntniss dieser Versuchsumstände — welche in der vorläufigen Mittheilung Röntgen's nicht genügend hervorgehoben waren — war hauptsächlich Ursache, dass so viele Versuche die Erscheinungen zu reproduzieren, selbst an Orten, wo mächtige Hilfsmittel zu Gebote standen, anfänglich nicht glücken wollten. Darin ist auch die Ursache zu suchen, dass frühere Untersuchungen, wie diejenigen Lenard's, welche in ganz derselben Weise ausgeführt waren, wie die Versuche Röntgen's nicht zur Entdeckung der X-Strahlen geführt hatten, eben weil das angewandte Vacuum nicht hoch genug und die Stromstärke zu gross war.

Erscheint es hiernach wahrscheinlich, dass die Stellen, von welchen die Röntgen-Strahlen ihren Ausgang nahmen, in der Sekunde billionenmal ihre elektrische Ladung wechseln, so ist auch anscheinend leicht zu verstehen, dass von hier aus eine longitudinale elektrische Wellenbewegung ausgehen muss, welche Wirkungen hervorbringen kann, wie wir sie

bei den Röntgen-Strahlen wirklich beobachten, so dass damit, wenn auch nicht eine vollständige Erklärung, so doch wenigstens eine Grundlage für eine solche gewonnen wäre. Es würde geradezu merkwürdig erscheinen, wenn von den Stellen der Gefässwand, an welchen die Kathodenstrahlen endigen, keine unsichtbare elektrische Strahlung ausgehen würde.

Die im Jahre 1894 angestellten Versuche Lenard's, sowie die Versuche E. Wiedemann's vom vorigen Jahre haben nun bereits vor der Entdeckung Röntgen's gelehrt, dass bisher unbekannte Strahlungsarten von elektrischen Entladungen ihren Ausgang nehmen, welche theilweise ähnliche Wirkungen hervorzubringen vermögen, wie die X-Strahlen.

Lenard, dessen Apparat ich Ihnen hier im Bilde vorführe, war es sogar bereits gelungen, mittelst dieser Strahlen Photographien in vollkommen geschlossenen Metall-Kassetten, selbst durch Karton hindurch, aufzunehmen und den Nachweis zu führen, dass die Strahlen von den verschiedenen Substanzen im wesentlichen nach Massgabe der Dichtigkeit derselben absorbiert werden. Die schwachen Wirkungen, welche Lenard mittelst seiner Strahlen, die sich von den Röntgen'schen dadurch unterscheiden, dass sie von Magneten abgelenkt werden¹, erhielt, liessen sie nicht ahnen, dass unter günstigen Umständen eine noch weit mächtigere Strahlungsart aufzufinden sei. Ein glücklicher Zufall und der Scharfblick Röntgen's gehörten dazu, um diese hochwichtige Entdeckung zu Tage zu fördern.

Welche mannigfaltigen Anwendungen diese Entdeckung finden wird, wie grossen Nutzen sie insbesondere der Heilkunde und damit der leidenden Menschheit bringen wird durch Auffindung der Lage von Fremdkörpern oder von inneren Verletzungen oder beginnenden Leiden im lebenden Körper, das lässt sich jetzt noch garnicht absehen. In verschiedenster Weise wird namentlich auch die Erkennung der inneren Beschaffenheit von Rohmaterialien und von fertigen Industrieerzeugnissen allen möglichen Zweigen der Technik, Wissenschaft und Kunst zu gute kommen können; weit mehr

¹ Lenard und E. Wiedemann beobachteten aber auch schon solche, welche nur wenig oder gar nicht abgelenkt werden.

noch aber als alle diese Nutzenwendungen scheint mir die Thatsache zu wiegen, dass ein Weg gezeigt ist, die schon lange sehr störend empfundene Lücke in unserm Wissen auf dem Gebiete der elektrischen Entladungen auszufüllen und die fundamentalen Formeln, von welchen unsere Berechnungen auf elektrischem Gebiete ausgehen, so zu vervollkommen und zu ergänzen, dass sie der Wirklichkeit nicht nur theilweise, sondern vollständig entsprechen.

Bis jetzt ist es nicht möglich, auf Grund dieser Formeln die Existenz einer longitudinalen elektrischen Wellenbewegung abzuleiten. Ist die Existenz einer solchen bewiesen, so ist damit auch erwiesen, dass unsere elektrischen Fundamentalsetze in irgend einer Weise unvollständig sind. Die weiteren Folgerungen, welche sich ergeben, falls es gelingt, diese Unvollkommenheiten zu beseitigen, können an praktischen Folgen und an Werth für das allgemeine Wohl weitaus die bis jetzt bekannt gewordenen, übrigens an sich schon hochbedeutenden Früchte der Röntgen'schen Entdeckung übertreffen und unter Umständen von eminentester Bedeutung für unsere ganze Kultur werden.

Wir haben hier wieder ein deutliches Beispiel, dass es nicht genügt, nur das zu pflegen, was unmittelbaren Gewinn verspricht, dass wir vielmehr vor allem die Basis, auf welcher die ganze Technik und Industrie ruht, die Kenntniss der Naturgesetze, möglichst zu verbreiten und zu vertiefen bestrebt sein müssen. Nur völlig genaue Kenntniss der Naturgesetze setzt uns in den Stand, die uns von der Natur zur Verfügung gestellten Kräfte ganz zu beherrschen und sie zur Erhaltung und Verbesserung unseres Daseins zu verwerthen, wie es möglich ist und der uns obliegenden Aufgabe, unser Brod im Schweisse unseres Angesichts zu verdienen, d. h. unter Aufbietung aller unserer Fähigkeiten und Kräfte, die Bedingungen angenehmer und würdiger Existenz zu schaffen, wahrhaft entspricht.

Als nicht zu unterschätzender Erfolg der Röntgen'schen Entdeckungen mag es daher auch gelten, dass durch sie an allen Orten die allgemeine Aufmerksamkeit hingelenkt wurde auf die in der Stille, im Verborgenen, sich geräuschlos voll-

ziehende Thätigkeit der physikalischen Forschung, welche unablässig bemüht ist, unbekümmert um direkten materiellen Gewinn, soweit mit den den physikalischen Instituten zur Verfügung stehenden Mitteln möglich, die Fundamente unseres Wissens auf allen technischen Gebieten im weitesten Sinne des Wortes zu verbreitern und zu verstärken.

In diesem Sinne ist die Wissenschaft dem Entdecker zu ganz besonderem Dank verpflichtet, fast mehr noch aber als dem Entdecker den hohen und höchsten Kreisen, welche durch das warme Interesse, das sie der kaum bekannt gewordenen Entdeckung sofort entgegenbrachten, deren hohe Bedeutung ungesäumt in's rechte Licht gesetzt haben.

Das absolute Masssystem.

Von Hofrath O. Lehmann.

Je weiter Wissenschaft und Technik voranschreiten, je weiter sich die Handelsbeziehungen über alle Theile der bewohnten Erdoberfläche ausbreiten, um so mehr macht sich der Mangel eines präcisen, für alle Orte gleichen, einheitlichen und praktischen Masssystems geltend.

Trotz aller Bemühungen, zu einem solchen zu gelangen, herrscht heute leider eine solche Mannigfaltigkeit und Verwirrung in den Masseinheiten, dass wir alle Ursache hätten, unsere Vorfahren in der ältesten Periode der Geschichte, im zweiten und dritten Jahrtausend vor Christi Geburt um ihr wohlgeordnetes, damals in der ganzen bekannten Welt angenommenes Masssystem zu beneiden.

Allerdings lagen damals die Verhältnisse insofern wesentlich einfacher wie heute, als man mit drei Einheiten (Länge-, Gewicht- und Zeiteinheit) vollständig ausreichte, weil Messungen, wie sie die heutige Technik verlangt, nicht auszuführen waren.

Nach den Bezeichnungen, welche die alten Griechen den Längeeinheiten gegeben haben und welche wohl nur Uebersetzungen der ursprünglichen ägyptischen und babylonischen Namen sind, hat man ursprünglich als Längeeinheiten die Länge verschiedener Gliedmassen des menschlichen Körpers benutzt, wobei vermuthlich speziell diejenigen des Herrschers

¹ Der Vortrag war von 20 experimentellen Demonstrationen in grossem Massstabe begleitet. So diente z. B. zur Bestimmung des mechanischen Effekts und des mechanischen Wärmeäquivalents ein 1pferdiger Gasmotor, bezw. ein 2pferdiger Elektromotor; für Wärmemessungen wurde der Dampfkessel einer Dampfelektrisirmaschine und ein 2pferdiger Luftcompressor gebraucht, für elektrische Versuche Ströme einer Accumulatorenbatteie bis zu 2000 Ampère Stärke.

massgebend waren, wie wir es auch noch in späterer Zeit bei unkultivirten Naturvölkern finden. Etwa vom zweiten Jahrtausend v. Chr. an bediente man sich aber dieser Bezeichnung nur, um die ungefähre Grösse der Einheiten anschaulich auszudrücken, in Wirklichkeit stellten dieselben einer freilich unsicheren Vermuthung nach bestimmte Bruchtheile einer durch astronomische Beobachtungen¹ gewonnenen Einheit, des ägyptischen Meridiangrades, dar. Die heilige Elle des Nilmessers soll der 200 000ste Theil dieses Meridiangrades gewesen sein. 4 Ellen machten eine „Armweite“ (= 1,847 Meter) aus, diese letztere wurde ferner in 6 Fuss, 8 Spannen, 12 Halbfuss, 24 Handbreiten oder 96 Fingerbreiten eingetheilt. Ausserdem diente als Einheit der „Schritt“, wobei 12 Schritte = 20 Ellen gerechnet wurden. 240 Schritte waren ein Stadium, 3000 Ellen eine Meile.

Die Einheit des Gewichtes war das Gewicht der Wassermenge, welche ein würfelförmiges Gefäss aufnehmen konnte, dessen Seitenlänge eine Längeneinheit war. Ein solcher Würfel von einer „Spanne“ (= $\frac{1}{2}$ Elle) Höhe fasste ein „Talent“ (nach unserm Gewicht etwa 23,3 Kilogramm).

Zur Darstellung der Zeiteinheit wurde dasselbe würfelförmige Gefäss benutzt, indem man es am Boden mit einer feinen, in Gold oder Edelstein gebohrten Ausflussöffnung versah, deren Grösse so bemessen wurde, dass die Zeit, in welcher sich das Gefäss entleerte, ein bestimmter Bruchtheil der scheinbaren Umlaufszeit der Sonne, d. h. des bürgerlichen Jahres war. Schon damals theilte man diese Zeit (das Jahr) in 12 Monate (da die Umlaufszeit des Mondes nahezu 12 Mal

¹ Bekanntlich haben sich die alten Aegypter und Babylonier sehr eingehend mit astronomischen Beobachtungen, zu welchen besondere Sternwarten angelegt waren, beschäftigt. Aus dem zweiten Jahrtausend v. Chr. ist uns sogar ein ägyptisches Lehrbuch der Mathematik erhalten geblieben, verfasst von dem Kgl. Sekretär Ahmes, aus welchem ersichtlich ist, dass man damals bereits mit Gleichungen I Gr. mit einer Unbekannten, arithmetischen und geometrischen Reihen und Berechnung des Flächeninhalts verschiedener ebener Figuren, wie Dreieck, Viereck und Kreis, wenn auch nicht vollkommen genau, Bescheid wusste. Ebenso finden sich unter den altbabylonischen Alterthümern Pläne von Architekten und Feldmessern etc., welche erkennen lassen, dass geometrische Berechnungen bereits mit grosser Sorgfalt ausgeführt wurden.

in der der Sonne enthalten ist), den Monat in 30 Tage zu 24 Stunden von 60 Minuten, jede zu 60 Sekunden, wie heute.

Ausser dem beschriebenen System von Einheiten benutzte man, wenn auch selten, noch ein anderes, dem als Normalmass ein würfelförmiges Gefäss von $\frac{5}{3}$ Mal grösserem Inhalt zu Grunde lag. Vielleicht beruhte diese Wahl darauf, dass die synodische Umlaufszeit der Venus etwa $\frac{5}{3}$ Mal so gross ist, wie die der Sonne.

Die Ausführung der astronomischen und sonstigen naturwissenschaftlichen Beobachtungen, welche mit der Ausbildung des Masssystems im Zusammenhang standen, war Sache eines besonderen Priester-Kollegiums, da den Gestirnen göttliche Verehrung gezollt wurde. Mit Ausbreitung des Christenthums trat naturgemäss hierin eine Aenderung ein. Es begann der Zerfall der Naturwissenschaften und damit des einheitlichen Masssystems. Im Mittelalter begann jeder Staat, selbst jede Stadt und in jeder Stadt wieder jede Handwerkerzunft ihre besonderen Einheiten zu wählen, so dass nach und nach eine ganz unerträgliche Verwirrung entstand, um so mehr, weil selbst die einmal gewählten Einheiten nicht dauernd beibehalten und die Urmasse nicht mit der nöthigen Sorgfalt aufbewahrt wurden. Gemildert wurden die entstehenden Schwierigkeiten dadurch, dass die Einheiten grosser Handelsstädte weite Verbreitung fanden; doch hat man z. B. vergeblich versucht, den genauen Werth der damals sehr verbreiteten „Kölnischen Mark“ (etwas weniger als ein viertel Pfund) zu ermitteln, da die in verschiedenen Städten aufbewahrten Kopien derselben Abweichungen von mehreren Gramm zeigen.

Um der Verwirrung ein Ende zu machen, bestimmte in England König Heinrich I. im Jahre 1101, dass künftig die Länge seines Arms bis zur Spitze des Mittelfingers unter der Bezeichnung „Yard“ als Längeneinheit gebraucht werden solle, auch setzte er zwei Gewichtseinheiten, das Troy pound und das Avoir du poids pound fest, ersteres zum Abwägen von Edelmetallen, letzteres für gewöhnliche Zwecke. Als Zeiteinheit wurde die mittlere Sonnensekunde beibehalten.

In Frankreich wurde im 19. Jahrhundert die „Toise“ = 6 pieds du roi als Längeneinheit festgesetzt und an dem

Gemäuer des Chatelet in Paris eine Eisenschiene mit zwei um eine Toise entfernten Vorsprüngen befestigt, an welcher jedermann die Richtigkeit seines Massstabes durch Durchschieben desselben zwischen den beiden Vorsprüngen prüfen konnte.

Trotz dieser Festsetzungen erreichte indes die Verwirrung in den gebräuchlichen Massen einen so hohen Grad, dass sich kurz vor Ausbruch der Revolution die namhaftesten französischen Städte mit einem gemeinsamen Gesuch um Einrichtung eines neuen einheitlichen Masssystems an den König wandten. Derselbe versprach die Erfüllung der Bitte und veranlasste die Akademie der Wissenschaften, eine specielle Kommission zu diesem Zwecke einzusetzen. Mit der Einrichtung der Republik wurde indess die Akademie der Wissenschaften aufgelöst und es schien zunächst, als sollte die Regelung der Angelegenheit abermals unterbleiben. Bald erkannte man aber, dass die Auflösung der Akademie ein Fehler war, sie wurde wieder eingesetzt und die Kommission zur Feststellung des neuen Masses noch vergrößert. Bei den Berathungen der Kommission wurde nun als die Hauptsache in den Vordergrund gestellt, dass die neuen Masseinheiten, im Falle die Urmasse etwa durch Brand des Aufbewahrungsgebäudes oder auf andere Weise verloren gehen sollten, jederzeit mit voller Genauigkeit reproduzibar sein müssten. Huygens hatte bereits früher (1664) aus diesem Grunde als Längeneinheit die Länge des Sekundenpendels vorgeschlagen, der Astronom Mouton in Lyon (1670) nach dem Vorgange der Alten einen bestimmten Bruchtheil des Erdumfanges.

Man entschied sich für den letzteren Vorschlag, da derselbe eine genauere Feststellung ermöglichte, und gab dem 40 000 000sten Theil des Erdmeridians, welcher künftig als Längeneinheit dienen sollte, den Namen 1 Meter.

Das Gewicht des in einem würfelförmigen Gefäss von 0,1 m Seitenlänge bei $+4^{\circ}$ C. enthaltenen Wassers sollte unter der Bezeichnung „Kilogramm“ als Gewichtseinheit dienen. Als Zeiteinheit wurde die mittlere Sonnenzeitsekunde, welche 1,0027379 Mal so gross ist als die in

der Astronomie gebräuchliche von der scheinbaren Umlaufzeit der Fixsterne abgeleitete „Sternsekunde“, beibehalten.

Es musste also nun zunächst durch Ausmessung einer Anzahl Meridiangrade festgestellt werden, welches die genaue Länge eines Meters ist. Mit unsäglichen Schwierigkeiten, öfters unter Lebensgefahr der Betheiligten, wurde diese Aufgabe mitten in den Stürmen der Revolution gelöst und schliesslich im Jahre 1799 der Akademie ein Platinstab übergeben, welcher bei der Temperatur 0° nach den Messungen und Rechnungen der Kommission genau die Länge eines Meters haben musste und ausserdem ein Platinblock von cylindrischer Form, welcher das Gewicht eines Kilogrammes darstellen sollte. Diese neuen Urmasse wurden dem Staatsarchiv zur Aufbewahrung übergeben und heissen deshalb das „Archivmeter“ und das „Archivkilogramm“.

Bald stellte sich nun heraus, dass trotz aller aufgewandten Mühe und Sorgfalt die Messung nicht mit vollkommener Genauigkeit gelungen war, so dass also das Archivmeter und das Archivkilogramm nicht die Einheiten der ursprünglichen Definition entsprechend darstellen.

Zur Beseitigung dieser Schwierigkeit sah man sich genöthigt, unter Verzicht auf die ursprünglich beabsichtigte Reproduizirbarkeit der Masse, die ja auch wegen der durch die Abkühlung der Erde bedingten Veränderlichkeit des Erdumfangs keine absolut vollkommene sein konnte, die Definitionen zu ändern und einfach das Archivmeter und das Archivkilogramm als Einheiten der Länge bzw. des Gewichts festzusetzen.

Damit schien die Aufgabe der Herstellung eines einheitlichen Masssystems erledigt und es erübrigte nur noch, die Regierungen der andern Staaten zu bewegen, auch ihrerseits diese neuen Masse zu acceptiren. Bis jetzt ist dies nur theilweise gelungen, indes ist Deutschland bald nach dem französischen Kriege der Aufforderung gefolgt, so dass nun auch für uns diese Einheiten massgebend sind.

Hiergegen liesse sich nichts einwenden, wäre nicht seitens der französischen Kommission bei Abfassung der Definitionen ein sehr schlimmer Unterlassungsfehler begangen worden, der leider auch Eingang in unsere gesetzlichen Vorschriften

gefunden hat. Gemäss der Festsetzung der französischen Kommission, dass das Kilogramm als *unité de poids* zu dienen habe, ist in Artikel 1 des Gesetzes vom 11. Juli 1884 (Reichsgesetzblatt 1884 Nr. 20) angeordnet:

„Das Gewicht des in einem Würfel von einem Zehntel des Meter Seitenlänge enthaltenen destillirten Wassers im luftleeren Raum und bei der Temperatur $+ 4^{\circ}$ des hunderttheiligen Thermometers bildet die Einheit des Gewichts und heisst das Kilogramm.“

Das Wort „Gewicht“ wird nun aber in ganz verschiedenem Sinne gebraucht. Der Kaufmann denkt sich darunter die Menge des abgewogenen Stoffes, die Masse, oder, wie man sich früher ausdrückte, die Grösse der Materie, der Ingenieur dagegen den Druck, den die Materie auf die Unterlage ausübt.

Der französischen Kommission war sicherlich dieser Unterschied wohl bekannt, denn die Untersuchungen von Galilei über die Fallbeschleunigung (1638), von Huygens über den Stoss (1668) und diejenigen von Newton über die Schwerkraft (1687) hatten in dieser Beziehung völlige Klarheit gebracht und schon damals war der Satz wohlbekannt, dass das Gewicht eines Körpers gleich ist der Masse desselben multipliziert mit der Fallbeschleunigung.

Allerdings herrschte auch zuweilen Unklarheit. Beispielsweise findet sich in dem zur Zeit der Publikation der Arbeiten der französischen Kommission erschienenen sehr verbreiteten Lehrbuch der Physik von Cavallo, deutsch von Trommsdorff, Erfurt 1804, S. 52 folgende Stelle: „Aus dieser Wahrheit (dem Gravitationsgesetz) folgt, dass wenn ein Körper A einen andern Körper B verhindert, nach dem Mittelpunkt der Erde zu zu fallen, jener von diesem gedrückt wird, und dieser Druck ist der Grösse der Materie von dem Körper B gleich. Dieser Druck nun heisst das Gewicht des Körpers B, und die Grösse desselben wird ausgedrückt, indem man es mit einem gewissen willkürlichen, als Massstab angenommenen Gewichte vergleicht, welches man eine Unze, ein Pfund, einen Gran u. s. w. nennen kann.“

Wie irrig diese Auffassung ist, kann man leicht daran erkennen, dass die Masse oder Stoffmenge eines Kilogramm-

stücks natürlich dieselbe bleibt, ob es sich etwa auf dem 45. Breitengrade oder in Karlsruhe oder Petersburg oder Madrid befindet. Bezeichnet man aber den an einer Stelle des 45. Breitengrades von einer Federwaage angegebenen Druck des Kilogrammstückes auf die Wagschale mit 1, so würde sich derselbe in Karlsruhe gemessen = 1,000338, in Petersburg = 1,001287, in Madrid = 0,999459 ergeben. Masse oder Grösse der Materie und Gewicht können also niemals einander gleich sein, welche Einheiten man auch dafür wählen mag, denn das eine ist eine constante, das andere eine mit dem Orte, wo man sich befindet, veränderliche Grösse.

Weinstein (Physikalische Massbestimmungen, Berlin 1888, S. 25) ist der Ansicht, die französische Kommission habe den Unterschied zwischen Masse und Gewicht gekannt, sie habe aber absichtlich die Definition wie oben gefasst, um zu bewirken, dass allmählich der Begriff Masse durch das Wort Gewicht bezeichnet werde, in dem Sinne, wie es bei den Kaufleuten gebräuchlich war.¹

In der damaligen Zeit mag dies gerechtfertigt gewesen sein, da die Messung von Kräften bei der geringen Entwicklung der Ingenieurwissenschaften zu Ende des vorigen Jahrhunderts im Vergleich zu der vielfachen Verwendung von Gewichtsstücke im Handelsverkehr eine geringfügige war², so dass man hoffen konnte, durch eine derartige gesetzliche Bestimmung die Zweideutigkeit des Wortes „Gewicht“ zu beseitigen. In Wirklichkeit ist es indess nicht gelungen und zwar deswegen, weil gerade um jene Zeit die Ingenieurwissenschaften fast plötzlich einen ungeahnten Aufschwung genommen haben, der eine vollständige Umwälzung der Kulturzustände herbeiführte.

Im Winter 1763/64 kam der Mechaniker des physikalischen Instituts der Universität Glasgow, James Watt, als er ein Modell der damals bekannten, höchst unvollkom-

¹ Dieser Deutung entspricht auch der Wortlaut des neuesten Reichsgesetzes (Reichsgesetzblatt No. 15, S. 151, vom 26. April 1893), welchem zufolge die Masse eines Kilogrammstückes die Einheit des Gewichts ist.

² In Karlsruhe wurde damals der Unterricht im Maschinenbau von dem Mechaniker des physikalischen Kabinetts erteilt.

menen Dampfmaschinen für die Vorlesung vorzubereiten hatte, auf den Gedanken, dass es möglich sein müsse, diese Maschine zu einem wirklich praktisch brauchbaren Motor umzugestalten. Er verfolgte diese Idee mit grosser Ausdauer und so vortrefflichem Erfolge, dass wirklich die Dampfmaschine bald überall Eingang fand und damit eine ganz neue Industrie und eine völlig neue Wissenschaft, die Ingenieurwissenschaft, geschaffen wurden.

Im Gegensatz zu Bauwerken mussten die Maschinen leicht, handlich und billig hergestellt werden, es war also nöthig, die Elasticität und Festigkeit der verwendeten Materialien sehr genau zu kennen und zu prüfen. Da das Kilogramm als Gewichtseinheit festgesetzt war, d. h. als Einheit der Kraft, so wurde es von den Ingenieuren bei diesen Messungen gebraucht und hat sich bis heute als Krafteinheit erhalten.

Natürlich ist das Kilogramm keine zweckmässige Krafteinheit; der Werth desselben ändert sich, wie schon bemerkt, proportional zur Fallbeschleunigung von Ort zu Ort und deshalb sind die Resultate der Materialprüfungen an verschiedenen Orten verschieden. Beispielsweise würde der Elasticitätsmodul einer bestimmten Sorte Stahl gefunden:

am 45. Breitengrade	=	21 000
in Karlsruhe . . .	=	20 994
in Petersburg . . .	=	20 973
in Madrid . . .	=	21 012

die Festigkeit einer gewissen Sorte Stahl würde gefunden:

am 45. Breitengrade	=	70,00
in Karlsruhe . . .	=	69,98
in Petersburg . . .	=	69,91
in Madrid . . .	=	70,04.

Die Masse eines 50 Pfund schweren Stahlblocks von bestimmter Beschaffenheit wäre gemessen

am 45. Breitengrade	=	5,0988
in Karlsruhe . . .	=	5,0975
in Petersburg . . .	=	5,0924
in Madrid . . .	=	5,1017.

In gleicher Weise würde die Dichtigkeit, d. h. die Masse pro Kubikmeter, variiren.

Ausser den Massen für die Eigenschaften der Stoffe sind für den Maschineningenieur wichtig Masseinheiten zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit der Maschinen. Als Einheit der Arbeitsleistung bietet sich naturgemäss diejenige Arbeit dar, welche beim Heben eines Gewichtes von 1 kg auf 1 m Höhe oder überhaupt beim Ueberwinden eines Widerstands im Betrage von 1 kg durch die Strecke 1 m geleistet wird. Diese Arbeitseinheit bezeichnet man als ein Kilogramm-meter.

Die Leistung oder der Effekt einer Maschine bestimmt sich nach der Anzahl Kilogramm-meter, die sie in einer Sekunde zu leisten vermag. Gewöhnlich wird eine Leistung von 75 Kilogramm-meter pro Sekunde als Einheit des Effektes gewählt und da sie annähernd der durchschnittlichen Leistung eines Pferdes gleichkommt, als Pferdekraft bezeichnet.

Ein Arbeiter leistet durchschnittlich täglich 127 415 Kilogramm-meter. Bestände die Arbeit im Besteigen eines Berges und wäre sein Körpergewicht einschliesslich etwa zu tragender Lasten 100 kg, so hätte er seine normale Arbeit beim Aufstieg bis zu einer Höhe von 1274,15 m vollendet. Die durchschnittliche Leistung eines Arbeiters pro Sekunde, d. h. der Effekt, beträgt $\frac{1}{13}$ Pferdekraft. Sie ändert sich mit der Arbeitsdauer und kann für einen kurzen Moment etwa bei drohender Gefahr, bis auf 1,25 Pferdekraft ansteigen. Da nun das Kilogramm veränderlich ist, ist es auch das Kilogramm-meter und die Pferdekraft, und man müsste also eigentlich bei derartigen Angaben immer beifügen, für welchen Ort die Zahlenangabe gemeint ist. Beispielsweise wäre die Leistung einer Dampfmaschine, welche in 45 Grad geographischer Breite zu 21000 Pferdestärken bestimmt wurde,

in Karlsruhe = 20994 Pferdekraft

„ Petersburg = 20973 „

„ Madrid = 21012 „

Man kann ferner z. B. bei einer Dampfmaschine, deren Wirkungsgrad oder Nutzeffekt bestimmen wollen, nämlich das Verhältniss der effektiven Leistung zu der theoretisch möglichen, d. h. derjenigen, welche der verbrauchten Kohlen-

menge oder genauer der auf den Kessel von der Feuerung übertragenen Wärmemenge äquivalent ist. Hierzu ist es nöthig, Wärmemessungen vorzunehmen, also Wärmeeinheiten festzusetzen.

Als Einheit für die Temperatur, zu deren Messung bereits Galilei 1597 das Thermometer erfunden hatte, dient der Celsiusgrad, d. h. der 100. Theil der Temperaturdifferenz zwischen Gefrier- und Siedepunkt des Wassers bei einem Barometerstand von 760 mm.

Man kann hierbei fragen, ist diese Definition wirklich korrekt, wird eine so gemessene Temperatur von beispielsweise 60° wirklich das Doppelte einer Temperatur von 30° sein? Dass hier eine Unsicherheit vorhanden ist, erkennt man schon ohne weiteres, wenn man eine mit Quecksilber gefülltes Thermometer vergleicht mit einem solchen, welches mit Wasser oder einer andern Flüssigkeit gefüllt ist. Mag man auch noch so sorgfältig die beiden Endpunkte der Skala bestimmen und die Eintheilung in 100 gleiche Theile mit der genauesten Theilmaschine herstellen, die beiden Thermometer werden sehr erheblich verschiedenen Gang zeigen, namentlich in der Nähe von $+4^{\circ}$. Nur mit gasförmigen Körpern (z. B. Stickstoff oder Wasserstoff) gefüllte Thermometer zeigen nahezu übereinstimmenden Gang und werden deshalb als Normalthermometer angesehen. Sir W. Thomson (Lord Kelvin) hat ein Verfahren angegeben, durch welches es möglich wäre, eine streng richtige Temperaturskala herzustellen, dasselbe ist indess zu kompliziert, um praktische Anwendung finden zu können.

Als Einheit der Wärmemenge dient die Calorie, d. h. diejenige Wärmemenge, welche nöthig ist, ein Kilogramm Wasser um einen Grad zu erwärmen. Auch in dieser Definition liegt eine Unklarheit, da es nicht gleichgiltig ist, ob man das Wasser von 0° auf 1° oder von 30° auf 31° u. s. w. erwärmt. Es zeigen sich erhebliche Unterschiede und leider ist es bisher noch nicht geglückt, dieselben mit wünschenswerther Genauigkeit zu bestimmen. Wüllner schlägt darum vor, als Calorie den 100sten Theil der Wärmemenge zu nehmen, welche nothwendig ist, ein Kilogramm Wasser von 0° bis 100° zu erwärmen.

Je nach der Art der Calorien, welche man benützt, ergeben sich (abgesehen von der Unsicherheit der Temperaturbestimmungen) erhebliche Unterschiede der gemessenen Zahlen. So ist beispielsweise die Wärmemenge, welche 1 Kilogramm Leuchtgas bei der Verbrennung erzeugt, die sog. Verbrennungswärme

in Wüllner'schen Calorien	=	5000
„ Calorien 0° bis 1° . . .	=	4932
„ „ 30° „ 31° . . .	=	5007

Die Arbeitsmenge, die man aus 1 Calorie erhalten kann (etwa mittelst eines Gasmotors) oder die aufgewendet werden muss, eine Calorie zu erzeugen (etwa durch Bremsen einer umlaufenden Riemscheibe), das sog. mechanische Wärmeäquivalent beträgt, wenn Wüllner'sche Calorien und Kilogrammometer entsprechend 45° geographischer Breite gemeint sind 425,6

für Calorien 0° bis 1° 430,5

„ „ 30° bis 31° 425,0

für Petersburger Kilogrammometer und Calorien 30°

bis 31° 424,5

für Madrider Kilogrammometer und Calorien 0° bis 1° 430,7

Man sieht also, wie in Folge der Unbestimmtheit der Masseneinheiten selbst eine so wichtige Zahl, wie das mechanische Wärmeäquivalent nicht bestimmt angegeben werden kann und je nach den zufälligen Umständen bedeutenden Schwankungen unterliegt.

War es die Aufgabe der französischen Kommission, die Vielheit der früher gebräuchlichen Masse zu beseitigen und durch ein einziges Masssystem zu ersetzen, so wurde dieselbe gründlich verfehlt dadurch, dass, wie oben gezeigt, die Kommission den unglückseligen Versuch machte, durch ihre Definition dem Worte „Gewicht“ eine andere Bedeutung beizulegen, als es bis dahin in der Ingenieurwissenschaft hatte, und dadurch, dass diese Absicht nicht ausdrücklich klargelegt wurde, so dass die Fernstehenden die Absicht der Kommission nicht errathen konnten. ¹

¹ Hätte man auch nur hinter das Wort „Gewicht“ in der Definition des Kilogramms in Parenthese gesetzt „d. h. Masse“, so wäre jeder, sonst bei der Zweideutigkeit des Wortes unvermeidliche

Man kam gewissermassen vom Regen in die Traufe, insofern an Stelle der immerhin endlichen Zahl von Einheiten eine unendlich grosse trat, weil die Gewichtseinheiten und sämtliche davon abgeleitete Einheiten für jeden Punkt der Erdoberfläche und für jede Höhe über einem solchen Punkt anders wurden.

Wenn trotz dieser anscheinend unerträglichen Missstände die Ingenieure sich mit den genannten Einheiten begnügten und kein neues besseres Masssystem einzuführen versuchten, so liegt dies darin begründet, dass die Unsicherheit technischer Messungen an sich so gross ist, dass die in Folge der Unbestimmtheit der Masseinheiten möglichen Fehler dagegen in den meisten Fällen vollkommen verschwinden.

Unabweisbar wurde aber eine Aenderung, die Einführung eines absoluten, d. h. nicht vom Orte abhängigen Masssystems, als auch die elektrischen Erscheinungen praktische Verwerthung fanden und damit die Nothwendigkeit hervortrat, auch zur Messung magnetischer und elektrischer Grössen bestimmte Einheiten festzusetzen.

Im Jahre 1800 entdeckte Volta die galvanische Batterie, 1820 fand Ampère die Gesetze der Einwirkung eines galvanischen Stromes auf eine Magnetnadel, 1831 entdeckte Faraday die Induktion von Strömen in Kupferdrähten, welche in der Nähe von Magnetpolen in rasche Bewegung gebracht werden.

Die erste praktische Anwendung war die Erfindung des elektrischen Telegraphen im physikalischen Institut der Universität Göttingen durch die gemeinsame Arbeit von Gauss und Weber 1833. Da hierbei Magnetnadeln benutzt wurden, welche durch den Erdmagnetismus gerichtet und durch den elektrischen Strom abgelenkt wurden, war es vor allem nöthig,

Irrthum ausgeschlossen gewesen und die Ingenieure hätten sich veranlasst gesehen, eine andere bessere Einheit zur Messung der Kräfte zu suchen, so dass die unzähligen Missverständnisse und Missstände, welche durch jene Auslassung hervorgerufen worden sind, nicht hätten aufkommen können. Heute wird in sämtlichen Lehrbüchern der Ingenieurwissenschaften und der Physik unterschieden zwischen Kilogramm-masse und Kilogramm-gewicht und unter Gewicht der Druck verstanden.

ein Mass für die Stärke der Magnetpole und für die ablenkende Kraft des Erdmagnetismus zu finden.

Noch im Jahre 1833 löste Gauss diese Aufgabe und seine diesbezügliche Schrift betitelt: „Intensitas vis magneticae ad mensuram absolutam revocata“, enthält bereits die Grundlagen unseres heutigen absoluten elektrischen Masssystems. Weiter ausgebildet wurde dasselbe von Wilhelm Weber, welcher, politischer Angelegenheiten wegen in den Jahren 1838 bis 1849 seines Amtes entsetzt, bald nach seiner Wiedereinsetzung in Göttingen 1852 eine zweite ebenso fundamentale Schrift veröffentlichte, mit dem Titel: „Elektrodynamische Massbestimmungen.“

Das Grundgesetz, auf welches Gauss sein magnetisches Masssystem gründete, war bereits von Coulomb (1784) gefunden. Legt man eine Anzahl gleicher Magnetstäbe mit den gleichen Polen zu einem Bündel, einem sog. magnetischen Magazin zusammen, so ist naturgemäss die Polstärke, d. h. die Menge Magnetismus, an einem Ende des Bündels soviel mal grösser, als die Menge Magnetismus am Ende eines einzelnen Stabs, als die Anzahl der vereinigten Stäbe beträgt. Untersucht man nun die Grösse der Kraft, welche zwischen den Enden zweier solcher Bündel auftritt, indem man etwa das eine an eine Wage anhängt und tariert und sodann das andre bis zu einem gewissen Abstand, welcher 1 cm betragen möge, nähert, und durch Zulegen oder Wegnehmen von Gewichten die Wage wieder ins Gleichgewicht bringt, so zeigt sich, dass die durch die Zahl zugelegter oder weggenommener Gewichte gemessene magnetische Kraft den magnetischen Massen beider Pole, d. h. der Zahl Stäbe, aus welchen die beiden Bündel zusammengesetzt sind, proportional ist. Es ergibt sich dies auch schon ohne weiteres aus dem Satze, dass wenn mehrere Kräfte zugleich wirken, sie sich in ihren Wirkungen gegenseitig nicht stören.

Bestände also etwa das eine Bündel aus 16, das andere aus 24 Stäben, so wäre die Kraft K zwischen ihren Enden $= a \cdot 16 \cdot 24$ Kilogramm, wobei der Proportionalitätsfaktor a eine Zahl bedeutet, deren Grösse davon abhängt, wie die einzelnen Stäbe dimensioniert und magnetisch gemacht sind und welche magnetische Masse wir als Einheit wählen. Würden

wir nun gerade die Polstärke eines solchen Stabes als 1 bezeichnen und würden statt der Bündel nur zwei einfache Stäbe benutzen, so wäre $K = a$ Kilogramm. Hiernach ist also a die Grösse der Kraft, welche zwischen zwei Polen von der Stärke 1 in der Entfernung 1 cm auftritt. Wir könnten nun solche Stäbe zur Definition der Einheit der magnetischen Masse wählen, für welche $a = 1$ wird. Diese Wahl wäre jedenfalls für die Rechnung am bequemsten. Damit würden wir aber in denselben Fehler verfallen, der bei Wahl des Kilogramms als Gewichtseinheit begangen wurde. Wir würden damit eine veränderliche Einheit für die magnetische Masse festsetzen, denn 2 Pole, welche sich an der Stelle des 45. Breitenkreises mit der Kraft 1 kg anziehen oder abstossen, würden sich in Karlsruhe mit der Kraft 0,99663 kg, in Petersburg mit der Kraft 0,99872 und in Madrid mit der Kraft 1,0005 beeinflussen. Da nun aber der Definition gemäss die Kraft zwischen zwei Einheitspolen 1 kg betragen soll, so müssten diese magnetischen Einheiten in Karlsruhe und Petersburg grösser, in Madrid kleiner als am 45. Breitengrade gewählt werden.

Würde man also das Kilogramm als Krafteinheit beibehalten, so würden ebenso wie für die Elasticitäts- und Festigkeitskonstanten, für Arbeitsleistung, Effekt, mechanisches Wärmeäquivalent u. s. w. auch für die magnetischen Massen und alle weiteren von diesen sich ableitenden magnetischen und elektrischen Einheiten Werthe angenommen werden müssen, die von Ort zu Ort wechseln und von der Höhe über oder unter dem Meeresniveau und der Beschaffenheit des Innern der Erdrinde abhängig sind.

Dies war nun bei dem hohen Grade von Präcision, welchen magnetische und elektrische Messungen erfordern und auch zulassen, durchaus unthunlich; das Kilogramm musste nothwendig als Krafteinheit aufgegeben werden. Gauss kehrte daher zu der ursprünglich beabsichtigten, aber nicht ausgesprochenen Festsetzung der Pariser Commission, welcher zufolge das Kilogramm nicht eine Gewicht-, sondern eine Masseneinheit sein sollte, zurück. Nach dem Satze, dass eine Kraft gleich dem Produkt der in Bewegung gesetzten Masse mit der erzielten Beschleunigung ist, muss hiernach

das Gewicht eines Kilogrammstückes = g (= 9,8092 für Karlsruhe) sein, da die Beschleunigung, welche es durch die Schwerkraft erfährt (g) in Karlsruhe 9,8092 m pro Sekunde beträgt.

Die absolute Einheit der Kraft müsste also in Karlsruhe das Gewicht einer Masse von $\frac{1}{9,8092}$ kg sein.

Gauss wählte nun nicht das Kilogramm als Einheit der Masse, sondern das Milligramm und als Einheit der Länge nicht das Meter, sondern das Millimeter. Später hat man auch diese Wahl unbequem gefunden und setzte als Einheit der Länge das Centimeter, als Einheit der Masse das Gramm fest. Als Einheit der Zeit wurde die Sekunde beibehalten. Da nun in Karlsruhe das Gewicht eines Gramms = 980,92 sein muss, weil $g = 980,92$ Centimeter pro Sekunde beträgt, so ist die Krafteinheit dieses sog. Centimeter-Gramm-Sekundensystems der 980,92te Theil des Gewichtes eines Grammstückes in Karlsruhe, also ungefähr das Gewicht eines Milligramms. Man nennt diese absolute Krafteinheit die Centimeter-Gramm-Sekundeneinheit oder kürzer eine Dyne. Das Gewicht eines Kilogrammstückes in Karlsruhe wäre beispielsweise 980 920 Dynen, in Madrid 980 060 Dynen, in Petersburg 981 850 Dynen. Die Definition der absoluten magnetischen Einheit ergibt sich nun ganz von selbst: „Ein Magnetpol hat die absolute Stärke 1, wenn er einen gleichstarken Pol in 1 cm Entfernung anzieht oder abstösst mit der Kraft 1 Dyne.“

Nach und nach breitete sich die Telegraphie immer mehr aus und im Jahre 1851 versuchte man bereits England und Frankreich und später England und Amerika durch unterseeische Kabel zu verbinden. Diese Versuche verschlangen ungeheure Summen. Kabel im Werthe von vielen Millionen erwiesen sich in Folge ungeeigneter Beschaffenheit nach der Verlegung als unbrauchbar und die eingezahlten Kapitalien waren vollständig verloren.

Es war unbedingt nothwendig, über die Eigenschaften solcher Kabel genaue messende Versuche auszuführen und Einheiten für Widerstand, Kapazität u. s. w. festzusetzen, welche die Ausführung derartiger Messungen ermöglichten.

Zuerst hat sich schon der oben genannte Professor der Physik an der Universität Glasgow, Sir W. Thomson, eingehend mit der Ausbildung dieser Massmethoden beschäftigt und das von Gauss und Weber begründete absolute magnetische Masssystem auch für diese Zwecke weiter zu verwerthen gesucht. Auf seine Anregung hin, wurde später im Jahre 1861 seitens der „British Association“ ein Komitee zur definitiven Feststellung der elektrischen Masseinheiten eingesetzt, dessen thätigste Mitglieder Charles Bright und Latimer Clark noch im gleichen Jahre mit diesbezüglichen Vorschlägen hervortraten, welche bald in weiteren Kreisen Anklang fanden. In ähnlicher Weise wie sich die Einheit der magnetischen Polstärke aus der Kraftwirkung zwischen zwei Magnetpolen ergibt, ergibt sich die Einheit der elektrischen Stromstärke aus der Kraftwirkung zwischen einem Magnetpol und einem elektrischen Strom, welche bereits im Jahre 1820 von Ampère und später von Biot und Savart sehr eingehend untersucht worden war.

Man hätte nun ebenso wie für die Magnetpole unter Zugrundelegung von Centimeter, Gramm und Sekunde als Fundamenteinheiten eine sog. Centimeter-Gramm-Sekunden- oder CGS-Einheit der Stromstärke festsetzen können. Dies geschah aber nicht, vielmehr wählte man aus praktischen Gründen eine absolute Einheit, welche sich auf folgende Grundeinheiten stützte: Längeneinheit 10 000 000 m (Erdradius), Masseneinheit 10 Billiontel Gramm, Zeiteinheit mittlere Sonnensekunde. Die so festgesetzte Einheit der Stromstärke wurde zu Ehren von Wilhelm Weber 1 Weber genannt.

Nach gleichen Grundsätzen wurde eine Einheit der Spannung, das Volt, eine Einheit des Widerstandes, das Ohm, und eine Einheit der Elektrizitätsmenge, das Farad, vorgeschlagen. Den gewählten Grundeinheiten entsprechend wird dieses Masssystem als das Hebdomometer-undecimogrammsekundensystem oder HUS-System bezeichnet.

In den Jahren 1870 und 71 wurde dieses neue System in England und Amerika eingeführt. In Deutschland und Frankreich, wo damals Kriegszustand herrschte, wurde es kaum beachtet.

Da trat nun fast plötzlich abermals ein mächtiges Bedürfniss nach scharf definirten absoluten magnetischen und elektrischen Einheiten auf, weil inzwischen die elektrischen Erscheinungen nach anderer Richtung hin ausgedehnte praktische Verwerthung gefunden hatten.

Bald nach Entdeckung der Magnetinduktion durch Faraday im Jahre 1831 entstanden unzählige Konstruktionen von magnetoelektrischen Maschinen, darunter auch solche in grossen Dimensionen, welche zur Erzeugung starker Ströme, z. B. zur elektrischen Beleuchtung von Leuchttürmen, dienen sollten. Der Wirkungsgrad dieser Maschinen war aber ein sehr geringer. Erst nachdem das im Jahre 1865 mit grossartigem Erfolge von A. Töpler und W. Holtz auf die Influenzmaschine zur Anwendung gebrachte (schon seit langer Zeit bekannte) sog. Dynamoprinzip im darauffolgenden Jahre 1866 von Werner Siemens mit bestem Erfolge auch auf die magnetoelektrischen Maschinen angewendet worden, und 1871 die erste praktisch brauchbare Dynamomaschine von Gramme in Paris konstruirt worden war, war eine Aussicht eröffnet, elektrische Ströme mittelst magnetoelektrischer Maschinen in beliebiger Stärke relativ sehr billig erzeugen und damit unzählige Bedürfnisse der Technik und Industrie und des täglichen Haushalts befriedigen zu können. Enorme Kapitalien wurden der nun rasch aufblühenden Elektrotechnik zur Verfügung gestellt und vor allem musste jetzt ein Masssystem geschaffen werden, welches ermöglichte, mit jeder wünschenswerthen Genauigkeit die für die Elektrotechnik nöthigen Rohmaterialien zu prüfen und die Leistungsfähigkeit der fertigen Erzeugnisse zuverlässig zu beurtheilen.

Gelegentlich der im Jahre 1881 in Paris abgehaltenen elektrotechnischen Ausstellung trat desshalb ein internationaler Kongress der Elektrotechniker zusammen, welcher sich sehr eingehend mit dieser Frage befasste und schliesslich mit einigen Modifikationen das von der Kommission der British Association ausgearbeitete Masssystem acceptirte, welches daraufhin rasch überall Eingang fand und auch heute noch in Gebrauch ist. Die HUS-Einheit der Stromstärke wurde nicht mehr Weber, sondern zu Ehren Ampère's 1 Ampère genannt. Die HUS-Einheit der Elektrizitätsmenge, d. h. die-

jenige Menge positiver Elektrizität, welche pro Sekunde durch jeden Querschnitt einer Stromleitung fließt, in welcher die Stromstärke 1 Ampère herrscht, nannte man zu Ehren Coulombs 1 Coulomb. Als Farad wurde die HUS-Einheit der Kapazität bezeichnet (zu Ehren Faradays), als ein Volt die HUS-Einheit der Spannung (zu Ehren Voltas) und als 1 Ohm die HUS-Einheit des Widerstandes (zu Ehren des bekannten Münchner Physikers G. S. Ohm, welcher zuerst einfache und für die Elektrotechnik eminent wichtige Beziehung zwischen Stromstärke, Spannung und Widerstand klar gelegt hatte). Zu diesen Einheiten trat dann später noch die von William Siemens vorgeschlagene Effekteinheit, das Watt, welches der gte (d. h. für Karlsruhe der 9,81.) Theil eines Kilogrammmeters ist.

Leider zeigte sich auch bei diesen Festsetzungen die gleiche Schwierigkeit, welche bei den Versuchen der französischen Kommission zur Aufstellung einer reproduzierbaren Längeneinheit aufgetreten war. Man erkannte bald, dass das von der British Association aufgestellte Ohm bzw. Volt, welche deshalb als „British Association-Ohm“ bzw. -Volt“ bezeichnet werden, nicht genau mit dem wahren absoluten Ohm bzw. Volt übereinstimmen. Die Abweichung war sogar so gross, dass man diese Einheiten, um nicht immerfort Korrektionsfaktoren in die Formeln einführen zu müssen, nicht beibehalten konnte und sich genöthigt sah, sie durch andere Näherungswerthe zu ersetzen, deren Abweichung von den nicht mit vollkommener Genauigkeit bestimmbar absoluten Einheiten so gering ist, dass sie wenigstens bei den rein praktischen Rechnungen vernachlässigt werden kann. Diese Einheiten werden als legales Ohm bzw. Volt bezeichnet. Die Länge einer Quecksilbersäule von 1 qmm Querschnitt, deren Widerstand ein absolutes Ohm ist, beträgt nach den genauesten Messungen 106,3 cm. Der Widerstand würde ein legales Ohm betragen bei der Länge 106 cm und ein British Association-Ohm bei der Länge 104,92 cm. Für den Magnetismus wurde keine HUS-Einheit festgesetzt, sondern die CGS-Einheit ohne besondere Benennung beibehalten. Clausius machte den Vorschlag, die HUS-Einheit unter dem Namen „Weber“ einzuführen, indess fand der Vorschlag bei

den Technikern keinen Beifall, da diese Einheit nicht praktisch ist und vielleicht auch deshalb, weil es nach der von Faraday begründeten und von Maxwell 1873 weitergeführten Kraftlinientheorie wahren Magnetismus überhaupt nicht gibt, so dass es keinen rechten Sinn hat, eine besondere Masseneinheit dafür aufzustellen.

Auch in anderer Hinsicht ist, wie ohne weiteres erhellt, das HUS-System praktisch häufig unverwendbar. Eine Länge von 10 000 000 m als Einheit, bei deren Gebrauch 1 m durch die Zahl 0,0000001 ausgedrückt würde und eine Masseneinheit von 0,000000000001 Gramm, wobei ein Kilogramm als Masse 1000000000000000 zu bezeichnen wäre, sind für den gewöhnlichen Gebrauch durchaus ungeeignet. Selbst das Coulomb und Farad müssen in der Regel durch die eine Million mal kleineren Einheiten Mikrocoulomb und Mikrofarad ersetzt werden, um für konkrete Berechnungen brauchbar zu werden.

War es also ursprünglich die Absicht von Gauss, ein einheitliches absolutes Masssystem zu schaffen, welches aus drei Grundeinheiten abgeleitet ist und, was besonders für den mathematischen Physiker von Werth ist, die Beifügung besonderer Proportionalitätsfaktoren in den Formeln unnötig macht, so dass die Formeln die denkbar einfachste Gestalt erhalten, so sind wir heute genöthigt, zum mindesten drei Systeme neben einander zu gebrauchen: das im Prinzip verfehlte, nicht absolute Kilogrammgleich-Metersystem, welches für die Ingenieure unentbehrlich ist, da man Kräfte praktisch nicht anders als durch Vergleich mit Gewichten messen kann, das reine CGS-System und das daraus abgeleitete HUS-System.

Es bedarf wohl keines besonderen Nachweises, wie viele Verwirrung durch das Nebeneinanderbestehen dieser drei Systeme angerichtet werden kann und wie sehr dadurch das Studium der technischen und physikalischen Wissenschaften erschwert wird, umsomehr, als das Kilogramm bald eine Gewichts-, bald eine Masseneinheit bedeutet und die CGS-Einheiten keine besonderen Namen besitzen, so dass öfters, wenn die Bezeichnungen fehlen, der Irrthum entstehen kann, es handle sich um CGS-Einheiten.

Aus diesem Grunde sind in neuester Zeit öfters Bestrebungen hervorgetreten, das CGS-System zur Alleinherrschaft zu bringen und die übrigen Systeme vollständig zu beseitigen. So gut nun die Absicht an sich ist, so wenig dürfte sie sich durchführen lassen, selbst auf rein physikalischem Gebiete. Die CGS-Einheiten sind nur solange zweckmässig, als die Grössen durch Buchstaben ausgedrückt werden und verlieren in vielen Fällen durchaus ihre Brauchbarkeit, sobald man zu Zahlen übergeht. So ist beispielsweise in CGS-Einheiten:

der Elasticitätsmodul des Stahls	=	1,9	Billionen,
die Festigkeit des Stahls	=	10	Milliarden,
die Kompressibilität des Wassers	=	47	Billiontel,
die Temperatur 0,001 Grad Celsius	=	2,39	Milliardtel,
der Ausdehnungskoeffizient des Eisens	=	0,3	Billiontel,
die Verbrennungswärme der Steinkohle	=	0,33	Billionen,
ein Effekt von 20 000 Pferdekräften	=	147	Billionen,
die Ladung des Konduktors einer gewöhnl. Elektrirmaschine ca.		60	Milliardtel,
die elektrische Flächendichte auf demselben ca.		200	Billiontel,
die Kapazität desselben ca.		0,05	Trilliontel.

Derartige Beispiele lassen deutlich erkennen, dass die CGS-Einheiten bald viel zu gross, bald viel zu klein sind. Diese Schwierigkeit lässt sich wohl auch kaum dadurch beheben, dass man die 1000, 1 000 000 oder 0,001 und 0,000001fachen Einheiten unter der Bezeichnung Kilo, Mega, Milli und Mikro nebenbei benutzte, denn die bis in die Billionen und Trillionen gehenden Zahlen können dadurch noch nicht genügend reduziert werden, auch würde z. B. die Bezeichnung „Kilo“ sehr leicht Anlass zu Verwechslungen geben, da sie im gewöhnlichen Sprachgebrauch 1 Kilogramm bedeutet, die Bezeichnung Kilo-Centimeter-Gramm-Sekunden-Einheit aber aus naheliegenden Gründen ebenfalls nicht verwendbar wäre.

Der scheinbare oder wirkliche Vortheil, den die CGS-Einheiten dadurch bieten, dass die Formeln etwas einfacher geschrieben und bezüglich ihrer Richtigkeit etwas leichter kontrollirt werden können, wird dadurch reichlich wieder aufgewogen, dass bei dem in konkreten Fällen unerlässlichen

Uebergang zu den praktischen Einheiten — man wird Kräfte nie anders als in Gewichten messen und in Dynen geaichte Gewichte kann es nicht geben, da dieselben nicht transportirt werden dürften — die weggelassenen Faktoren doch wieder hereinkommen und durch die Umrechnung alle ersparte Zeit wieder verloren geht.

Für Wärme, Licht und Schall wollen die CGS-Einheiten überhaupt nicht recht passen¹ und das Studium der That-sachen und Gesetze kann sehr wohl und sogar wesentlich einfacher ohne als mit denselben betrieben werden. (Vergleiche z. B. Müller's Grundriss der Physik, 14. Auflage.)

Dazu kommt schliesslich, dass das CGS-System überhaupt nicht im eigentlichen Sinne als absolutes System anerkannt werden kann. Das Centimeter ist ein nicht reproduzierbares Mass, welches gelegentlich verloren gehen kann, die mittlere Sonnensekunde ist eine Einheit, welche unkontrollirbaren Aenderungen unterworfen sein kann, wenn z. B. in Folge fortschreitender Kontraktion der Erde wegen der Abkühlung stetige oder sprungweise von inneren Einstürzen begleitete Zunahmen der Rotationsgeschwindigkeit auftreten oder in Folge von Flutreibung die Geschwindigkeit sich ermässigt. Wenn auch bisher solche Aenderungen nicht beobachtet worden sind, so ist doch die Möglichkeit vorhanden, dass sie sich im Laufe von Jahrtausenden bemerkbar machen.

Aus diesen Gründen dürfte es sich empfehlen, das CGS-System nur da anzuwenden, wo es durchaus nöthig und zweckdienlich ist, also namentlich bei theoretisch-physikalischen Rechnungen, in der Technik dagegen und auf der ersten Stufe des physikalischen Unterrichts diejenigen Einheiten beizubehalten, welche sich nun zum Theil schon ein Jahrhundert lang eingebürgert und praktisch bewährt haben. Der Veränderlichkeit des Kilogrammwerthes und der Werthe der vom Kilogrammgewicht abgeleiteten Einheiten könnte dadurch Rechnung getragen werden, dass man diesen Einheiten jeweils die Grösse der Fallbeschleunigung, für welche sie gelten, beifügt, oder dass man festsetzt, dass wenn eine derartige nähere Bezeichnung fehlt, derjenige Werth anzu-

¹ Siehe O. Lehmann, Zeitschr. zur Förderung des physikalischen und chemischen Unterrichts, X, 83, 1897.

nehmen ist, welcher der Fallbeschleunigung 9,81 m oder dem Werthe von g auf dem 45. Breitenkreise in Meeresniveau oder demjenigen im Staatsarchive in Paris entspricht.¹

Für Wärme-, Licht- und Schallmessungen wird man diejenigen Einheiten gebrauchen, welche sich praktisch am leichtesten herstellen lassen, wie die Celsiusgrade, die Wüllner'sche Calorie, die Hefnerkerze u. s. w.

Daneben müsste man freilich bestrebt sein, das CGS-System zu einem wirklich absoluten Masssystem auszubilden, etwa durch Anschluss desselben an das bereits von Gauss vorgeschlagene sog. „allgemeine Gravitationssystem“. In diesem System ist die Einheit der Masse keine unabhängige Einheit, sondern bestimmt sich nach dem Gravitationsgesetze aus den Einheiten der Länge und Zeit, indem man definiert: „Einheit der Masse ist diejenige Masse, welche einer gleich grossen in der Entfernung 1 vermöge der Gravitationskraft die Beschleunigung 1 ertheilt. Als absolute Einheit der Länge könnte die Wellenlänge einer homogenen Lichtart, etwa einer Natriumlinie gewählt werden, als Zeiteinheit die Schwingungsdauer derselben Lichtart.

Man würde dann fernerhin Centimeter und Gramm nicht mehr als die Werthe des 100. bzw. 1000. Theils des Pariser Archivmeters bzw. Archivkilogramms bezeichnen können und ebensowenig die Sekunde als den 8640. Theil eines mittleren Sonnentages, sondern es wäre annähernd 1 Centimeter = 16960,2 Natriumlichtwellenlängen, 1 Sekunde = 508 806 235 Millionen Natriumlichtschwingungszeiten und 1 Gramm = 1224,903 Milliontel Gravitations-Natriumlicht-Einheiten. Würden diese, hier nur näherungsweise angegebenen Zahlen, thunlichst genau ermittelt und dann auf Grund der Versuchsergebnisse die Definitionen von Centimeter, Gramm und Sekunde als vielfache der Gravitations-Natriumlicht-Einheiten gesetzlich festgestellt, so hätte man ein wahrhaft absolutes, jederzeit reproduzierbares Masssystem, welches sich von dem zur Zeit angenommenen Centimeter-

¹ Ueber ein anderes Auskunftsmittel speziell bei Bestimmung des Elastizitätsmoduls siehe O. Lehmann, Verhandl. des Karlsruher naturwissenschaftl. Vereins, 12, 6, 1897.

Gramm-Sekundensystem nicht merklich unterscheidet und deshalb ohne jede Störung zur Einführung gelangen könnte.

Freilich hätte dasselbe hinsichtlich der Reproduzierbarkeit noch immer den grossen Fehler, dass sich weder die Lichtwellenlänge, noch die Lichtgeschwindigkeit, aus welcher sich die Schwingungszeit ergibt, noch auch die Gravitationskraft zwischen zwei Massen so einfach und genau beobachten lassen, dass die direkte Vergleichung gegebener Längen, Zeiten oder Kräfte mit denselben möglich wäre, also bei praktischer Ausführung der Messungen doch wieder Archivmeter, Archivkilogramm und Sonnensekunde zu Hilfe genommen werden müssten. Als vollkommene Lösung des Problems ist deshalb auch dieses wirklich absolute Masssystem nicht zu betrachten, ein Grund mehr, insoweit und solange wie irgend zugänglich, an den gebräuchlichen praktischen Massen festzuhalten.

Die Anwendung des Horizontalpendels zu seismologischen Untersuchungen.

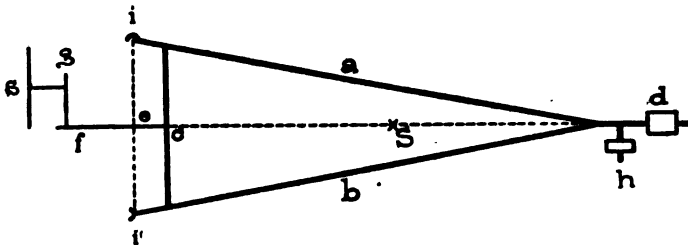
Von Professor H. Leutz.

Das erste Horizontalpendel zu wissenschaftlichen Untersuchungen fertigte der Münchner Student Lorenz Hengler aus Reichenhofen an. Er veröffentlichte eine Beschreibung seines Instrumentes und der Versuche, die er mit ihm angestellt hatte, in Dinglers polytechnischem Journal 1832, Bd. 43. Das Prinzip seines Instrumentes ist folgendes: Macht man die Verbindungslinie zweier fester Punkte zur Rotationsaxe eines Körpers, dessen Schwerpunkt ausserhalb der Rotationsaxe liegt, so liegt die Richtung der Schwerkraft stets in der durch die beiden festen Punkte und den Schwerpunkt bestimmten Ebene. Um die grösste Empfindlichkeit zu erreichen, muss man die Rotationsaxe so weit als möglich vertikal stellen. Das Instrument gleicht also im Prinzip einem Pendel, dessen Schneide senkrecht und dessen Pendel horizontal steht. Hengler gab seinem Instrument den Namen Pendelwaage, und zwar „astronomische Pendelwaage“, weil er es vorzüglich zu astronomischen Untersuchungen bestimmt hatte. Die Abhandlung Henglers hat jedoch keine Beachtung gefunden und die Pendelwaage gerieth in Vergessenheit.

Unabhängig von Hengler fand der Franzose Perrot ebenfalls das Prinzip der Pendelwaage und beschreibt dasselbe in *Compt. rend.* 54, S. 728, 1862 auf folgende Weise: „Wir denken uns zwei genau in denselben Vertikalen liegende festpunkte, etwa 2 m von einander entfernt. Wir befestigen nun an dem oberen einen sehr feinen Faden, der einen ungleicharmigen Hebel trägt, und bringen diesen Hebel in die horizontale Lage mittels eines anderen Fadens, der an dem kurzen Hebelarme und dem unteren festen Punkte angebracht ist.

Als Dritter hat, unbekannt mit den Mittheilungen Engler's und Perrot's, der Leipziger Astronom Zöllner das

Horizontalpendel erfunden. Er hat mit demselben viel experimentirt und es wesentlich verbessert. Seine Absicht war, einen Apparat zu konstruiren, der sowohl die Massen als die Entfernungen von Sonne und Mond, als auch die Zentrifugalkraft an einem gegebenen Punkte der Erde zu bestimmen gestatte. Eine Beschreibung seines Instrumentes wurde in den Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe im zehnten Band von dem damaligen Assistenten an der Karlsruher Sternwarte, v. Rebeur-Paschwitz, gegeben; v. Rebeur-Paschwitz selbst hat das Horizontalpendel in hohem Grade vervollkommnet und es sowohl zu astronomischen als auch zu seismologischen Untersuchungen benützt. Seine Resultate hat er in zwei Abhandlungen, in nova acta der Ksl. Leop. Carl deutschen Akademie etc. Bd. LX Nr. 1, und in Gerlands Beiträgen aus Geophysik II. veröffentlicht; im Folgenden sollen die Ergebnisse seiner seismologischen Untersuchungen in Kürze vorgeführt werden. E. v. Rebeur-Paschwitz hielt die Aufhängung des Horizontalpendels an Drähten wegen der Einwirkung der Torsion und des momentanen Spannungszustandes der Drähte für bedenklich. Er versuchte deshalb eine möglichst reibungsfreie Aufhängung in Spitzen und nachdem er mit einem provisorischen Apparat in der Technischen Hochschule zu Karlsruhe Vorversuche angestellt hatte, die günstig ausgefallen, liess er von Repsold in Hamburg zwei gleiche Horizontalpendel ausführen, bei welchen das Pendel aus dünnen, in Form eines gleichschenkligen Dreieckes zusammengesetzten Messingröhren a b c bestand.



i und i' sind die durch kleine Kugelschalen aus Achat gebildeten Lager, deren Krümmungsradius gleich der Länge ist, um welche die Spitzen, auf denen das Pendel schwingt, aus

ihren Trägern hervorragen. Ein Ansatz f trägt den zu i' parallelen Stift g , an welchem der Ablesespiegel s justierbar festgeklemmt ist. Ein kleines Gewicht h dient dazu, den Schwerpunkt S in die Längsaxe des Pendels zu bringen; d ist ein kleines, in der Richtung dieser Axe angebrachtes Gewicht. Eine Durchbohrung bei f erlaubt mittelst einer Hilfsschneide die Schwingungsdauer des vertikal hängenden Pendels zu bestimmen. Das Gewicht des ganzen Pendels ist 42 g, die Entfernung der Mittelpunkte beider Lagerflächen 68 mm, der Schwerpunkt liegt 100 mm von der Drehungsaxe i' entfernt.

Das Stativ des Pendels wurde aus Gusseisen hergestellt, es besteht aus einem niedrigen, oben offenen cylindrischen Gefäß, welches durch eine gut schliessende Glasglocke bedeckt wird und in seinem Innern die Aufhängevorrichtung mit dem Pendel enthält. Am Aussenrande befinden sich in gleichen Abständen von einander drei Ansätze zur Aufnahme der Fusschrauben; das ganze Stativ ist aus einem Stück gegossen. In der Mitte zwischen zweien der drei Schrauben und der dritten gegenüber ist der Mantel des cylindrischen Gefäßes durchbrochen und die Oeffnung ist durch eine Linse geschlossen, die zur photographischen Registrirung dient und bei direkter Beobachtung durch ein Planglas ersetzt wird. Eine Lampe, deren dunkler Cylinder eine feine kreisförmige Oeffnung hat, sendet ein Lichtbündel auf den Spiegel s , welches direkt und reflektirt die Linse passiren muss und sich dann auf einer mit Bromsilberpapier bezogenen Walze zu einem feinen Punkt vereinigt. Die Walze wird durch ein Uhrwerk um eine horizontale Axe bewegt und macht in 48 Stunden eine Umdrehung. Der Umfang der Walze ist so bemessen, dass der Lichtpunkt auf ihr in einer Stunde um 11 mm fortstückt. Um eine feste Abscisse zu haben, auf die man die Ordinaten der durch die Bewegung des Pendels erzeugten Kurve beziehen kann, ist gleich unter dem Pendelspiegel ein Spiegel an den Trägern befestigt, der ebenfalls durch die Linse Licht empfängt und am Rande der Walzen einen zweiten Lichtpunkt erzeugt, der am Anfang einer jeden Stunde durch das Uhrwerk auf fünf Minuten abgeblendet wird, also eine stündlich unterbrochene gerade Linie auf dem lichtempfindlichen Papier hervorruft.

Im Gegensatz zu den direkten Beobachtungen gibt die photographische Aufzeichnung eine fortlaufende Auskunft über den jeweiligen Grad der Ruhe des Erdbodens und gestattet dadurch, eine Reihe von Erscheinungen regelmässig zu verfolgen, die bei den direkten Beobachtungen nur durch einen glücklichen Zufall zur Kenntniss des Beobachters gelangen. E. v. Rebeur-Paschwitz hat vier Beobachtungsreihen bearbeitet, sie waren gewonnen in 1. Wilhelmshafen, 7. März bis 25. Sept. 1889; 2. Potsdam, 1. April bis 25. Sept. 1889; 3. Puerto-Orotova, 26. Dez. 1890 bis 27. April 1891; 4. Strassburg, 4. April bis 4. Sept. 1892. Es sind drei verschiedenartige Erscheinungen, über welche die vom Horizontalpendel verzeichneten Kurven Aufschluss geben.

Eine regelmässige Erscheinung bildet die sogenannte mikroseismische Bewegung, die jedoch mit wirklich seismischen Bewegungen nichts zu thun hat. Sie entsteht vermuthlich durch kleine Schwingungen des Pendels, welche durch horizontal gerichtete Oscillationen des Bodens erzeugt werden, ohne dass dabei eine Veränderung der Gleichgewichtslage eintritt.

Eine zweite, sehr eigenartige und bis zu den Beobachtungen von E. v. Rebeur-Paschwitz noch nirgends wahrgenommene Erscheinung bilden die Erdpulsationen, welche nach dem Aussehen der Kurven und auch aus anderen Gründen als etwas von der mikroseismischen Bewegung durchaus Verschiedenes anzusehen sind. Sie haben mit ihr nur das gemein, dass das Maximum ihrer Entwicklung etwa in dieselbe Zeit fällt.

Die dritte, aber schon von früheren Beobachtungen her bekannte Erscheinung sind die zahlreichen Störungen, welche wohl alle von entfernten Erdbeben herrühren. Diese Störungen sind in Strassburg viel kleiner als an den früheren Beobachtungsstationen, aber der gleichmässige Verlauf und die grössere Feinheit der Strassburger Kurven ermöglicht es, auch kleinere Anschwellungen zu berücksichtigen, welche z. B. in Wilhelmshafen unter der Fülle zahlreicher kleinerer Unregelmässigkeiten, mit denen die dortigen Kurven besetzt sind, jedenfalls der Beachtung entgangen wären.

Gehen wir nun zur eingehenderen Betrachtung der einzelnen Störungen. Bei Vergleichung der graphischen Darstellung von Stärke der mikroseismischen Bewegung und Stärke des Windes zeigt sich eine deutliche Beziehung zwischen beiden insofern, als die beiden Kurven gleichzeitig grösste Werthe haben. In manchen Monaten ist diese Uebereinstimmung so auffallend, dass man den Wind als alleinige Ursache der mikroseismischen Bewegung ansehen möchte. Es gibt jedoch auch Ausnahmen und besonders in den letzten Tagen des Dezember 1892 und den ersten des Januar 1893 sind diese Ausnahmen sehr auffallend. Fasst man die Gesammtheit der Beobachtungen in Betracht, so zeigt sich deutlich, dass die Windstärke nicht als unmittelbar massgebend für die mikroseismische Bewegung angesehen werden kann. Die mikroseismische Bewegung hat eine sehr ausgesprochene tägliche Periode, deren Minimum im Jahresdurchschnitt in den Morgenstunden zwischen 4 und 5 und deren Maximum in den Nachmittagsstunden zwischen 2 und 3 liegt. Diese Periode zeigt sich besonders deutlich in den Monaten März bis September. Auch der Oktober zeigt diese Periodicität noch deutlich, aber sie ist nicht mehr so ausgesprochen wie in den übrigen Monaten, im Dezember verschwindet die Periodicität ganz und ist auch im Januar und Februar nur von geringer Bedeutung. Dennoch ist die mikroseismische Bewegung an sich in den Monaten Dezember, Januar und Februar sehr stark entwickelt. Die Zusammenfassung der Kurven nach Vierteljahren lässt sowohl die Veränderlichkeit der Periodicität, als auch die allmähliche Verschiebung des Maximums sehr deutlich erkennen. Bei der Betrachtung der Monatsmittel für die tägliche Periode verschwindet die Uebereinstimmung zwischen Windstärke und mikroseismischer Bewegung vollständig, es lässt sich überhaupt im Jahresdurchschnitt keine nennenswerthe Periodicität der Windstärke erkennen, in den einzelnen Monaten ist sie von sehr wechselndem Charakter und entspricht nicht den Zahlen für mikroseismische Bewegung. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass die periodisch in den mittleren Tagesstunden auftretende Bewegung nur in ihrer mittleren Intensität, nicht aber in ihrer Periodicität vom Winde abhängt. Letztere muss durch andere Umstände bedingt sein.

Des Maximum der mikroseismischen Bewegung fällt in die Hauptwintermonate, fällt also einigermassen mit dem Maximum des Erdbebens in der nördlichen Hemisphäre und dem der später zu besprechenden Erdpulsationen zusammen. Ein innerer Zusammenhang zwischen mikroseismischer Bewegung und Erdpulsationen ist jedoch wenig wahrscheinlich, denn die Erdpulsationen sind im Januar von geringer Bedeutung und fehlen im Februar ganz, zur Zeit, da sie ihr Maximum haben, im letzten Drittel des November, ist die mikroseismische Bewegung nur ganz unbedeutend.

Während also im einzelnen eine deutliche Beziehung zwischen Wind und mikroseismischer Bewegung festgestellt werden kann, welche sich in gewissen Monaten in einem fast vollkommenen Parallelismus der beiderseitigen Kurven äussert, zeigt sich die mikroseismische Bewegung als eine vom Wind ganz unabhängige Erscheinung, wenn man die Monats- und Jahresdurchschnitte allein betrachtet. Die mikroseismische Bewegung verdankt also ihre Entstehung verschiedenen Ursachen, unter denen der Wind zwar am stärksten wirkt, zugleich aber auch am meisten den Charakter einer zufälligen Erscheinung trägt. Während sein Einfluss daher bei der Vergleichung im einzelnen bedeutend überwiegt, fällt er bei der Zusammenfassung der Beobachtung längerer Zeiträume heraus und es bleiben diejenigen Elemente der Erscheinung übrig, welche auf andere, noch unbekannte Ursachen zurückzuführen sind.

Die Erdpulsationen, die zweite am Horizontalpendel beobachtete Erscheinung sind regelmässige, flache Wellen, welche die Erdoberfläche auf dieselbe Art kräuseln, wie die Dünung die Oberfläche des Meeres. Die Periode dieser Wellen scheint veränderlich zu sein, bei den in Strassburg am auffallendsten in Erscheinung tretenden Pulsationen beträgt sie zwei bis drei Minuten. Bei der langsamen Fortbewegung des photographischen Papierees erreicht ihre lineare Ausdehnung also nur ein halbes Millimeter. Da die Kurve selbst günstigenfalls eine Breite von 0,4 Millimeter besitzt, so ist es erklärlich, dass jene kleinen Wellen einander zum Theil überdecken und in Folge davon nur an den Kurvenrändern vollkommen klar erkennbar sind. Die Wellen erscheinen meist in langen, zu-

sammenhängenden Reihen und sind dann von so grosser Regelmässigkeit, dass die an den Kurvenrändern hervorragenden Berge und Thäler wie die Zähne einer Säge aussehen. Bei Anwendung einer Lupe lassen sich die Wellen leicht zählen und innerhalb kleiner Kurvenstrecken zeigt sich ein fast vollkommener Isochronismus. Von einem Tage zum andern dagegen ändert sich die Dauer der Wellen in merklicher Weise, ja oft findet man innerhalb einer längeren Reihe eine deutliche Zu- oder Abnahme, anderseits behalten manche oft mehrere Tage hindurch eine auffallende Konstanz. Hie und da zeigen sich periodisch auftretende Impulse, die aber nie dieselbe Dauer und Regelmässigkeit besitzen wie die eigentlichen Pulsationen. Längere Reihen von knotenartigen Erweiterungen auf der Kurve, die sich etwa mit aufgereihten Perlen vergleichen lassen, übrigens nur selten auftreten, sind vielleicht als die Folge von Pulsationen von kurzer Dauer und grosser Amplitude aufzufassen. Die genauere Untersuchung dieser Bewegung lässt sich durch Anwendung einer hellen Lichtquelle und rascherer Rotation des photographischen Papieres bedeutend erleichtern. Aehnliche Aufnahmen hat Milne in Tokio gemacht. Er benutzte dabei einen von ihm als „konisches Pendel“ bezeichneten Apparat, der aus einem leichten Aluminiumstab bestand, dessen eines Ende in eine Spitze auslief und in einer Achatschale ruhte, während der Stab durch einen Quarzfaden in horizontaler Lage schwebend erhalten wird. Die Beobachtung erfolgte ebenfalls auf photographischem Wege und zu Zeiten wurden auch Aufnahmen auf sehr rasch bewegte Platten gemacht, bei denen eine Magnesiumflamme als Lichtquelle diente. Bei diesen Aufnahmen zeigten sich auch Erdpulsationen von sehr geringer Dauer, zwischen zwei und drei Sekunden, die gewöhnlichen Aufnahmen zeigen nur in Abständen von vier bis acht Minuten auftretende Maxima der Unruhe, welche vielleicht mit den knotenartigen Anschwellungen der Strassburger Kurven identisch sind. Milne hat auch Beobachtungen an Waagen mitgeteilt, aus denen hervorgeht, dass diese Erscheinungen nicht ohne Einfluss auf feine Wägungen sind. Er hat ferner darauf hingewiesen, dass durch Erdpulsationen die Sicherheit astronomischer Beobachtungen beeinflusst werden kann, und

die Möglichkeit einer Beziehung zwischen dem Auftreten von Pulsationen und dem Entweichen schädlicher Gase aus Kohlenminen hervorgehoben. Jedenfalls wird man annehmen müssen, dass diese elastischen Bewegungen der Erdoberfläche bis in grössere Tiefen reichen, deshalb ist es nicht unwahrscheinlich, dass sie zur Lösung bestehender Spannungsverhältnisse in der Erdkruste beitragen und dadurch in causalem Zusammenhang mit manchem tektonischen Erdbeben stehen.

Die Erdpulsationen treten, wenn sie auch an eine gewisse Jahreszeit gebunden zu sein scheinen, welche genau mit der grössten Häufigkeit der Erdbeben in der nördlichen Hemisphäre zusammenfällt, zu allen Tageszeiten auf und sind im Gegensatz zur mikroseismischen Bewegung Nachts eher etwas häufiger als am Tage. Die Existenz langer, Tag und Nacht umfassender Wellenreihen beweist jedoch, dass die Pulsationen von der Tageszeit nicht abhängig sind. Die Eigenthümlichkeit der Pulsationen, anscheinend willkürlich aufzutreten und ebenso willkürlich zu verschwinden, in Verbindung mit dem oft längere Zeit hindurch ganz gleichmässigen Auftreten zeigt, dass ihre Entstehungsursache nicht in bestimmten meteorologischen Verhältnissen zu suchen ist, ein Zusammenhang zwischen den Erdpulsationen und meteorologischen Zuständen liess sich auch in den Beobachtungen nicht auffinden. Da ferner in den Monaten, in welchen keine Pulsationen vorkommen, ganz ähnliche Wetterlagen vorkommen wie am Anfang des Winters, der die zahlreichsten Vorkommnisse dieser Art zeigt, so kann die Wetterlage jedenfalls nicht alleinige Ursache für das Auftreten der Pulsationen sein, sondern höchstens fördernd oder hemmend wirken, und in der That lassen auch die Beobachtungen die Annahme zu, dass ausser plötzlichen starken Aenderungen des Luftdruckes die Wanderungen der Maxima und Minima in Folge der durch sie verursachten Aenderungen der Spannung in der Erdoberfläche besonders günstige Bedingungen für das Auftreten der Erscheinung sind. Damit ist aber keine Erklärung der Pulsationen geliefert und es bleibt völlig räthselhaft, warum sie auf einen so kleinen Theil des Jahres beschränkt sind, und noch weniger ist ihr intermittirender Charakter zu erklären.

Wenn die oscillirenden Bewegungen der Erdoberfläche, als deren Folge die Pulsationen betrachtet werden müssen, sich mit derselben Geschwindigkeit fortpflanzen wie die Erdbebenwellen, so dürfte die Länge einer Welle wohl 500 km betragen, 80 derselben würden also schon den ganzen Erdumfang einnehmen. Ihre Höhe ist dagegen sehr gering und die ganze Differenz zwischen Wellenberg und Wellenthal beträgt nur 16 mm, wenn man die ganze Amplitude zu 0,05 Sekunden annimmt. Im Vergleich zu den bei Erdbeben vorkommenden vertikalen Bewegungen ist diese Höhe ziemlich bedeutend, nach den Beobachtungen in Tokio und Strassburg muss aber angenommen werden, dass noch viel bedeutendere Hebungen und Senkungen der Erdoberfläche vorkommen. Wenn solche Schwankungen auf dem Meeresboden vorkommen, so könnten sie, falls ihre Periode kurz wäre, wohl auch Bewegungen der Wassermassen zur Folge haben. Es fragt sich aber, ob solch' ausgedehnte Wellenreihen, wie sie in Strassburg in mehreren Fällen beobachtet wurden, wirklich über grössere Länderstrecken gleichzeitig zur Ausbildung kommen oder ob letztere vielleicht nur auf ein engeres, durch besondere lokale Verhältnisse begünstigtes Gebiet beschränkt ist.

Auch in England und Italien wurden die Pulsationen beobachtet, und es zeigte sich bei diesen, jedoch nicht mittelst des Horizontalpendels gewonnenen Beobachtungen, dass solche Wellen auch ohne die Veranlassung eines Erdbebens auftreten. Ein interessantes Beispiel hierfür bietet eine grosse Störung vom 19. Dezember 1892, die durch ein Erdbeben in Beludschistan hervorgerufen ist und inmitten einer ausgezeichneten Reihe sehr regelmässiger Pulsationen liegt. Die Periode dieser letzteren ist nachher fast dieselbe wie vorher, ja selbst an den Rändern der Störungsfigur sind an einer Stelle, wo die Schwingungen des Pendels hinreichend klein geworden sind, noch deutliche Spuren von Pulsationen zu sehen.

Der Zusammenhang zwischen den Störungen des Horizontalpendels, deren Dauer meist einige Stunden nicht überschreitet, und gleichzeitigen Erdbeben ist in so vielen Fällen nachgewiesen, dass man umgekehrt wohl berechtigt ist, für jede beobachtete Störung ein Erdbeben als Ursache anzunehmen und demgemäss allgemein von Erdbebenstörungen zu sprechen,

wenn es auch in der Mehrzahl der Fälle bis jetzt noch nicht gelang, die störende Ursache aufzufinden. Wir haben dabei zu bedenken, dass von den 510 Millionen Quadratkilometern, welche die Erdoberfläche umfasst, 374 Millionen, also fast drei Viertel vom Ocean bedeckt sind und dass es anderseits weite Länderstrecken gibt, die entweder unbewohnt sind oder doch nur selten von Kulturmenschen betreten werden. Daher kann man gar nicht erwarten, auch nur von dem grösseren Theile der auf der Erdoberfläche stattfindenden Erdbebenkatastrophen direkt Kenntniss zu erlangen. An diesem ungünstigen Verhältniss wird auch die Thatsache nichts ändern, dass vielfach die Ränder der Kontinente bevorzugte Erdbebengebiete sind. Da das Horizontalpendel hinsichtlich seiner Empfindlichkeit für schwache Erdbewegungen unter den in der Erdbebenforschung zur Zeit benutzten Instrumenten wohl die erste Stelle einnimmt, so würde es wohl der Mühe werth sein, ein Instrument dieser Art ausdrücklich für Erdbebenbeobachtung zu konstruiren. In den gewöhnlichen Seismographen findet das Horizontalpendel zwar vielfach Anwendung, aber in der hoch empfindlichen Form, die man ihm geben kann, ist es nur von Milne als konisches Pendel mit Fadenaufhängung benützt worden. Der ursprüngliche Zweck der Untersuchungen Rebeur von Paschwitz' war ein anderer, aber die Ergebnisse, die er nebenbei erhielt, zeigen den Werth regelmässiger, an zweckmässig ausgewählten Stellen der Erde angestellten Beobachtungen dieser Art auf's klarste.

Gleichzeitig mit den in Strassburg 1892 bis 1893 angestellten Beobachtungen wurden auch an der Marinesternwarte in Nikolajew Beobachtungen angestellt und die Mehrzahl der beobachteten Störungen findet sich trotz der Entfernung von 1800 km an beiden Orten vor und es hat sich gezeigt, dass selbst kleine Störungen sich so weit ausbreiten, ohne merklich an Intensität zu verlieren. Daher ist nicht zu zweifeln, dass durch einige gut gewählte Stationen sich thatsächlich eine stetige Kontrolle über die wichtigsten Erdbeben der ganzen Erde ausüben liesse. Die Empfindlichkeiten der in Strassburg und Nikolajew angewandten Instrumente verhielten sich wie 2 zu 5, die Störungen in Nikolajew waren daher bedeutend grösser, als in Strassburg. Hierfür liegt jedoch noch ein

anderer Grund vor, denn die Marinesternwarte in Nikolajew liegt auf einem Sandhügel, während die Strassburger Sternwarte mitten in die ältesten Gebirgstheile Europa's gebaut ist. In Nikolajew pflanzen sich die Erdbewegungen ähnlich fort wie in Potsdam und Wilhelmshafen, die mikroseismische Bewegung ist dort viel häufiger als in Strassburg. Dafür, dass in Strassburg die Form der Fortpflanzung der Erdbewegungen eine andere ist, als an den übrigen drei Orten, lässt sich noch eine andere Thatsache als Beleg anführen. Alle grösseren Störungen sind in Strassburg mit einer Versetzung des Pendels in seiner Lage verbunden, was an den anderen Orten nie oder nicht in so hohem Grade der Fall ist. Diese Versetzungen des Pendels erschweren die Beobachtungen in nicht geringem Masse, sind aber durchaus nicht von schädlichen Folgen begleitet, sondern besitzen vielmehr ein gewisses seismologisches Interesse, da sie das Eintreffen einer besonderen Bewegungsform anzeigen. In zahlreichen Fällen lässt sich nachweisen, dass die Bodenbewegung, welche eine Wanderung des Pendels auf den Spitzen zur Folge hat, erst geraume Zeit nach dem Anfange einer Störung eintritt. Der Zwischenraum ist sehr verschieden und lässt sich in den meisten Fällen leider nicht genau bestimmen, weil die erwähnte Bewegung oft mit der Hauptphase der Störung zusammenfällt, während deren die Kurve sehr oft verschwindet. Wenn es gelingen sollte, schärfere Figuren zu erzielen, in denen auch die stärksten Figuren sichtbar bleiben, so werden vielleicht gerade diese Figuren wichtige Anhaltspunkte geben. Wenn es sich um einfache Stösse handelt, so würde man aus der Richtung der Ablenkung des Pendels leicht auf die Stossrichtung schliessen können. Wengleich das Horizontalpendel eine vollständige Analyse der Erdbewegung, besonders bei einem so kleinen Zeitmass, wie es bisher angewendet wurde, nicht liefern kann, so gewähren die Störungsfiguren doch manchen Anhalt zur Beurtheilung des Verlaufs der Bewegung. Einem eigentlichen Erdbeben war das Strassburger Pendel nie ausgesetzt, sondern immer solchen Bewegungen, welche die älteren Seismographen gar nicht, solche neuerer Konstruktion, wie z. B. die empfindlichen langen Seismetrographen der italienischen Beobachter nur selten registriren.

Bei der Aufzeichnung entfernter Erdbeben spielen jedenfalls die freien Bewegungen des Pendels eine grosse Rolle. Zwar muss die Frage noch offen gelassen werden, in wie weit die Grösse der Ausschläge in einem bestimmten Theil der Störung der Intensität der Bewegung entspricht, doch können wir gewissen Phasen derselben eine reelle Bedeutung beimessen, vor allen denjenigen, in welchen ein rasches Anwachsen der Bewegung stattfindet. Solche Phasen finden sich in den meisten grösseren Störungen, häufig gehen schwächere Bewegungen voran, die theils ebenfalls plötzlich beginnen, theils sich allmählig entwickeln. Hierbei erreicht die stärkste Phase nicht selten einen Umfang von einer Stunde, wodurch bewiesen wird, dass die Bewegung, unter deren Einfluss das Pendel schwingt, nahezu ebenso lange gewährt hat, denn bei nur einmaligem Anstoss nimmt die Amplitude des Pendels sehr rasch ab.

Bei den durch Erdbeben veranlassten Störungen sind in der Regel drei Theile mehr oder minder deutlich wahrnehmbar. Die ersten Wellen pflanzen sich mit sehr bedeutender Geschwindigkeit fort, sie erzeugen den der Hauptphase vorhergehenden Theil der Störung und sind unter Umständen stark genug, das Pendel sofort in so starke Schwingungen zu versetzen, dass der Lichtpunkt keine Aufzeichnungen mehr liefert und damit die ferneren Einzelheiten der Störung verloren gehen. Einige Zeit später folgt die grösste Phase, welche meist mit einem starken Anwachsen der Amplitude beginnt und wahrscheinlich von dem Anfang um so weiter entfernt ist, je ferner der Erdbebenherd liegt. Theils mit ihr zusammenfallend, theils aber auch deutlich getrennt sind diejenigen Bewegungen, welche die Lagerung des Pendels verändern. Nach dem Ende der Hauptphase findet eine wiederholte Zu- und Abnahme der Bewegung statt, die den Gedanken erregt, dass die Erbebenwellen bei ihrer Ausbreitung im Erdkörper auch auf anderem, als direktem Wege an einen Punkt der Erdoberfläche gelangen können. Jedenfalls beweist die lange Dauer der Störungen, dass die Erdbewegung sich bei ihrer Fortpflanzung vielfach spaltet und dass in grösserer Entfernung vom Erdbebenherd die Bewegung sehr viel länger andauert, als in der Nähe desselben.

Bei den Horizontalpendelbeobachtungen in Strassburg bestätigte sich die Erfahrung, welche in Japan zuerst gemacht wurde, dass nämlich das Horizontalpendel durch die kleineren seismischen Erscheinungen der Nachbarschaft wenig oder gar nicht beeinflusst wird. Entweder breitete sich in diesen Fällen die Bewegung nicht weit genug aus, oder die Form der Bewegung ist mehr diejenige gewöhnlicher Erderschütterungen, welche das Horizontalpendel unbeeinflusst lassen, während bei der Ausbreitung auf grössere Entfernungen andere Bewegungsformen vorherrschen. Von neun in der Zeit vom 4. April bis 4. September 1893 im Schwarzwald beobachteten Erdbeben fallen nur zwei mit Störungen des Horizontalpendels in Strassburg zusammen und in beiden Fällen ist es nach Lage der näheren Umstände sehr wahrscheinlich, dass zwischen beiden Erscheinungen ein Zusammenhang besteht. In Nikolajew fand am 17. August 1893 ein Erdbeben statt, welches in der Stadt selbst gefühlt wurde und anscheinend eine intensive Bewegung des Pendels hervorrief. Die Kurve wurde unterbrochen, aber schon nach 15 Minuten war das Pendel wieder in Ruhe. Professor Milne berichtet, dass von den 101 Erdbeben, welche in Japan während des Februar 1893 gefühlt wurden, nur die grössten auf den Photogrammen seines konischen Pendels zu finden sind, während dieselben zahlreiche Störungen enthalten, die nicht mit dortigen Erdbeben zusammentreffen.

So unvollkommen in vieler Hinsicht die aus den bisherigen Beobachtungen gewonnenen Resultate sein mögen, so beweisen sie doch im Verein mit den aus anderen Beobachtungen abgeleiteten auf das Unzweifelhafteste, dass die Theorie von einer gleichmässigen Fortpflanzung der Wellen im Erdkörper verlassen werden muss. Die scheinbare Geschwindigkeit der Erdbebenwellen wächst mit der Entfernung bedeutend, mag man nun den Anfang oder das Maximum der Erdbebenstörung in Betracht ziehen. Bei Entfernungen von 10 000 bis 7000 km ergab die Rechnung Geschwindigkeiten von 6 km und mehr; bei den sehr scharfen Beobachtungen des Erdbebens von Wernoje — Entfernung von Wilhelmshafen 4800 km — betrug die Geschwindigkeit nur noch 5 km, bei einer Entfernung von 1000 km sinkt sie auf

3,6 km, bei noch kleinerer auf 3 km herab. Die angegebenen Zahlen sollen nur ungefähr die Veränderungen kennzeichnen, welche die Geschwindigkeit je nach der Entfernung erfährt. Wirklich zuverlässige Werthe liessen sich wohl erst bei Anwendung gleichartiger Instrumente und zweckmässiger Vertheilung derselben über einen grössten Kreis der Erde erhalten.

Da die hier bezeichneten Geschwindigkeiten nur mittlere scheinbare Oberflächengeschwindigkeiten sind, so werden die Unterschiede der wahren Geschwindigkeiten noch bedeutender sein. Die grössten in Betracht gezogenen Entfernungen betragen etwa einen Erdquadranten, für welchen das Verhältniss der Sehne zum Bogen etwa 10 zu 11 ist, es werden daher die oben gefundenen Verhältnisse sehr nahe bestehen bleiben, wenn man statt der scheinbaren Fortpflanzung an der Oberfläche die wahre innerhalb des Erdkörpers in Betracht zieht. Damit dürfte erwiesen sein, dass in grösseren Tiefen innerhalb des Erdkörpers die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine erheblich grössere ist, als in der Nähe der Erdoberfläche. Die Sehne des Quadranten nähert sich dem Erdmittelpunkt bis auf 0,7. Mindestens bis zu Tiefen von drei Zehntel des Erdradius müssen also die Bewegungen bei den entferntesten der in Strassburg beobachteten Erdbeben hinabgedrungen sein.

Auf Grund dieser Thatsachen gewinnt die Theorie krummliniger Erdbebenstrahlen, welche Professor Schmitt in Stuttgart im Jahre 1888 veröffentlicht hat, eine ganz besondere Bedeutung und die Erdbebenbeobachtungen gewinnen ein erhöhtes Interesse, da sie ein Mittel an die Hand geben, den Elasticitätsmodul des Erdinnern in verschiedenen Tiefen zu bestimmen.

Die mechanische Erklärbarkeit der Naturerscheinungen.

Maxwell. — Helmholtz. — Hertz.

Von Dr. Gustav Mie.

Der Begriff der Energie ist viel älter als seine physikalische Anwendung. In der Mechanik der materiellen Systeme, in welchen nur innere conservative Kräfte wirken, d. h. nur solche, die lediglich von der Configuration des Systems abhängen, aber nicht ausserdem auch zeitlich variiren, in welchen also insbesondere keine Reibungswiderstände auftreten, spielte er schon lange eine wichtige Rolle. Das Planetensystem ist bekanntlich ein derartiges materielles System. Die Energie lässt sich in einer ganz bestimmten Weise berechnen als Function der räumlichen Lage der einzelnen Systempunkte und der Geschwindigkeiten, mit denen die Punkte sich bewegen. Sie zerfällt in zwei Summanden, von denen der eine, die potentielle Energie nur von den die räumliche Lage (Configuration) bestimmenden Grössen (den Coordinaten) abhängt, der zweite, die kinetische Energie hingegen von den Geschwindigkeiten. Die Mechanik lehrt, dass in einem conservativen System die Energie einen unveränderlichen Werth hat.

Ueberträgt man den Begriff in die Physik, so hat man ausser Lage und Bewegung der Punkte des betrachteten materiellen Systems noch alle jene Grössen einzuführen, die den Zustand der Körper charakterisiren: Spannungen, Temperatur, chemische Beschaffenheit, electriche und magnetische Kräfte, Strahlung. Die Gesamtenergie eines materiellen Systems zerfällt in eine ganze Reihe von Summanden. Jedes Körpertheilchen besitzt zunächst für sich eine bestimmte Energie, deren Menge durch sein chemisches und physikalisches Verhalten, also Zusammensetzung, Aggregatzustand, Temperatur, elastische Spannungen, gegeben ist, diese Energie nennt man innere Energie. Wenn es ferner in Bewegung

ist, so besitzt es infolge dessen eine durch seine Masse und Geschwindigkeit gegebene kinetische Energie. Beide Energieformen kann man ineinander überführen, und wenn dies in raschem Tempo abwechselnd geschieht, nennt man die Energie: Schwingungsenergie. Diese letztere nehmen wir unter Umständen als Schall wahr. Berechnen wir die Energiemenge, die jedes Körpertheilchen unseres Systems in diesen drei Formen besitzt und bilden die Summe, so erhalten wir den ersten Theil der Gesamtenergie, den wir als Energie der Materie bezeichnen können. Unter Umständen kann von dieser Energie etwas verloren gehen, ohne dass sie etwa auf andere Körper übergeht, in der Art dass dafür electriche Kräfte (bei den Electricirmaschinen) in Erscheinung treten oder auch magnetische Kräfte (bei den Dynamomaschinen). Wir sagen dann: sie hat sich in electriche Energie und magnetische Energie verwandelt, und die Wissenschaft gibt uns Methoden an, die Grösse dieser Energieformen aus den auftretenden Kräften zu berechnen. Endlich gibt jeder Körper auch Energie ab, indem er eine Strahlung entsendet, die uns, wenn der entsendende Körper sehr heiss ist, als Lichtstrahlung wahrnehmbar wird, die aber, wenn er niedrigere Temperatur hat, nur mittelbar durch geeignete Versuchsanordnungen als dunkle Strahlung erkannt wird¹. Wir sagen: die Energie des Körpers hat sich in Strahlungsenergie verwandelt. Die Grösse der letzteren ist aus der Intensität der Strahlung zu berechnen. Zwischen den drei zuletzt genannten Energieformen bestehen enge Beziehungen und wir fassen sie aus einem später darzulegenden Grunde unter dem Namen Energie des Aethers in eine Gruppe zusammen. Dies ist der zweite Theil der Gesamtenergie. Als dritter kommt noch hinzu die Energie der Lage, welche das System infolge der Massenanziehung zwischen den einzelnen materiellen Punkten besitzt, und welche, wie oben erläutert, als Function der Coordinaten der Lage zu berechnen ist. In der folgenden Tabelle sind die einzelnen Posten, aus denen sich der Gesamtbetrag der

¹ Es gibt ausserdem noch eine Art dunkler Strahlung, die dem Licht beigemengt ist: die ultraviolette, ferner die erst kürzlich entdeckten Arten: die Hertz'sche und die Röntgen'sche Strahlung; alles verschiedene Typen derselben Energieform.

Energie eines materiellen Systems zusammensetzt, noch einmal übersichtlich aufgeschrieben:

- A. Energie der Materie.
 - 1. Innere Energie.
 - 2. Kinetische Energie.
 - 3. Schwingungs-Energie.
- B. Energie des Aethers.
 - 4. Electriche Energie.
 - 5. Magnetische Energie.
 - 6. Strahlungs-Energie.
- C. Energie der Massenanziehung.
 - 7. Energie der Lage.

Das Energieprincip sagt nun aus, dass die Gesamtenergie eines materiellen Systems, die durch diese sieben Summanden vollständig gegeben ist, stets dieselbe Grösse behält, so lange keine ausserhalb des Systems stehenden Körper sein Verhalten beeinflussen. Findet aber ein Einfluss äusserer Kräfte statt, so ist die Energiemenge, die das System gewinnt, genau gleich der Energiemenge, die die wirksamen Körper verlieren. Dieser Satz ist oft mit dem Satz von der Erhaltung der Materie verglichen. Man kann sagen, dass es zwei unzerstörbare Dinge oder Substanzen in der Welt gibt. Das eine ist die Materie, das andere die Energie. Man könnte nun hieraus die Meinung gewinnen, dass es die Aufgabe der Physik sei, einfach die Gesetze für die Umwandlungen der Energieformen ineinander empirisch herzuleiten und, wenn möglich, in ein einheitliches System zu bringen, so wie es die Chemie für die Umwandlung der chemischen Verbindungen macht, ohne nach irgend einer weiteren Erklärung des Wesens der Energie zu suchen. Dies scheint z. B. Robert Mayers Ansicht gewesen zu sein; wenigstens spricht er von der Deutung thermischer Vorgänge durch Bewegungen der Moleküle und Atome sehr geringschätzig. Und auch noch heute stehen manche Physiker (so Ostwald) auf diesem Standpunkt.

Und doch leitet der Energiesatz auch leicht zu einer anderen Anschauung. Die Grundvoraussetzung für jede Erklärung natürlicher Vorgänge ist, dass wir in den Er-

scheinungen eine Verknüpfung nach Ursache und Wirkung suchen dürfen, ja zu suchen uns gedrungen fühlen (Kant). Der erste für eine wissenschaftliche Ergründung der Vorgänge nothwendig vorausgesetzte, und doch nur empirisch festgestellte Grundsatz besagt nun, dass wir diese ursächlichen Zusammenhänge in der Natur auf eine endliche Zahl von Naturgesetzen zurückführen können. Dieser Grundsatz hat in der Wissenschaft meistens eine schärfer bestimmte zweite Form angenommen, welche von den Forschern entweder unbewusst vorausgesetzt oder auch bestimmt ausgesprochen wurde. So lange eine theoretische Physik existirt, hat man nämlich versucht, die ganze Mannigfaltigkeit der Erscheinungen auf rein räumliche und zeitliche Verhältnisse (Configurationen von Massenpunkten und Bewegungen dieser Massenpunkte) zurückzuführen. So erklärt man die thermischen Erscheinungen durch regellose Bewegung der kleinsten materiellen Theilchen (Moleküle), die Strahlung (helle und dunkle) durch Wellenbewegung einer nicht unmittelbar wahrgenommenen Materie, des Aethers, etc. Lässt sich diese Erklärungsweise durchführen, so ist die Mannigfaltigkeit der Energieformen nur eine scheinbare. Ersetzt man bei Berechnung der Energie die physikalischen Grössen durch die ihnen entsprechenden räumlichen und zeitlichen Grössen, so wird sich ein Ausdruck ergeben, wie wir ihn aus der Mechanik der conservativen Körpersysteme kennen, die scheinbare Mannigfaltigkeit der Energieformen wird sich auf zwei reduciren: potentielle und kinetische Energie. Ebenso wird sich die scheinbare Mannigfaltigkeit der Naturgesetze aus den einfachen Gesetzen der Mechanik herleiten lassen. Ein Gesetz der Mechanik ist nun, wie oben erwähnt, das Energieprincip und wir müssen also erwarten, dass dasselbe allgemein gilt, wenn wir die Naturerscheinungen allgemein mechanisch erklären wollen. Die Entdeckung des physikalischen Energieprincips musste also diese Bestrebungen fördern, da sie die Bestätigung einer nothwendigen Folgerung brachte.

Helmholtz suchte in seiner Abhandlung von 1847 sogar nachzuweisen, dass es, wenn das Energieprincip giltig sei

überhaupt nichts mehr geben könne, was einer mechanischen Deutung der Naturerscheinungen widerspräche. Indess wurde er durch Lipschitz darauf aufmerksam gemacht, dass sein Beweis nicht zuträfe. Es lässt sich nämlich aus der Giltigkeit des Energieprinzips keineswegs die in einem mechanischen System thatsächlich stattfindende Bewegung herleiten. Und folglich kann man auch umgekehrt nicht schliessen, dass Vorgänge, für die der Energiesatz gilt, auch sonst mechanischen Gesetzen gehorchen. Ich möchte Ihnen dies an einem einfachen Beispiel, der Planetenbewegung, darlegen. Der Planet kreist auf einer elliptischen Bahn um die Sonne; je weiter er von ihr entfernt ist, um so grösser ist seine potentielle Energie F , denn, um den Planeten von der Sonne zu entfernen, muss Arbeit geleistet werden. Bei der Entfernung wird also potentielle Energie aufgespeichert, natürlich auf Kosten der kinetischen Energie L : die Bewegung wird langsamer. Umgekehrt bei der Annäherung. Die Geschwindigkeit, mit der der Planet läuft, muss sich immer so reguliren, dass die ganze Energie: $E = L + F$ einen constanten Werth behält. So ist es bei der wirklich stattfindenden Bewegung der Planeten. Aber man kann sich auch eine Bewegung auf irgend einer völlig willkürlichen, ganz unregelmässigen Zick-Zack-Curve denken, auf welcher der Planet doch mit einer gerade in der Weise veränderlichen Geschwindigkeit läuft, dass $F + L$ constant bleibt: F ist ja für jeden Punkt gegeben (als Funktion der Coordinaten), also lässt sich L berechnen, also auch die Geschwindigkeit. Für eine in dieser Weise willkürlich angenommene Bewegung würde der Energiesatz gelten, aber durch Kräfte, die nur von der Lage der beiden Körper zueinander abhängen, würde sie sich nie erklären lassen. Es folgt also aus der Giltigkeit des Energieprinzips für einen Bewegungsvorgang noch nicht, dass er auch sonst den Gesetzen der Mechanik gehorcht. So wäre es auch möglich, dass die physikalischen Erscheinungen nur das Energieprincip mit mechanisch erklärbaren Erscheinungen gemein haben, im übrigen aber ganz anderen, complicirteren Gesetzen folgen.

Das Energieprincip für sich sagt eben noch nichts aus über die Art und Weise, wie die Verwandlungen der Energie

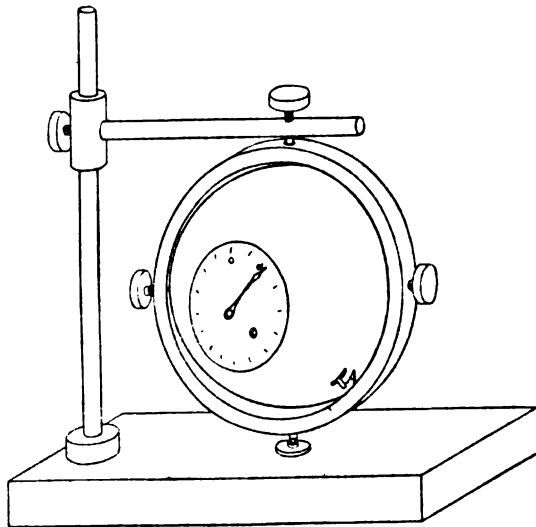
vor sich gehen müssen, ebenso wenig, wie das Gesetz von der Constanz der Stoffmenge dem Chemiker irgend welche Aussagen über chemische Umwandlungen liefert. So haben wir denn, unabhängig vom Energieprincip, in den einzelnen Zweigen der Physik Spezialgesetze, welche die Vorgänge regeln. In der Mechanik: die mechanischen Principien, unter denen besonders erwähnenswerth ist das sog. Princip der kleinsten Wirkung, aus welchem sich alle andern mechanischen Gesetze ableiten lassen; in der Thermodynamik: den zweiten Hauptsatz, Gesetze über Wärmeleitung etc.; in der Lehre von der Electricität und in der Optik eine grosse Zahl von Gesetzen.

Es drängt sich nun die Frage auf: Lassen sie nicht vielleicht auch diese, vom Energieprincip unabhängigen Sätze auffassen als verschiedene Spezialfälle eines einzigen — eines mechanisch deutbaren — Principis?

Die ersten Untersuchungen nach dieser Richtung hin stammenvon Maxwell, der nach einer mechanischen Deutung der electromagnetischen Gesetze suchte. Er ging dabei so vor, dass er Begriffe, die er in der analytischen Mechanik mathematisch ausgebildet vorfand, electricisch umdeutete, ganz so, wie früher der Begriff der Energie physikalisch umgedeutet wurde. Ihm handelte es sich hauptsächlich um den Begriff der Geschwindigkeit, und zwar in der von Lagrange eingeführten Verallgemeinerung.

Denken Sie sich in einem Gehäuse irgend ein complicirtes Uhrwerk, das durch eine Feder getrieben wird, grosse, schwere Schwungräder besitzt, und dessen Bewegung an einem Zeiger erkannt wird. Diese Uhr sei in einem cardanischen Ring so aufgehängt, dass die Drehungsaxen gerade durch den Schwerpunkt gehen, so haben wir einen Mechanismus, der nur durch innere Kräfte bewegt wird. Denn die Wirkung der einzigen vorhandenen äusseren Kraft, der Schwere, wird durch die Aufhängung aufgehoben. Welche Bewegungen nun die Uhr auch ausführen möge: in jedem Moment ist die Lage eines jeden einzelnen Theils gegeben, wenn drei Grössen gegeben sind, nämlich die Stellung des Zeigers Winkel α und die beiden Drehwinkel um die Axen der Aufhängung (β und γ), alle drei von einer bestimmten Anfangsstellung an gemessen. Kennte man also den Mechanismus in allen Einzelheiten, so müsste man aus

diesen drei Grössen die Lage jedes Theiles berechnen können. Daher nennen wir nach Lagrange diese drei Grössen die Coordinaten unseres Mechanismus. Befindet sich das Werk nun in Bewegung, so nennt man die Aenderungsgeschwindigkeiten der Coordinaten (d. h. also: die Drehung des Zeigers und die beiden Drehungen um die Axen der Aufhängung) die Geschwindigkeiten des Mechanismus. Nun sei die Spannkraft



der Feder, die man Kraft in der Richtung der Coordinate α nennen kann, zunächst durch eine Hemmung (A) aufgehalten. Sobald man sie freigibt, wird sie Arbeit leisten, um das Uhrwerk in Bewegung zu setzen. Die potentielle Energie der Feder verwandelt sich in kinetische Energie, aber freilich nicht vollständig: ein Theil geht infolge der Reibung verloren, wird zu Wärme. Schliesslich wird sogar die ganze Energie, welche die Feder liefert, nur noch dazu dienen, die durch Reibung fortwährend in Wärme umgewandelte Bewegungsenergie immer wieder zu ergänzen: das System erlangt einen stationären Bewegungszustand, die Geschwindigkeit des Zeigers bleibt constant. Nun werde eine äussere Kraft auf das Uhrwerk ausgeübt, welche, wenn keine inneren Bewegungen vorhanden wären, nur den einen der beiden Winkel, z. B. β , ändern würde. Wenn nun aber die Schwungräder

der Uhr rotiren, so wird diese Kraft, wie aus den Kreisgesetzen bekannt ist, einen ganz andern Erfolg haben: es wird zugleich eine Rotation γ eintreten; ausserdem wird die Uhr der Kraft mit einer andern Trägheit widerstehen, als wenn sie in Ruhe ist, und die Bewegung des Zeigers wird sich momentan ändern, wie wenn die Spannkraft der Feder momentan schwankte. Diese Erscheinungen kann man natürlich vorher berechnen, wenn man das Uhrwerk kennt. Aber — und das ist der Punkt, auf den es uns hier wesentlich ankommt, — die Mechanik lehrt diese scheinbaren, infolge der inneren Bewegungen auftretenden Kräfte auch berechnen, ohne dass man irgendwie das Uhrwerk kennt, wenn man nur die dem Werke in einem ganz beliebigen Bewegungszustande innewohnende kinetische Energie als Function der drei Geschwindigkeiten kennt. Diese Function aber wird man durch geeignete Experimente empirisch ermitteln können, ohne dass man es nöthig hat, das Gehäuse zu öffnen und das Uhrwerk zu analysiren.

Nun stellte Maxwell sich den electricen Strom als ein Phänomen vor, welches sich durch ein ähnliches Uhrwerk mechanisch interpretiren lässt. Man denke sich zunächst ein galvanisches Element. Zwischen den beiden Polen herrscht eine electriche Potentialdifferenz, d. h. eine Spannung. Nach Maxwell haben wir uns dies so zu denken, dass dem das Element umgebenden Weltäther infolge gewisser elastischer Deformationen Zug- und Druckkräfte innewohnen, die von den Polen des Elementes ausgehen. Diese Eigenschaft der Pole, deformirend auf den Aether zu wirken, bezeichnet man als ihre electriche Ladung. Die elastischen Kräfte im Aether entsprechen der Spannung der Feder in unserm Beispiel. Verbindet man nun die beiden Pole durch einen Draht, so entspricht dies dem Loslassen der Hemmung. Da wo sich der Leiter befindet, lösen sich die Spannungen auf, und der Aether in der ganzen Nachbarschaft kommt in Bewegung; und zwar ist dies eine Art Wirbelbewegung. So verwandelt sich die elektrostatische Energie in eine Art Bewegungsenergie, die sich als magnetische Kraft des Stromes äussert. Diese Umwandlung geht nicht momentan vor sich, sondern — ganz analog dem oben beschriebenen Mechanismus — fangen

die magnetischen Erscheinungen schwach an, wachsen und erreichen nach einer bestimmten, freilich sehr kurzen, Zeit eine stationäre Grösse. In der Wissenschaft bezeichnet man dieses allmähliche Entstehen des electromagnetischen Kraftfeldes als Wirkung der Selbstinduction. Dass aber die magnetische Energie nicht ins Unbegrenzte wächst, hat auch hier — gerade wie bei dem Uhrwerk — seine Ursache in dem Vorhandensein von Reibung, freilich nicht im Aether selbst, wohl aber im Leiter. Wenn also die Selbstinduction (oder wie wir auch sagen können: die Trägheit des Aethers) erst überwunden ist, dient alle fernerhin vom Element abgegebene Energie nur noch dazu, die in Wärme (Stromwärme) umgewandelte kinetische (magnetische) Energie immer wieder zu ersetzen. Es sei nun in dem Stromkreis eine electrolytische Zelle angebracht, die uns als Zeiger für die Aetherbewegung dienen soll: das an der negativen Electrode abgesetzte Metall liefert uns ein Maass dafür, wie viel Rotationen die Aethertheilchen gemacht haben. Wir können die Zelle einen „Tourenzähler für die Aetherbewegung“ nennen, nur dass sie uns selbstverständlich nicht absolute Tourenzahlen, sondern nur relative angibt. Wir können also — analog unserm mechanischen Beispiel — die abgeschiedene Metallmenge als Lagrange'sche Coordinate bezeichnen. Die Geschwindigkeit, mit der sich das Metall niederschlägt, oder, was im wesentlichen dasselbe ist, die Stärke des elektrischen Stromes ist dann eine Geschwindigkeit im verallgemeinerten Sinne. Jetzt suche man die Form des Drahtes, der aus einem leicht biegsamen Material bestehen möge, plötzlich zu ändern: Man wird infolge der Trägheit des bewegten Aethers eine andere Kraft hierzu brauchen, als sie sich lediglich aus der Trägheit und der Steifheit des Drahtes ergeben würde (electrodynamische Wirkung). Zugleich findet man, dass bei jeder Formänderung auch eine momentane Aenderung in der Geschwindigkeit der Aetherbewegung (d. h. also der Stromstärke) eintritt, wie wenn die electriche Spannung des galvanischen Elementes momentan schwankte (Inductionswirkung) — alles genaue Analogieen zu dem Verhalten des Uhrwerks. Auch hier können wir ferner den Werth der Bewegungsenergie (magnetische Energie) ermitteln, ohne irgend etwas über die Beschaffenheit des Aethers

selbst zu wissen, indem wir die Inductionerscheinungen experimentell verfolgen. Sie ergibt sich als Function der Geschwindigkeiten, d. h. Stromstärke und Bewegung des Leiters, und der Coordinaten, d. h. der Grössen, die die Form des Leiters mathematisch bestimmen. Soll nun die Theorie richtig sein, so müssen sich aus diesem Ausdruck für die Energie, nach der von Lagrange angegebenen Methode alle Gesetze der electricischen Ströme herleiten lassen. Dies konnte Maxwell thatsächlich nachweisen, und zwar nicht blos für den einfachsten Fall, dass nur ein Stromkreis vorhanden ist, sondern auch, wenn beliebig viele Stromkreise und leere Leiter, in denen Ströme inducirt werden können, und Eisenmassen, die durch die Ströme magnetisirt werden, im Wirkungsbereich liegen. Damit ist der Nachweis geliefert, dass sich der electricische Strom in allen seinen Wirkungen durch Mechanismen muss erklären lassen. Eine andere Frage freilich ist es, ob und wie wir uns von den einzelnen Theilen und der Zusammensetzung dieser Mechanismen bestimmte Vorstellungen verschaffen können; hierauf einzugehen erlaubt die Zeit nicht und würde uns auch zu weit aus dem Gebiet der heutigen Wissenschaft in Zukunftsideen führen.

So, wie die Entdeckung des Energieprincipes nicht nur viele schon bekannte Thatsachen von einem neuen, grossen Gesichtspunkt bequem überschauen liess, sondern auch Anlass gab zu mannigfachen wichtigen Experimenten — wir nennen hier nur die Arbeiten zur Ermittlung des mechanischen Wärmeäquivalentes und die Arbeiten über Stromwärme — so führte auch die Maxwell'sche Theorie zu zahlreichen neuen Entdeckungen. Vor allem epochemachend wurden die Versuche von Hertz über schwingende electricische Energie, welche unter anderm auch zu dem, von Maxwell schon vermutheten, Resultat führten, dass die strahlende Energie (Licht, ultrarote und ultraviolette Strahlung) eine Art schwingender electricischer Energie ist.

Während wir also nach dem vorhergehenden die drei Energieformen, die wir unter dem Namen „Energie des Aethers“ zusammengefasst haben, als mechanisch erklärbar auffassen müssen, stossen wir auf sehr grosse Schwierigkeiten, wenn wir dasselbe auch für die „Energie der Materie“ nachweisen

wollen, insofern diese nicht nur von der räumlichen Anordnung und den Geschwindigkeiten der Körpertheilchen, sondern vor allem auch von der Temperatur der Körper abhängt. Was aber auch Temperatur sein mag, das ist sicher, dass man sie weder als eine Grösse ansehen kann, die durch die Lagenverhältnisse der Körpertheilchen bestimmt ist, noch als eine Geschwindigkeit im Lagrange'schen Sinne.

Hier gelang es Helmholtz durch eine ganz neue Betrachtungsweise zum Ziel zu kommen.

Es wurde schon oben erwähnt, dass man die ganze Mechanik auf dem sog. Satz von der kleinsten Wirkung, dem Hamilton'schen Prinzip, aufbauen kann. Dieser Satz lautet: „Ist die Lage eines körperlichen Systems, in welchem nur innere, keine äusseren, Kräfte wirken und in welchem keine Reibung vorhanden ist, zu einer Zeit t_1 gegeben (Lage 1.), in einer späteren Zeit t_2 ebenfalls (Lage 2.), so kann man ohne weiteres angeben, wie sich der Uebergang von 1. nach 2. vollzogen hat. Denkt man sich nämlich irgend einen Bewegungsvorgang, der das System während der Zeit t_1 bis t_2 aus 1. nach 2. überführt, und berechnet man für jeden Moment zwischen t_1 und t_2 den Ueberschuss der Bewegungsenergie L über die potentielle Energie F (d. h. die Grösse $L-F$), so ist von allen denkbaren Bewegungsvorgängen derjenige der wirklich vor sich gehende, für den sich der kleinste Durchschnittswerth dieses Ueberschusses während der Zeit t_1 bis t_2 ergibt.“

Man kann diesen Satz auffassen als eine Verallgemeinerung des bekannten Galilei'schen Trägheitssatzes. Bewegt sich ein Körper während der Zeit t_1 bis t_2 von dem Orte 1. nach 2., ohne dass irgend welche Kräfte oder andere Körper seine Bewegung beeinflussen, so muss nach dem Hamilton'schen Satz, da die potentielle Energie in diesem Falle constant Null ist, die Bewegungsenergie des Körpers während dieses Ueberganges einen möglichst kleinen mittleren Werth haben. Es lässt sich durch eine mathematische Ueberlegung, die hier nicht im Einzelnen gebracht werden kann, zeigen, dass dies der Fall ist, wenn:

1. ganz abgesehen von der Bahn, auf welcher der Körper von 1. nach 2. läuft, die Bewegungsenergie während des ganzen Vorganges ungeändert bleibt,
2. die Bahn zwischen 1. und 2., so kurz als möglich ist, d. h. eine gerade Linie.

Der Körper muss also während des Zeitintervalls t_1 bis t_2 mit constanter Geschwindigkeit die gerade Linie 1. 2. durchlaufen. Dann muss er aber auch jedenfalls für alle Zeiten diese Geschwindigkeit beibehalten und auch immer auf der geraden Linie bleiben. Denn wenn er zu irgend einer andern Zeit t eine Geschwindigkeits- oder Richtungsänderung erführe, dann würde das Hamilton'sche Gesetz um die Zeit t herum ja nicht mehr gelten.

In ähnlicher Weise lässt sich für jeden Fall zeigen, dass aus dem Hamilton'schen Princip erstens die Gültigkeit des Energiesatzes während des Bewegungsvorganges folgt, zweitens die Bahn aller einzelnen materiellen Theilchen sich völlig bestimmen lässt, und zwar nicht nur für die Zeit zwischen t_1 und t_2 sondern auch für jeden Augenblick vorher und nachher. Da nun aber der Energiesatz der Mechanik nur ein Spezialfall des physikalischen Energieprinzipes ist, so kann man fragen, ob es nicht ebenso ein ganz allgemeines Grundgesetz gibt, als dessen Spezialfall in der Mechanik das Hamilton'sche Princip angesehen werden kann und welches ebenso die Fundamentalsätze in den andern Zweigen der Physik als Spezialfälle umschliesst. Aus diesem obersten Grundgesetz müsste auch der Energiesatz als eine nothwendige Folgerung fließen.

Für die electromagnetischen Phänomene lässt sich, wie nach den Maxwell'schen Untersuchungen zu erwarten ist, ein oberstes Princip aufstellen, welches dem Hamilton'schen völlig analog ist. Man hat nur statt der kinetischen Energie L die magnetische Energie einzusetzen und statt der potentiellen Energie F die electriche, so ergibt sich ein Satz, aus dem die fundamentalen Gleichungen der Electricitätslehre unmittelbar resultiren.

Für Vorgänge, bei denen Temperaturänderungen eintreten, muss man, wie Helmholtz zeigte, den Hamilton'schen Satz erst transformiren. Man muss nämlich die Temperatur

als eine Grösse auffassen, die sowohl von der durchschnittlichen Geschwindigkeit der verborgenen Bewegungen der kleinsten Körperteilchen, als auch von ihrer Configuration abhängt, und zwar in noch unbekannter Form. Es gelang nun Helmholtz auch für solche Fälle, wo man mit derartigen Grössen zu rechnen hat, den Hamilton'schen Satz auszudrücken, und aus dem so verallgemeinerten Satz leitet sich dann unmittelbar der zweite Hauptsatz der Thermodynamik ab.

Wir dürfen also sagen, dass das Hamilton'sche Prinzip in ähnlicher Weise physikalisch verallgemeinert werden kann, wie das Energieprinzip, und dass es so das fundamentale Naturgesetz darstellt, aus dem sich alle einzelnen Gesetze als Specialfälle oder als besondere Folgerungen ableiten lassen. Da nun das Hamilton'sche Prinzip sich mechanisch deuten lassen muss, so dürfen wir hieraus wohl schliessen, dass sich alle Naturvorgänge mechanisch deuten lassen.

Wir müssen aber doch zugeben, dass noch viele Fragen zu beantworten sind, bis eine wirklich befriedigende mechanische Erklärung zu finden wäre. So fehlt z. B. wie schon erwähnt, heute noch eine mechanische Definition der Temperatur. Können wir nun hier auch eine völlige Lösung des Problems von der Zukunft hoffen, so scheint ein unüberwindlicher Uebelstand der zu sein, dass, wie Helmholtz gezeigt hat, selbst in den Fällen, wo wir die in dem Ausdruck zur Berechnung der Energie vorkommenden Grössen bestimmt entweder als Coordinaten der Lage oder als Geschwindigkeiten (im verallgemeinerten Sinne) erkannt zu haben meinen, noch Zweifel bestehen können. Es können die Wirkungen nämlich zum Theil von verborgenen Bewegungen herrühren, die erst bei bestimmten Versuchsanordnungen als solche erkannt werden. Wir werden also immer im Zweifel sein müssen, was als Bewegungsenergie, was als potentielle Energie zu deuten ist, und damit ist die Aufstellung des Hamilton'schen Prinzips unmöglich geworden.

Denken wir uns beispielsweise, es solle die Energiemenge berechnet werden, die ein Körper empfängt, wenn er aus einer gewissen Anfangslage um eine Höhe h emporgehoben wird und wenn ihm ausserdem eine Geschwindigkeit vertheilt wird — also ein ganz alltäglicher Fall. Wenn wir uns im

φ^{ten} Breitengrade befinden, so ist nach den Pendelbeobachtungen die Fallbeschleunigung:

$g = 9,831 \cdot (1 - 0,0052 \cdot \cos^2 \varphi)$ Meter p/Sek. Ist ferner die Masse des Körpers m , so ist die zugeführte potentielle Energie (d. h. die zum Heben verbrauchte Arbeit):

$$F = m \cdot h$$

die zugeführte kinetische Energie (lebendige Kraft):

$$L = \frac{m}{2} \cdot v^2$$

Der Körper hat also im Ganzen die Energiemenge:

$$E = m \cdot h + \frac{m}{2} \cdot v^2$$

empfangen. Wir werden aber im Folgenden sehen, dass der Körper ausser dieser berechneten Energiemenge bei seinen Bewegungen noch eine nicht durch unsere Arbeit gelieferte „verborgene“ Energie erlangt, die wir auf keine Weise experimentell ermitteln können, da sie bei Wiederherstellung eines früheren Zustandes immer ebenso unbemerkt wieder abgegeben wird.

Während im Allgemeinen, besonders bei nicht sehr genauen und sorgfältigen Beobachtungen, die unmittelbar erkennbaren Ursachen zur Erklärung der Bewegungen eines Körpers auf der Erde ausreichen, macht sich doch in manchen Fällen ein Einfluss von verborgenen Vorgängen geltend. So ergibt sich z. B. aus den oben berechneten Ausdrücken für F und L theoretisch¹ das Resultat, dass ein fallender Stein in der Richtung der Schwerkraft (d. h. des Senklot) zu Boden kommen muss. Lässt man aber wirklich unter Beobachtung aller nöthigen Vorsichtsmassregeln den Stein aus einer beträchtlichen Höhe herunter fallen, so ergibt sich, dass er ein wenig nach Osten abgelenkt wird (in unsern Breiten kommt auf 150 m Fallhöhe eine Ablenkung von etwa 2,7 cm). Um diese und ähnliche Abweichungen von der Theorie zu erklären, sind wir gezwungen eine uns für gewöhnlich verborgene Bewegung in die Rechnung einzuführen: die Rotation der Erde. Dann ergibt sich, dass die Abhängigkeit der Beschleunigung g vom Breitengrad (wenigstens zum grössten Theil) nur eine scheinbare ist. Es ergibt sich ein anderer

¹ Nach dem Hamilton'schen Prinzip.

Werth für die potentielle Energie sowohl, wie für die kinetische, und auch die Summe beider, der gesammte Energiezuwachs, ändert sich um eine bestimmte Grösse: die schon erwähnte verborgene Energie, die der Körper von der Rotationsenergie der Erde entnimmt. Wir müssen gestehen, dass die Deutung der Bewegungserscheinungen auf der Erde eine ganz andere wird, wenn man die Rotation mit in Betracht zieht. Vor allem ist die Aufklärung über die wahre Ursache der scheinbaren Veränderlichkeit von g von der allergrössten Bedeutung besonders für die Wissenschaften, die sich mit der Natur der Erde speziell beschäftigen. Und doch wären wir hüllos, wenn nicht derartige Experimente, wie das Fallen des Steines, uns den sicheren Beweis für das Vorhandensein der verborgenen Bewegung lieferten. Nun sind aber bei den Mechanismen, durch die wir die physikalischen Erscheinungen zu interpretiren suchen, wohl meist derartige Experimente ausgeschlossen.

Man denke sich z. B. zwei permanente Magnete. Sie üben Kräfte auf einander aus nach mathematisch genau bekannten Gesetzen. Die Energie, die sie infolge ihrer gegenseitigen Lage besitzen, ist als potentielle Energie zu berechnen, gerade wie die Energie eines gehobenen Steines, die Bewegungsenergie ebenfalls; solange wir ferner nur mit permanenten Magneten operiren haben wir auch nie eine Veranlassung ausserdem noch verborgene Energiemengen zu vermuthen: alle Probleme die sich bieten scheinen mit den Mitteln der gewöhnlichen Mechanik gelöst werden zu können. Nun aber bestehen die bekannten Wechselbeziehungen zwischen Magneten und elektrischen Strömen, die uns zu der Ampère'schen Vorstellung führen, dass ein Magnet aus ausserordentlich vielen gleichgerichteten Molekülen bestehe, deren jedes von einem konstanten electrischen Strom umkreist wird. Danach besitzen die Magnete eine verborgene Energie, die die Ursache der magnetischen Wirkungen ist und, da nach Maxwell die Energie electrischer Ströme, Bewegungsenergie des umgebenden Aethers ist, so muss dies auch für die verborgene Energie der Magnete gelten. Nähert man nun zwei Magnete einander, so muss die Aetherbewegung die aus den beiden Bewegungen resultirende sein. Die kinetische Energie der resultirenden Bewegung aber ist nicht gleich der Summe der beiden

ursprünglichen Energieen, wir müssen also Energieänderungen beobachten. Diese Aenderungen der verborgenen kinetischen Energie bilden nun in Wirklichkeit jene Energiemengen, die wir nach der älteren Anschauung als potentiell ansahen. Auch hier ist gleichsam durch einen Zufall der Schleier gelüftet, der uns zunächst das wahre Wesen der magnetischen Energie verkennen liess.

Verweilt man bei diesen Beispielen einige Zeit mit seinen Gedanken, so wird einem zu Muthe, als komme nun das ganze von Maxwell und Helmholtz errichtete Gebäude ins Schwanken. Die magnetische Energie soll kinetischer Natur sein; warum wird denn die Wirkung electricisirter Massentheilchen, die so völlig denselben Gesetzen folgt, dass vom mathematischen Standpunkt aus Electrostatik und Magnetismus überhaupt gar nicht getrennt werden können, durch elastische Spannung (potentielle Energie) erklärt? Etwa nur, weil hier ein ähnliches Verhältnis, wie das des electricischen Stroms zum Magneten, nicht bekannt ist, und weil uns daher die Möglichkeit fehlt, experimentell zu prüfen, ob nicht schliesslich auch die electricische Energie im Grunde genommen eine Art kinetischer ist? Wenn wir, so zu sagen, nur durch Zufall errathen können, ob eine Energieform potentiell oder kinetisch ist, wenn wir die Stoss- und Trägheitswirkungen eines in rapider Bewegung befindlichen Mechanismus, dessen einzelne Theile wir nie selber wahrnehmen können, dessen Construction erst aus seinen Wirkungen erkannt werden soll, wenn wir diese kinetischen Wirkungen absolut nicht unterscheiden können von denen mechanischer Kräfte, die sich aus der Configuration materieller Punkte berechnen, wenn die entscheidenden Experimente völlig ausserhalb des Bereiches des dem Menschen Möglichen liegen können, was soll da die mechanische Deutung der Naturerscheinungen — da wir doch nicht hoffen dürfen, zu einer einheitlichen zweifellos richtigen Auffassung zu gelangen?

Helmholtz meint freilich in seiner Vorrede zu der Hertz'schen Mechanik, dass es ihm genug wäre, ohne besondere mechanische Erklärungen, „die blosse allgemeinste Darstellung der Thatsachen und ihrer Gesetze, wie sie durch die Systeme der Differentialgleichungen der Physik gegeben wird“, zu

besitzen. Indessen fügt er gleich hinzu, dass freilich Maxwell, Lord Kelvin und Hertz sich damit noch nicht befriedigt zu fühlen schienen. In der That kann man den Werth der mechanischen Modelle für die Naturerscheinungen wohl nur vom rein wissenschaftlichen Standpunkt aus für untergeordnet halten. Denkt man aber an die praktischen Ziele, welche schliesslich doch auch für die theoretische Physik die Hauptsache sind, so darf man es wohl geradezu als eine ihrer Hauptaufgaben hinstellen, den experimentirenden Forschern und den Technikern möglichst genaue mechanische Modelle der vor unseren Sinnen sich abspielenden Erscheinungen zu geben.

Deswegen ging denn auch Hertz mit all seiner Arbeitskraft ans Werk, die Theorie über die oben dargelegte Schwierigkeit hinweg zu bringen. Zugleich zeigte sich ihm wohl auch die Möglichkeit eines weiteren wesentlichen Fortschrittes.

Es ist eine merkwürdige Thatsache, dass die Anziehungs- und Abstossungskräfte, deren Wirkungsgesetze bisher genau bekannt sind, eine auffällige Aehnlichkeit des Verhaltens zeigen; es sind dies: Gravitation, Electricität, Magnetismus. So gut wie unbekannt sind bisher noch die Gesetze der inneren Kräfte der Körper (Molekularkräfte und chemische Kräfte). Die Wirkung der drei ersten folgt bestimmten Differentialgleichungen, die überall da gelten, wo keine Atome der wägbaren Materie vorhanden sind. An den Punkten, wo Atome liegen, pflegt die Giltigkeit aufzuhören (man drückt dies dadurch aus, dass man sagt: die Kräfte gehen von den betr. Atomen aus und wirken auf die Atome). Man fasst die Gleichungen unter dem Namen des Newton'schen Gesetzes zusammen, weil Newton sie zuerst bei der Gravitationskraft entdeckte. Später wurde ihre Giltigkeit auch bei den electricischen und magnetischen Kräften nachgewiesen. Sollte nun diese Gleichartigkeit von sonst so verschiedenen Wirkungen nicht ihren besonderen Grund haben, da doch a priori eine unendliche Mannigfaltigkeit der verschiedensten Gesetzmässigkeiten erwartet werden darf?

Wir haben gesehen, dass die magnetischen Kräfte die Folge verborgener Bewegungen sein müssen. Hertz zog nun die Consequenz, dass auch für die anderen Kräfte dasselbe

gelte. Er suchte also die physikalische Theorie auf den Satz aufzubauen: Es gibt überhaupt keine eigentliche potentielle Energie, keine Kräfte im Sinne der heutigen Mechanik; in Wirklichkeit haben wir es nur mit Bewegungsenergie zu thun, wenn auch die Bewegungen an sich verborgen sein mögen.

Die Berechtigung dieser Annahme im Einzelnen zu prüfen, dazu kam Hertz nicht mehr. Allzu früh riss ihn der Tod mitten aus der Arbeit. Was er uns hinterliess, ist nur der Anfang seiner Untersuchung: seine Mechanik, in der er die bekannten Lehren der analytischen Mechanik unter seinem neuen Gesichtspunkt aufstellt und gruppirt. Leider ist es nicht möglich, einen allgemein verständlichen Ueberblick über dieses eigenartige, wunderbar klar aufgebaute, tief durchdachte Werk zu geben. Es muss mir genügen, Ihnen ein Bild gegeben zu haben von den Bestrebungen, als deren letzte Frucht die Hertz'sche Mechanik anzusehen ist.

Lange Zeit mag wohl noch verfliessen, ehe das Ziel, zu dessen Verfolgung mit der Hertz'schen Mechanik der Anfang gemacht ist, erreicht wird. Aber welcher Art es ist, davon kann man sich wohl schon eine ungefähre Vorstellung machen. Es bedeutet wahrscheinlich die Zurückführung sämtlicher Naturerscheinungen auf Bewegungsvorgänge in einem die ganze Erfahrungswelt erfüllenden Medium, dem Aether, einer nicht compressiblen, reibungslosen Flüssigkeit, die sich überall in lebendiger, ungeheuer mannigfaltiger, wirkungsreicher Bewegung befindet. Die Continuität dieser Bewegung ist an zahllosen Punkten jäh unterbrochen, die daher Ausgangspunkte von scheinbaren mechanischen Kräften sind. Diese Discontinuitätsstellen sind die Orte der Atome, welche entweder fremde, in den Aether eingelagerte Partikelchen oder auch nur die durch die Discontinuität charakterisirten und abgesonderten Theile dieser selben Substanz sind.

Drei Stufen wären es also nach dieser Auffassung, auf denen der Weg der theoretischen Physik zu ihrem letzten und höchsten Ziele gehen muss:

1. Die Erkenntniss, dass unser Streben, die Naturerscheinungen nach dem uns angeborenen Prinzip der Causalität

zu begreifen, nicht fruchtlos ist, dass es Naturgesetze gibt, dass die Welt ein Kosmos ist.

2. Die Zurückführung der mannigfachen Gesetze der Erscheinungen auf Bewegungsgesetze von Mechanismen, die durch das Hamilton'sche Prinzip möglich wird.
 3. Als Consequenz dieser zweiten Stufe: Zurückführung auf Bewegungsgesetze einer einzigen, incompressiblen Flüssigkeit, in der vielleicht andere Partikelchen eingestreut sind, ohne Zuhilfenahme irgendwelcher Kräfte im Sinne der heutigen Mechanik.
-

Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17. November 1891.

Von Emil Böse.

Das Rheinthal zwischen Basel und Karlsruhe wird, wie bekannt, sehr häufig durch Erdbeben erschüttert; erst seit kurzer Zeit, seit etwa 17 Jahren, werden diese Beben systematisch untersucht, und die Resultate, zu welchen das Studium einer Anzahl kleinerer und grösserer Erdbeben geführt hat, sind in den Verhandlungen des naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe veröffentlicht worden. Eine einzige bedeutendere Erschütterung, diejenige vom 17. November 1891, hat noch keine Bearbeitung erfahren, und es ist der Zweck der folgenden Seiten diese Lücke auf Grund der von der badischen Erdbebenkommission gesammelten Berichte auszufüllen. Leider ist es mir Raummangels wegen nicht vergönnt, das mir vorliegende Material vollständig publiciren zu können, wie dieses durch Futterer für das Erdbeben vom 22. Januar 1896 geschehen ist. Das hier zu besprechende Erdbeben ist allerdings bei weitem nicht von so grosser Bedeutung, wie die meisten der bisher aus dem Rheinthal beschriebenen, gewinnt aber ein gewisses Interesse durch den eigenthümlichen Verbreitungsbezirk.

Bei der Bearbeitung des Materials erfreute ich mich der liebenswürdigsten Unterstützung von Seiten der Herren Professoren Dr. K. Futterer und Dr. Schultheiss; ihnen sei hier der gebührende Dank ausgesprochen.

Das Verbreitungsgebiet.

Das Gebiet, welches am 17. November 1891 Abends zwischen 6 und 7 Uhr erschüttert wurde, umfasst hauptsächlich den Kaiserstuhl, den Tuniberg sowie das westlich

davon liegende Gebiet bis gegen Freiburg und das südliche Land bis Kandern. Die nördlichsten noch erschütterten Punkte sind Jechtingen, Königschaffhausen, Leiselheim und Amoltern, alle am Kaiserstuhl gelegen; die am weitesten nach Osten liegenden Orte sind Glotterthal, Wagensteig und St. Wilhelm; die westlichsten: Alt-Breisach, Namsheim, Blodelsheim, Rumersheim. Durch das Vorhandensein einer grossen Menge negativer Berichte lässt sich das erschütterte Gebiet im Ganzen recht gut umgrenzen, nur im Süden mangelt es an diesen. Negative Nachrichten liefen aus folgenden Orten ein: Alt-simonswald, Andolsheim, Bahlingen, Banzenheim, Bellingen, Biesheim, Breitnau, Buchenbach, Buchholz, Burg, Burkheim, Denzlingen, Ebnet, Eschbach b. Freiburg, Falkensteig, Feldberg, Gundelfingen, Heuweiler, Hinterstrass, Lenzkirch, Neuenburg, Neustadt, Nimburg, Obersimonswald, Ohrensbach, Ottmarsheim, Reuthe, St. Märgen, St. Peter, Sasbach, Schliengen, Steig, Suggenthal, Untersimonswald, Waldkirch, Weissweil, Wildthal, Zarten.

Wir ersehen aus der Lage dieser Orte, sowie derjenigen, aus denen positive Berichte vorliegen, dass das erschütterte Gebiet ungefähr die Gestalt einer Ellipse hat, deren grösserer Durchmesser ziemlich NS verläuft, während der kleinere OW gerichtet ist. Auffallend sind hierbei einige Stellen der Grenzlinie, nämlich die starken Ausbuchtungen bei Müllheim und Freiburg. Während uns nämlich aus Müllheim stärkere Erschütterung gemeldet wird („sogar schwere Gegenstände geriethen ins Wanken“) liegen aus Neuenburg nur negative Berichte vor, dagegen werden aus dem südlich von Neuenburg gelegenen Steinenstadt, sowie aus Rumersheim, welches nordwestlich von Müllheim liegt, geringe Erschütterungen gemeldet. Aehnlich verhalten sich die Dinge bei Freiburg. Die Stadt selber wurde nur von einer ganz geringen Erschütterung betroffen; eine etwas stärkere wurde aus den nach NO in einiger Entfernung gelegenen Orten Glotterthal und Fohrenthal gemeldet; dagegen sind aus den dazwischen liegenden Orten: Gundelfingen, Heuweiler und Wildthal nur negative Nachrichten vorhanden. Auch der noch erschütterte Ort Wagensteig ist durch verschiedene Orte, in denen nichts bemerkt wurde, vom Hauptgebiet getrennt.

Wir werden auf diese Erscheinung an anderer Stelle noch einzugehen haben.

In dem erschütterten Gebiete habe ich, soweit die Berichte es zuliessen, verschiedene Grade der Intensität unterschieden, und zwar nach der Forel'schen Skala, in der Weise, wie Futterer¹⁾ diese für das Rheinthal modificirt hat, nämlich:

Grad 1. Sehr schwache Erschütterung, von den wachenden Menschen unter für die Beobachtung besonders günstigen Verhältnissen (in der Ruhe liegend etc.) bemerkbar.

Grad 2. Schwache Erschütterung, bemerkbar durch den wachenden Menschen auch während der Thätigkeit; fähig den schlafenden Menschen zu wecken, Schwanken von aufgehängten Gegenständen oder von Flüssigkeiten.

Grad 3. Mittelstarke Erschütterung, Verschieben von beweglichen Gegenständen, Möbeln etc.

Der von Futterer ausserdem unterschiedene vierte Grad (Beschädigung an Häusern etc.) kommt für das hier besprochene Beben nicht in Betracht. Das Urtheil über die Intensität der Erschütterung an den verschiedenen Orten ist der Natur der Berichte nach ein recht unsicheres, besonders da, wo nur ein einziger Bericht vorliegt; ziemlich schwer ist meistens die Unterscheidung zwischen Grad 2 und Grad 3 zu machen, weil es gewöhnlich an genügenden Beschreibungen fehlt, in welcher Weise die Gegenstände sich bewegt haben, d. h. vor Allem ob sie ihren Platz gewechselt haben. Glücklicherweise liegen jedoch aus den am stärksten betroffenen Orten mehrere Berichte vor, so dass man sich einigermaßen ein Bild von der Intensität machen kann. Bei manchen Orten wie Bingen, Munzingen sind die Berichte ganz ungenügend, ich habe sie auf der Karte ebenso wie andere Orte, von denen genauere Nachrichten nicht vorlagen, mit Grad 1 bezeichnet, trotzdem gerade an den beiden genannten Orten möglicher Weise Grad 2 oder Grad 3 anzunehmen wäre.

Erscheinungen, welche auf den dritten Grad der Intensität hindeuten, wurden nur aus fünf Orten berichtet, nämlich: Ehrenstetten („Tische und Stühle tanzten“),

¹ Futterer, Das Erdbeben vom 22. Januar 1896. Verh. d. Naturw. Ver. Karlsruhe. Bd. XII 1896, pag. 10.

Merzhausen („Tische und Stühle wurden von ihren Plätzen gehoben“), Thiengen („sämtliche Gegenstände im Zimmer bewegten sich, zwei Männer auf der Strasse wurden beinahe umgeworfen“), Opfingen („Teller und Gläser stiessen klirrend zusammen“) und Wasenweiler („alte Häuser wurden erschüttert, Gebälk krachte, Möbel und Ofen bewegten sich, Thüren und Fenster schlotterten heftig“). Diesen Orten wäre vielleicht noch Merdingen anzuschliessen, da berichtet wird, dass in nahen Steinbrüchen Schutt und Steine herabfielen.

Aus 25 Orten liegen Berichte vor, welche auf den zweiten Grad der Intensität schliessen lassen. Diese Orte sind geographisch in ganz bestimmten fast geraden Linien angeordnet. Diese Linien erstrecken sich ungefähr in nordsüdlicher bis nordost-südwestlicher Richtung. Es lassen sich drei Hauptschütterlinien unterscheiden, nämlich die Linien Müllheim-Leiselheim, Stauffen-Eichstetten und Stauffen-Merzhausen; die erste ist die längste, die letzte die kürzeste. Auf der westlichsten Linie liegen: Müllheim, Zienken, Grissheim, Bremgarten, Hartheim, Rimsingen, Gündlingen, Rothweil, Bischoffingen, Leiselheim und Kiechlinbergen. Von dieser Linie zweigt bei Hartheim eine etwas weiter gegen NNW gerichtete ab, auf der Geisswasser und Altbreisach liegen. Auf der zweiten (mittleren) Linie finden wir: Staufen, Krotzingen (Bingen und Munzingen vielleicht 2. Grad, Thiengen und Opfingen 3. Grad), Waltershofen, Oberschaffhausen, Eichstetten; auch die Orte Merdingen (2. Grad), Wasenweiler (3. Grad), Amoltern (2. Grad) und Vogtsburg (2. Grad) dürfte zu dieser Linie zu rechnen sein. Die dritte in der Richtung SSW—NNO verlaufende Linie wird gebildet durch die Orte Staufen (Ehrenstetten 3. Grad), Kirchhofen, Wittnau (Merzhausen 3. Grad). Eine weitere Meldung von Mundenhof bei Lehen liesse vielleicht ebenfalls auf den 2. Grad schliessen, doch bin ich meiner Sache hier nicht ganz sicher; jedenfalls war die Erschütterung an dem genannten Orte etwas stärker als in Umkirch und Betzenhausen.

Die übrigen Orte — im Ganzen liegen aus 99 Orten 151 Berichte vor — haben entweder eine Erschütterung verspürt, welcher der Grad 1 zukommt, oder aber eine, deren

Intensitätsgrad der dürftigen Nachrichten wegen sich nicht bestimmen lässt. Diejenigen Orte, deren Erschütterung sicherlich nur den 1. Grad erreicht, sind: Betberg b. Buggingen, Betzenhausen, Blodelsheim, Bötzingen, Buchheim, Haslach, Horben, Hugstetten, Jechtingen, Kandern, Kirchzarten, Lehen, Nambshheim, Rumersheim, St. Georgen, Schellingen, Stegen, Steinensstadt, Unterglotterthal, Vörstetten, Wagensteig, Zähringen. Die übrigen Orte, aus denen ein Erdbeben gemeldet wird, sind: Achkarren, Au, Ballrechten, Bickensohl, Bingen, Bollschweil, Britzingen, Dietenbach, Dottingen, Ebingen, (? 2. Grad), Eschbach, Fohrenthal, Freiburg (ziemlich sicher 1. Grad), Gallenweiler, Heitersheim, Hochdorf, Hochstetten, Hofgrund, Ihringen, Königsschaffhausen, Mengen, Munzingen, Mundenhof, Neuershausen, Neuhof(?), Niederrimsingen (? 2. Grad), Niederrothweil, Niederweiler, Oberbergen, Oberglotterthal, Obermünsterthal, Oberried, Oberweiler, Pfaffenweiler, St. Ulrich, Schallstädt, Sölden (? 2. Grad), Sulzburg, Umkirch. Bei einem dieser Orte, nämlich Neuhof, erscheint es mir überhaupt zweifelhaft, ob ein Beben stattgefunden hat. Es wird nämlich gemeldet, dass von einem Gartenhäuschen, welches mit starken Brettern gedeckt war, das hinterste Brett an der Südseite entfernt und an der Nordseite auf dem Boden gefunden wurde. Ich vermüthe, dass das Brett durch den in der Nacht vom 17/18. November herrschenden Sturm abgerissen wurde, um so mehr, als andere Erscheinungen in Neuhof, soweit es sich feststellen lässt, nicht wahrgenommen sind.

Das Epicentrum, soweit man in diesem Falle überhaupt von einem solchen reden kann, des Bebens lag jedenfalls in der geologischen Mulde zwischen Tuniberg und Schönberg (südwestlich von Freiburg), wir werden in einem der folgenden Abschnitte noch darauf zurückkommen. Das pleistoseiste Gebiet umfasst den grössten Theil des erschütterten Distriktes und bildet einen Streifen, dessen grösste Ausdehnung zwischen Müllheim und Leiselheim (NS) liegt; die grösste Breite erreicht er zwischen Geisswasser und Merzhausen.

Nachbeben scheinen nicht stattgefunden zu haben, nur an einem einzigen Orte, Kirchhofen, wird berichtet, dass man in der Nacht ein Beben empfunden haben will; die

Nachricht ist jedoch so ungenau, dass man kaum ein grosses Gewicht darauf legen kann, vielleicht sind die betreffenden Personen durch den Sturm in der Nacht getäuscht worden.

Eintrittszeit und Dauer der Bewegung.

Es liegen eine grosse Anzahl von Zeitangaben vor, darunter jedoch keine einzige astronomische Bestimmung. Diejenigen Angaben, welche den meisten Anspruch auf Genauigkeit machen können sind die von Postämtern und Agenturen. Es sind folgende:

Ehrenstetten	P.Ag. ¹	6 ^h 23'
Heitersheim	P.A. ¹	6 ^h 18'
Kirchhofen	P.Ag.	6 ^h 20'
Krozingen	P.A.	6 ^h 20'
Mengen	Postbericht	6 ^h 22'
Oberrimsingen	P.Ag.	6 ^h 24'
Opfingen	P.Ag.	6 ^h 23'
Schallstadt	P.A.	6 ^h 23'

Ausserdem wird aus St. Wilhelm berichtet 6^h18' mit der Bemerkung, dass die Uhr nach der Postuhr Kirchzarten geht. Unter den obigen acht Berichten wird dreimal 6^h23', je einmal 6^h22' und 6^h24', zweimal 6^h20' und einmal 6^h18' angegeben; daraus würde sich im Mittel 6^h22' ergeben; erwägen wir, dass 6^h23' dreimal vorkommt und dass auch 6^h22' und 6^h24' genannt werden, so scheint der wahre Eintritt ungefähr um 6^h23' herum zu liegen. Nehmen wir dazu noch die übrigen genauern Zeitangaben, bei denen leider nicht bekannt ist, ob die betreffenden Uhren mit den Post- oder Telegraphenuhren verglichen worden sind, so finden wir, dass 6^h20' zwanzigmal genannt wird, 6^h30' achtzehnmal, 6^h25' neunmal, 6^h23' dreimal, 6^h18' dreimal, 6^h22' einmal, 6^h35' einmal, 6^h13' sechsmal. Daraus ergibt sich als Mittel 6^h24'. Alles deutet also auf die Zahl 6^h22'—6^h24'. Wissenschaftlich sind diese Zeitangaben fast werthlos, da an eine Berechnung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit nach so ungenauen Angaben nicht zu denken ist.

Ueber die Dauer der Erschütterung liegt ebenfalls eine Reihe von Beobachtungen vor, die hier der Reihe nach auf-

¹ P.Ag. = Postagentur; P.A. = Postamt.

gezählt werden sollen; ganz fortgelassen habe ich nur unbestimmte Angaben wie „einige Sekunden“ etc.

Altbreisach ca. 2"	Müllheim 5"
Betberg ca. 4"	Munzingen 1' (!)
Bischoffingen 3—4"	Nambsheim 3—4"
Ebringen 2' (!)	Oberrimsingen höchstens 2"
Ehrenstetten 2—3"	Oberschaffhausen 2—3"
Eichstetten 5—8"	Opfingen 2—3"
Föhrenthal 30" (!)	St. Wilhelm 5—7"
Geisswasser 5—6"	Schallstadt 2—3"
Gottenheim höchstens 2"	Stauffen ca. 5"
Gündlingen 3—4"	„ ca. 5"
Hartheim 5—6"	Stegen 4—5"
Heitersheim 2—3"	Sulzburg 2—5"
Kirchhofen ca. 3"	Thiengen 2"
Krozingen ca. 2"	Vörstetten ca. 2"
Mengen 1' (!)	Wittnau 3".
Merdingen ca. 3"	

Ganz auszuschliessen sind natürlich von vornherein die Angaben Ebringen, Föhrenthal, Mengen, Munzingen; von den übrigen schwanken die meisten zwischen 2 und 4" und da es bekannt ist, dass derartige Zeiträume gewöhnlich stark überschätzt werden, so dürfte die Annahme, das Beben habe 2—3" gedauert, sich von der Wahrheit nicht sehr weit entfernen.

Art der Bewegung.

Ueber die Art der Bewegung liegen uns ziemlich viele Nachrichten vor, die meisten sind leider sehr mangelhaft formulirt, so dass häufig nicht recht daraus zu entnehmen ist, was der Berichterstatter in Wirklichkeit wahrgenommen hat. Ich führe die Nachrichten wiederum in alphabetischer Reihenfolge auf.

Altbreisach:

- 1.¹ leichter Stoss
2. kein Stoss gespürt
3. zwei ziemlich heftige Stösse rasch aufeinanderfolgend.

¹ Diese Zahlen 1., 2., 3. zeigen verschiedene Berichte aus gleichen Orten an.

Amoltern: dumpftönender Stoss, dann sekundenlanges rollendes Nachtosen.

Betberg bei Buggingen: starkes Zittern.

Bickensohl: ein Stoss.

Blodelsheim: bemerkbare Bewegung, darauf mehrere schwache Stösse.

Bollschweil: zwei Stösse.

Bötzingen: ziemlich starker Erdstoss.

Bremgarten:

1. wellenförmige Bewegung;
2. ein Stoss.

Ebringen: drei aufeinanderfolgende Stösse.

Ehrenstetten: 2—3 Stösse wellenförmig.

Eichstetten:

1. zwei Stösse, wellenförmige Bewegung;
2. wellenförmige, ziemlich heftige Bodenbewegung.

Eschbach: zwei starke Stösse.

Freiburg: Erschütterung wurde nicht gespürt.

Geisswasser:

1. zwei Stösse, wovon der erste der stärkste;
2. wellenförmige Bewegung mit 5—6 Stössen.

Gottenheim: ein Stoss.

Grissheim:

1. ein Stoss;
2. ein Stoss;
3. ein Zittern.

Hartheim:

1. ein bemerkbarer Stoss;
2. wellenförmige Bewegung mit 5—6 Stössen, der dritte am stärksten;
3. ein Stoss;
4. zuerst geringe Bewegung, unmittelbar darauf 6—7 zusammenhängende Stösse, der dritte am stärksten.

Heitersheim: ein Stoss.

Horben: zwei starke Stösse.

Ihringen: Stoss verspürt.

Jechtingen: schwacher Stoss.

Kandern: ein Ruck.

Kirchhofen: zwei Stösse unmittelbar nacheinander.

Krozingen:

1. wellenförmige Erdbewegung;
2. eine sehr heftige Erschütterung.

Mengen: wellenförmige Bewegung.

Merdingen:

1. starker Stoss (Erschütterung) mit wellenförmigem Nachschleppen;
2. ein heftiger Stoss.

Merzhausen: ein ziemlich starker Erdstoss.

Müllheim:

1. drei noch ziemlich unterscheidbare Erschütterungen, von denen die zweite die heftigste;
2. ein heftiger kurzer Stoss;
3. zwei Stösse.

Mundenhof: ein ziemlich starker Stoss.

Namsheim: zuerst Bewegung, dann geringe Erschütterung.

Niederrimsingen: ein dumpfer Stoss.

Oberrimsingen:

1. ein kurzer, schwacher Stoss;
2. ein kräftiger Stoss;
3. drei Stösse, wovon der erste am stärksten. Die Stösse erfolgten im Zwischenraum von ca. 1";
4. heftiger Stoss.

Oberschaffhausen: horizontale Bewegung.

Opfingen:

1. zwei heftige Erdstösse;
2. zwei heftige Stösse unmittelbar aufeinanderfolgend, zweiter Stoss stärker als der erste.

Rumersheim: Zittern wahrgenommen.

St. Wilhelm: einige kurz aufeinanderfolgende Stösse.

Schallstadt: ein sehr heftiger Stoss.

Sölden:

1. ziemlich heftiger Stoss;
2. ein Stoss.

Staufen:

1. ein Stoss;
2. ein Stoss;
3. eine heftige Erschütterung.

Steinenstadt: leichte Erschütterung.

Sulzburg: ein Stoss, scheinbar ziemlich heftig.

Thiengen: gewaltiges Schütteln.

Vörstetten: eine Erschütterung.

Wittnau: heftiger Stoss.

Aus dieser Aufzählung wird vor allem jeder sofort sehen, wie ausserordentlich gross die Unsicherheit bei den Berichtserstattern ist über das, was sie beobachtet haben. Wo mehrere Berichte aus einem Orte vorliegen, widersprechen sie einander gewöhnlich. Zum Theil ist das allerdings wohl darauf zurückzuführen, dass an verschiedenen Stellen desselben Ortes die Bewegung sich verschiedenartig äusserte; so heisst es z. B. in den Berichten aus Altbreisach und Wasenweiler, dass der Stoss in den höher gelegenen Theilen stärker gespürt sei, aus Grissheim liegt dagegen die Nachricht vor, dass der Stoss in den höheren Stadttheilen schwächer als in den tiefern war; ebenso wird angegeben, dass das Beben sich in Niederrimsingen stärker als in Ober-rimsingen fühlbar machte.

Eigentliche successorische Stösse scheinen nicht gespürt zu sein, nur aus Kandern wird ein vertikaler Stoss gemeldet, doch dürfte das auf Täuschung beruhen, vielleicht „fühlte sich der Berichtende emporgehoben“, eine Thatsache, die häufig in Erdbebenberichten figurirt. Andererseits wird von wenigen (7) Orten mitgetheilt, dass eine wellenförmige Bewegung gespürt wurde; eine besondere Anordnung in der geographischen Lage dieser Orte liess sich nicht erkennen; die meisten liegen etwa in der Mitte des Gebietes. Vermuthlich ist die wellenförmige Bewegung nichts als eine rasche Aufeinanderfolge mehrer Stösse. Am häufigsten werden zwei oder drei Stösse unterschieden, nur in wenigen Fällen will man 5—7 Stösse wahrgenommen haben. Die Stösse folgten rasch aufeinander, nach einem Bericht aus Oberrimsingen in Zwischenräumen von 1". An vielen Orten machte die Erschütterung den Eindruck, wie wenn ein schwerbeladenes Fuhrwerk auf der Strasse oder gegen die Hausecke fährt, oder als wenn der Wind an Fenster und Thüren rüttelt.

Richtung der Bewegung.

Es liegt eine ziemlich grosse Anzahl von Angaben darüber vor, in welcher Richtung der Stoss erfolgt ist, doch widerspricht auch hier häufig ein Bericht dem andern, aus keinem einzigen kann man mit absoluter Sicherheit erkennen, aus welcher Gegend der Stoss kam, wir müssen uns also damit begnügen, die Abweichung der Stossrichtung von der Nordlinie festzustellen, und es dahin gestellt sein lassen, von welchem Ende der Linie der Stoss erfolgte. Hierbei lässt sich nun eine gewisse geographische Anordnung erkennen. Im nördlichen Theile des Gebietes scheint die Stossrichtung im Allgemeinen in der Nordsüdlinie mit Abweichungen nach NW und NO gelegen zu haben, ebenso im südlichen Theile. Dazwischen liegt eine mittlere Zone, in welcher der Stoss in der OW-Linie erfolgte. Hieraus könnte man vielleicht auf eine radiale Anordnung schliessen; die Radien würden ungefähr in der Gegend zwischen Thiengen und Krozingen aufeinandertreffen, also in dem Gebiet der stärksten Erschütterung.

Allerdings ist dieses Resultat mit Vorsicht aufzunehmen, da sowohl aus dem Norden wie aus dem Süden des Gebietes auch Stösse in der Richtung der Ost-West-Linie gemeldet werden (siehe die Karte). Man könnte vielleicht sogar aus dem Ueberwiegen der Angabe OW (resp. WO, da man die Richtung ja bekanntlich umkehren kann) schliessen, dass der Stoss überall in dieser Richtung gespürt wurde. Leider wird in den meisten Fällen nicht angegeben, ob an schwingenden Gegenständen die Richtung des Stosses erkannt werden konnte. Nur aus Bremgarten wird berichtet, dass eine Hängelampe in der Richtung OW pendelte. Ferner wird aus Merdingen, einem schon ziemlich gegen Norden gelegenen Ort gemeldet (und das macht abweichende Angaben aus der Umgebung und aus Merdingen selbst etwas verdächtig), dass eine an einer westlichen Zimmerwand stehende Person nach Osten abgestossen wurde; daraus könnte man schliessen, dass der Stoss aus Westen kam, wenn die Wand die Person tatsächlich abstiess; doch kann natürlich dieselbe Wirkung dadurch erzielt werden, dass sich der Boden nach Westen bewegt; so dass die Person sich nur in Folge des Trägheits-

gesetzes gegen Osten bewegte. Nur aus Kandern, dem südlichsten Punkte des Gebietes, wird ein senkrechter Stoss gemeldet, doch dürfte das, wie vorher bemerkt, auf Täuschung beruhen; der Ort liegt ganz an der Grenze des erschütterten Bezirkes, so dass ein vertikaler Stoss sehr unwahrscheinlich ist. Auffällig ist es aber, dass aus dem Hauptschüttergebiet keine vertikalen Stösse gemeldet werden.

Wirkungen der Stösse.

Die Wirkungen der Stösse sind sehr gering, die hauptsächlichsten wurden bereits in dem Kapitel über den Verbreitungsbezirk erwähnt; aus denjenigen Orten, wo das Beben den Intensitätsgrad 2 erreichte, wird meistens Klirren der Fenster, Schlottern der Thüren, Erzitern des Hauses, auch wohl Schwanken der Möbel und Geräthe gemeldet. Einige Berichte geben an, dass Menschen in's Taumeln geriethen. Aus verschiedenen Orten wird ferner angegeben, dass das Vieh unruhig wurde, eine Wahrnehmung, welche wohl bei jedem Erdbeben gemacht wird; ob diese Unruhe vor dem Beben oder erst während desselben eintrat, wird in unserem Fall nicht mitgetheilt.

Die meisten Wahrnehmungen wurden innerhalb der Häuser gemacht, zuweilen scheint man im Freien weniger gespürt zu haben; während z. B. in Merdingen in den Häusern Zittern des Bodens, Krachen der Gebälke, Klirren der Fenster und Schlottern der Thüren wahrgenommen wurde, haben Personen, welche sich auf der Ortsstrasse befanden, den Stoss wenig gespürt, jedoch ein schnarrendes Sausen vernommen, „als wenn ein Flug Tauben in heftiger Weise über ihre Köpfe hinwegflöge“. Der von seiner Dienstour von Bollschweil über Ehrenstetten und Kirchhofen (nach Krozingen) heimkehrende Carriolpostführer bemerkte auf seinem Wagen nichts von dem Erdbeben, trotzdem er durch den am stärksten erschütterten Distrikt fuhr. Andererseits bemerkte ein Arbeiter bei Wagensteig auf der Strasse ein Erzitern des Bodens, und zwei Männer, welche zwischen Munzingen und Thiengen gingen, wären nahezu umgefallen.

Häufig wird bei Erdbeben beobachtet, dass Brunnen und Quellen Veränderungen erleiden. Auch in unserem Falle

liegt eine solche Beobachtung vor. „Der Brunnen des Karl Meiele in Eschbach hatte seit längerer Zeit und auch bis zum Tage des Erdbebens kein Wasser; am 18. November hatte er vollen Wasserstand; gewöhnlich bekam er diesen im Laufe des Winters.“

Zwei Postämter melden, dass an den Telegraphenapparaten sich keinerlei Veränderungen gezeigt hätten.

Schallerscheinungen.

Im ganzen Gebiete wurden Geräusche wahrgenommen, welche theils dem Stoss vorangingen, theils ihn begleiteten, theils ihm folgten; an manchen Punkten wurde kein Stoss gespürt, dagegen das Geräusch wahrgenommen. In sechs Fällen wird berichtet, dass das Geräusch voranging, in fünf Fällen, dass es folgte, von acht Orten wird angegeben, dass das Geräusch den Stoss begleitete, aus den übrigen Orten wird nur berichtet, dass Geräusch bemerkt wurde, nicht aber in welchem Zeitverhältniss es zur Erschütterung stand. Ob thatsächlich in acht Orten das Geräusch mit dem Stoss zusammenfiel, ist insofern nicht ganz sicher, als der Wortlaut der Berichte ziemlich unklar ist („mit Rollen“, „mit Geräusch“). Aus dem Orte Staufen meldet ein Bericht, dass das Rollen voranging, ein anderer, dass es folgte. Aus Wittnau wird angegeben, dass das Geräusch die Erschütterung einleitete und dann begleitete. Drei der Orte, in welchen das Geräusch voranging, liegen auf der westlichen Hauptschütterlinie (Geisswasser, Oberrimsingen, Königschaffhausen), zwei auf der östlichen (Wittnau, Staufen [?]), eines (St. Wilhelm) ganz ausserhalb im Osten. Alle Orte, in denen das Geräusch der Erschütterung folgte, liegen auf der westlichen Schütterlinie (Amoltern, Bickensohl, Jechtingen, Merdingen), eine Ausnahme bildet der allerdings unsichere Bericht aus Staufen. Die acht Orte, in denen das Geräusch die Erschütterung begleitet haben soll, sind über das ganze Gebiet vertheilt. Aus diesen Nachrichten lassen sich offenbar gar keine Schlüsse ziehen, die Berichte sind dafür viel zu dürftig.

Was nun die Art des Geräusches betrifft, so wird es meistens als Rollen bezeichnet (an 36 Orten) oder mit Donner (an 13 Orten, in vier von diesen auch als Rollen

bezeichnet) oder mit dem Geräusch eines schnellfahrenden, schwer beladenen Wagens (an acht Orten, an zwei davon auch als Donner bezeichnet) verglichen. Dieses Geräusch ist wohl direkt als durch die Vibrationen des Bodens verursacht anzusehen (siehe auch Futterer l. c. pag. 31). In wenigen Fällen wird angegeben, das Geräusch habe dem Falle eines schweren Gegenstandes geglichen. In vier Berichten wird das Geräusch mit dem, welches heftiger Sturmwind verursacht, verglichen, an einem mit dem eines Wildbaches. In Freiburg soll es geklungen haben, „als wenn Kinder einander auf Stühlen nachreiten“, in Oberschaffhausen „als ob eine Thüre auf- und zugemacht würde“. In Ehrenstetten wurde das Rollen als ein unterirdisches wahrgenommen und zwar in den oberen Stockwerken stärker als in den unteren. Aus Amoltern wird berichtet, dass das Rollen mit einem pfeifenden Tosen endigte.

Sichere Erklärungen der Entstehungen dieser Schallerscheinungen lassen sich heute noch nicht geben; ich verweise im Uebrigen auf das von Futterer (l. c. c. pag. 30 ff.) Gesagte.

Lichterscheinungen.

Fast bei jedem Erdbeben wird angegeben, dass hie und da Lichterscheinungen beobachtet werden. In unserem Falle wurde in Schallstadt am Telegraphenapparat ein „Lichtschein“ bemerkt. Ausserdem wollen nach dem Badischen Landesboten, Morgenblatt vom 20. November 1891 einige Personen bei Biengen am nördlichen Himmel einen kurz andauernden, aber gewaltigen Feuerschein gesehen haben.

Meteorologisches.

In der Nacht nach dem Erdbeben trat ein ziemlich heftiger Sturm, von Regen begleitet ein. Der Badische Landesbote, Morgenblatt vom 24. November 1891, meldet aus dem Amtsbezirke Müllheim, dass am 16. November heftiges Gewitter eintrat und seit jener Zeit warmes Herbstwetter herrschte.

Nach den Berichten des meteorologischen Centralbureaus in Karlsruhe kann ich folgende Beobachtungen zusammenstellen.

Auf den 16. November 1891 fiel ein kritischer Tag (Falb) erster Ordnung, doch steht diese Thatsache mit dem rein tektonischen Beben in keinerlei Zusammenhang. Ungefähr vom 9. November ab zeigte sich über Grossbritannien eine Depression (730—740 mm), welche sich einige Male gegen Norden und Süden verschob, am 15. November lag diese Depression (unter 740 mm) über dem Kanal und über der Ostsee trat eine zweite Depression (unter 750 mm) in der Gegend von Memel auf. Am 16. November rückte die westliche Depression etwas nach Norden und begann sich auszugleichen, ebenso rückte die östliche weiter nach Norden; am 17. November nimmt die Ausgleicheung bei beiden Depressionen zu und die westliche geht noch weiter nach Norden; am 18. November gleicht sich die östliche Depression weiter aus, um sich am nächsten Tage wieder zu vertiefen und nach Norden zu rücken. Am 15. November hat Karlsruhe einen Luftdruck von 750 mm, am 16. November von 752 mm, am 17. November 759 mm, am 18. November 765 mm, am 19. November 768 mm, es ist aber keine wesentliche Aenderung des Luftdrucks zu konstatiren. Zu bemerken ist, dass zwischen 5 und 8 Uhr am 17. November die Kurve des registrirenden Barometers eine etwas zitternde doch keineswegs ungewöhnliche Linie darstellt, das Steigen und Fallen betrug nicht mehr als ca. 1 mm. Am 15. November herrschte in Karlsruhe Nordostwind bei wolkigem Himmel, in der Nacht vom 15. auf den 16. November begann es zu regnen, am 16. November war Windstille bei wolkigem Himmel, am 17. November stürmischer Wind aus SSW bei bedecktem Himmel und Regen, am 18. November leichter Wind aus NNW bei heiterm Himmel, am 19. November Windstille bei wolkigem Himmel. Eine Einwirkung des Erdbebens lässt sich also in keiner Weise erkennen, da das vorübergehende Aufklaren auf Rechnung eines von Süden kommenden Maximums zu setzen ist, welches sich bereits an die Tage vor dem 17. November erkennen liess.

Die Ursache des Erdbebens.

Wie alle anderen Theorien der Geologie, haben sich auch die über die Entstehung des Erdbeben im Laufe der

Zeit entwickelt. War man früher besonders geneigt, Vulkanen grossen Einfluss zuzuschreiben, so neigt man jetzt mehr dahin, die Ursache in gebirgsbildenden Bewegungen zu suchen. Aeltere Beobachter, wie Hamilton, Dolomieu u. a. m. verwendeten auch besondere Mühe darauf, zu untersuchen, auf was für Boden die betroffenen Orte standen. Solche Untersuchungen traten als scheinbar erfolglos später in den Hintergrund; Mallet legt z. B. gar keinen Werth auf die Untersuchung der Bodenbeschaffenheit. Andererseits aber gelangte man allmählich dazu, die Abhängigkeit der Schütterlinien von gewissen tektonischen Störungen zu erkennen, und es wurde mit grossem Erfolg das Augenmerk darauf gerichtet, den Zusammenhang zwischen Verwerfungen und Erbeben zu untersuchen. Lange Zeit und zum Theil noch heute herrschte die Vorstellung, dass das Erdbeben von einem bestimmten Punkte in mehr oder weniger grosser Tiefe seinen Ausgang nehme; doch ist auch von verschiedenen Seiten (Hörnes, Eck u. a. m.) darauf hingewiesen worden, dass Dislokationsbeben jedenfalls eine Fläche oder Linie von grösserer oder kleinerer Ausdehnung als Centrum haben, so dass man von einem Erdbebenherd oder Epicentrum nur in sehr uneigentlichem Sinne reden kann. Man hat durch verschiedene Methoden die Tiefe dieses Herdes zu berechnen versucht, wie mir scheint mit geringem Erfolg.

Durch die Annahme eines Epicentrums gelangte man auch dazu ellipsenförmige Zonen der Intensität in den Wirkungen kartographisch auszuscheiden; dabei mussten dann mancherlei Schematisirungen vorgenommen werden, was man besonders erkennt, wenn man die vorzügliche Beschreibung des calabrischen Erdbebens von 1857 durch Mallet¹ studirt und dabei den Text mit den beigegebenen Karten vergleicht. Da liest man z. B. im Text, dass in Moliterno Wände Risse bekommen haben, im Allgemeinen aber dort neue Häuser wenig gelitten haben; in der Karte figurirt der Ort unter dem Zeichen der völlig zerstörten

¹ Mallet, Great neapolitain earth quake. The first principles of observational seismology etc. London 1862, 2 Bde.

Städte offenbar, weil er noch im Bereich einer Ellipse liegt, welche die am stärksten erschütterten Ortschaften umfasst. Castelluccio am Tanagro wurde in jenem Erdbeben fast gar nicht beschädigt, während die in der Nähe liegende Chiesa dell' Incoronata sehr schwere Beschädigungen erlitt, und Mallet bemüht sich nachzuweisen, dass dies von der Richtung der Erdbebenwelle herrührte; natürlich stimmen aber auch hier die Curven nicht mit den Thatsachen. Gerade in der Basilicata und Calabrien bemerkt man oft zu seinem grössten Erstaunen, dass von zwei nahe aneinander liegenden Orten einer zerstört und der andere ganz unverletzt ist. Wir werden auf diese merkwürdige Erscheinung noch zurückkommen.

Dass der tektonische Aufbau von grossem Einfluss auf die Verbreitung der Erschütterungen ist, hat sich bei allen neueren Erdbeben erkennen lassen, und bevor wir zur Erklärung der Besonderheit in dem hier zu besprechenden Beben übergehen, wollen wir eine kurze Schilderung des geologischen Aufbaus des Distriktes geben.

Der grösste Theil des betroffenen Bezirkes fällt in die Rheinebene. Aus dieser erhebt sich im Norden das Kaiserstuhlgebirge¹, eine Gruppe tertiärer Vulkane. Südlich davon erhebt sich der Tuniberg, ein langgestreckter schmaler Hügelzug, welcher geologisch eine Fortsetzung in den Hügeln von Biengen und Heitersheim findet. Oestlich von diesen Gebirgen taucht aus den Schottermassen des Dreisam-, Glotter- und Elzthales eine Reihe kleiner Hügel auf: die Marchhügel. Südlich von Freiburg beginnt eine Kette von Vorbergen (bei Staufen durch einen breiten Einschnitt unterbrochen), welche Steinmann und Graeff² als Schönberg-Hochfirstgruppe und Sulzburger Vorberge bezeichnen. Noch weiter nach Osten beginnt die eigentliche Schwarzwaldmasse und zwar unterscheiden die vorher genannten Autoren im Norden beginnend: die Hühnersedel-, die Kandel- und die

¹ Litteraturverzeichnis bei Graeff, Zur Geologie des Kaiserstuhles, Mitth. d. Grossh. bad. geol. Landesanstalt Bd. II 1893, ferner Knop, Der Kaiserstuhl im Breisgau, Leipzig 1892.

² Steinmann und Graeff, Geol. Führer d. Umgebung v. Freiburg, Freiburg 1890, Taf. II a.

Feldbergmasse. Betrachten wir nun die Lagerungsverhältnisse (ich folge hier wesentlich den vorhergenannten Autoren), so finden wir im Norden jener tiefen Einsenkung bei Freiburg, dass die Vorberge durch ein System von Verwerfungen von der eigentlichen Schwarzwaldmasse getrennt sind. Diese besteht der Hauptsache nach aus krystallinen Gesteinen, welche auf den Höhen Fetzen von Rothliegendem und Buntsandstein tragen, während der östliche Theil der Vorberge fast ganz aus Buntsandstein besteht, der westliche aber aus Muschelkalk und Jura; beide werden durch eine Bruchlinie von einander getrennt; die Sprunghöhe beträgt bei beiden Linien ca. 200 m. Ein weiterer abgesunkener Theil liegt vermuthlich westlich von den Vorbergen durch Rheinschotter bedeckt.

Südlich von der Freiburger Einsenkung sind die Verhältnisse etwas anders. Die durch die östlichste Verwerfung vom Schwarzwaldmassiv getrennten Vorberge bestehen aus Trias, Jura und oligocänen Conglomeraten. Während die Schichten im Norden zumeist flach gegen das Rheinthal einfallen, ist der Neigungswinkel im Süden ein beträchtlich grösserer. Dieses steilere Einfallen wird am Schönberg durch eine Flexur hervorgebracht, die weiter gegen Süden in eine Verwerfung übergeht; westlich von den steiler geneigten Schichten zeigt sich noch eine Zone flacher gelagerter.

Auch die Hügel südlich vom Kaiserstuhl bestehen der Hauptsache nach aus Jura- und Oligocän-Schichten. Die Westgrenze dieser Ablagerungen wird durch eine Linie gegeben, welche in fast meridionaler Richtung von St. Katharina im Kaiserstuhl nach Heitersheim verläuft; sie fällt mit der Westgrenze der umgewandelten Kalke im Kaiserstuhl und dem Steilabfall der südlichen Sedimentärhügel zusammen, woraus auf das Vorhandensein einer Verwerfung zu schliessen ist. Noch weiter im Westen verläuft parallel eine Linie, welche die am weitesten gegen das Rheinthal vorgeschobenen Ausbruchstellen des Kaiserstuhles verbindet.

Weitere Bruchlinien durchsetzen die Freiburger Einsenkung, wahrscheinlich sind solche am Lehner Berg¹ und

¹ Steinmann und Graeff l. c. pag. 131 ff.

am Nimberg, dort lassen sie sich der starken Bedeckung wegen nicht genau verfolgen.

Zwischen Nimburg und Kaiserstuhl beginnt eine Mulde, deren Axe ziemlich meridional läuft, sie setzt sich fort bis in die Gegend von Krozingen. In dieser Mulde liegen auf dem Westflügel oligocäne Mergel, welche sich in einem, mehr oder weniger durch Löss bedeckten Streifen von Norden nach Süden ziehen.

Fassen wir nun das für uns besonders Wichtige zusammen¹. Das westlich vom Schwarzwaldmassiv lagernde Gebiet sinkt treppenartig gegen die Rheinebene ab, die Hauptverwerfungslinien verlaufen im Westen meridional, im Osten in der Richtung SSW-NNO. Im nördlichen Theil des Gebietes findet sich innerhalb der von Treppenbrüchen durchsetzten Zone eine Synklinale mit meridionaler Axe, deren westlicher Flügel einen Streifen oligocäner Mergel trägt. Unterbrochen wird das Gebirge durch die Einsenkungen von Freiburg und Staufen, welche mit Schottermassen ausgefüllt sind.

Vergleichen wir nun die geologischen Verhältnisse mit den im ersten Theile dieser Arbeit konstatariten Schütterlinien. Unsere westlichste Schütterlinie (ich bezeichne sie fortan als die Gündlinger Linie) läuft parallel und nahe an der Bruchlinie, welche sich von St. Katharina nach Heitersheim zieht. Die östlichste Schütterlinie (Witnauer Linie) fällt mit dem Bruchsystem am Schwarzwaldrand zusammen. Die mittlere Schütterlinie (Opfinger Linie) fällt dagegen mit der Verbreitung des Oligocänmergel zusammen, welche auf dem Westflügel der Freiburger Synklinale liegen. Ein Querschnitt durch das Gebiet wird diese Verhältnisse deutlicher machen. Die Ursache des Erdbebens ist ganz klar; die Scholle von Sedimentärgesteinen, welche den Tuniberg und die Schönberg-Hochfirstgruppe zusammensetzt, hat sich bewegt und zwar hauptsächlich in ihrem südlichen Theil, da wo die „Brücke von Mengen“ (Steinmann-Graeff) besteht (s. Fig. 1); die Bewegung

¹ Ausführlichere Angaben findet man in den vorher citirten Werken von Steinmann und Graeff, sowie bei Lent, Der westliche Schwarzwaldrand zwischen Staufen und Badenweiler. Mitth. d. Grossh. bad. geol. Landesanst. 1893.

ging zwischen den Bruchlinien Heitersheim-St. Katharina und Sulzburg-Freiburg vor sich. Hier fanden sich alle günstigen Bedingungen, da vor allem Treppenabbrüche vorhanden sind. Nicht alle Arten von Verwerfung sind der Erzeugung und Fortpflanzung von Erdbeben günstig. Ich muss, um dies nachzuweisen, etwas weiter ausholen. Das günstigste Terrain zum Studium der Erdbeben ist wohl sicher die Basilicata und das nördliche Calabrien. Dort besteht eine complicirte Tektonik, welche sich jedoch mit grosser Sicherheit entwirren lässt, weil nur in den grössten Thälern bedeutendere Schuttmassen vorhanden sind, die Gebirge aber nahezu kahl

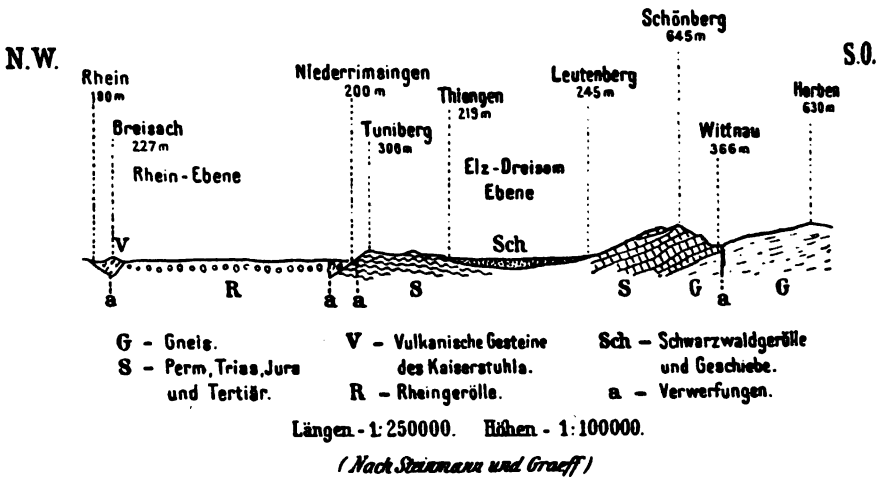


Fig. 1.

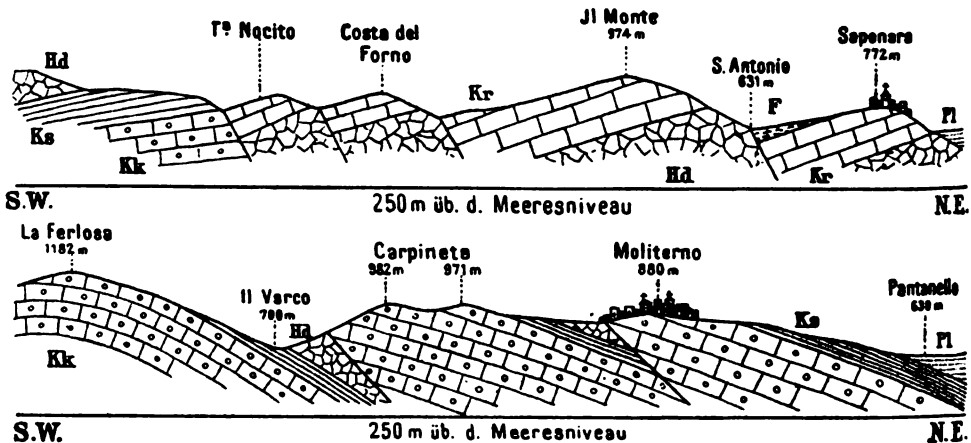
sind. Schon im vorigen Jahrhundert ist es dem Abbé Albert Fortis, einem geistreichen italienischen Forscher, aufgefallen, dass diejenigen Orte Calabriens, welche auf Kalkmassen liegen, Erdbeben weniger verspüren als die, welche auf tertiären Sandsteinen und Mergeln (Flysch des südlichen Appennin) oder auf krystallinem Schiefer oder auf Phylliten liegen. Diese Beobachtung erkannte Mallet nicht an; aus seinen Untersuchungen schien ihm hervorzugehen, dass kein Unterschied stattfände, da öfters Orte auf Kalkkuppen zerstört wurden, andere unverletzt blieben und ebenso Orte, welche auf lehmigem Boden standen. Diesen Widerspruch

hat erst vor kurzem Dr. Gius. De Lorenzo¹ in Neapel, der gründliche Kenner der Südappenninen, erklärt. Er sagt: „La potente pila sedimentaria mesozoica che nel resto dell'Italia meridionale, a nord della Calabria, si appoggia sui terreni fondamentali cristallini, attenua in certo modo le vibrazioni sismiche, quantunque anche qui nei punti in cui la pila mesozoica è molto fratturata (come nel basso Valle di Diano, nelle valle dell'Agri tra Saponara e Viggiano, nel gruppo del Pollino etc.) o in quelli in cui esistono terreni facilmente disgregabili, le scosse si facciano sentire con particolare violenza, mentre nei luoghi in cui i terreni mesozoici sono poco fratturati, son disposti in pieghe continue o sono addensati da Ueberschiebungen (come a Lagonegro e Moliterno) esse siano a pena percettibili.“ De Lorenzo macht hier ganz richtig darauf aufmerksam, dass Ueberschiebungen sich Erdbeben gegenüber ganz anders verhalten als die übrigen Verwerfungen, ja man kann behaupten, dass ein Land, welches von Treppenbrüchen durchzogen wird, leichter Erdbeben ausgesetzt ist, als irgend ein anderes, soweit der Distrikt überhaupt orogenetischen Bewegungen unterworfen ist. Es sei gestattet hier durch Profile zwei schlagende Beispiele zu erläutern, auf welche bereits De Lorenzo hingewiesen hat (s. Fig. 2). Die Orte Saponara und Moliterno in der Basilicata sind nicht weiter als 5 km von einander entfernt, Saponara wird regelmässig von jedem grösseren Erdbeben zerstört, Moliterno dagegen wenig angegriffen. Beide liegen auf Kalk und zwar Moliterno auf wohlgeschichtetem Kieselkalk der mittleren Trias, Saponara auf dickbankigem Kreidekalk; Schotter fehlen an beiden Orten so gut wie vollständig. Eigentlich sollte man denken, dass Saponara besser geschützt sei als Moliterno, da der Kreidekalk, wie wir bald sehen werden, häufig als elastisches Kissen dient, welches den Stoss vollkommen abschwächt. Die beiden Profile erklären jedoch alles. Die Gegend von Saponara ist von Treppenbrüchen durchsetzt, die einzelnen kleinen Schollen sind geneigt, bei orogenetischer Bewegung nachzu-

¹ G. De Lorenzo, Studi di Geologia nell' Appennino meridionale. Atti d. R. Acc. d. Sc. fis. e mat. di Napoli 1896, pag. 126.

geben und die Zerstörung wird stets eine allgemeine. Die Schichten von Moliterno sind dagegen durch Ueberschiebungen stärker zusammengepresst und leisten den Stößen als compacte Masse Widerstand, deshalb sind die Orte, soweit sie nicht auf Tertiär liegen, ziemlich gegen Erdbeben geschützt, trotzdem sie z. B. 1857 innerhalb jener Ellipse liegen, welche die völlig zerstörten Orte umfasst. Solche Beispiele liessen sich beliebig vermehren, und alle beweisen den Satz, dass in Landstrecken, welche von Treppenbrücken

Maassstab - 1:50000.



Kk. Kieselkalke. — Ks. Kieselschiefer mit Riffkalken. — Hd. Hauptdolomit. — Kr. Kreidekalke. — F. Obereocänflysch. — Pl. Pleistocän (lakustrine Sedimente).

Fig. 2.

durchsetzt werden, Erdbeben stärker wirken als in solchen, welche einfach gefaltet oder von Ueberschiebungen durchzogen sind.

Das Gebiet bei Freiburg ist also ausserordentlich geeignet, Erdbeben entstehen zu lassen und fortzupflanzen.

Wir wollen nun versuchen auch die Einzelheiten des Bebens so weit wie möglich zu erklären. Die Bewegung ist offenbar auf der Westseite der Scholle am stärksten gewesen, denn sie hat auch die westlich angrenzenden Distrikte trotz der starken Schotterbedeckung sehr in Mitleidenschaft gezogen. Dass starke Schotterbedeckung die Wirkungen der

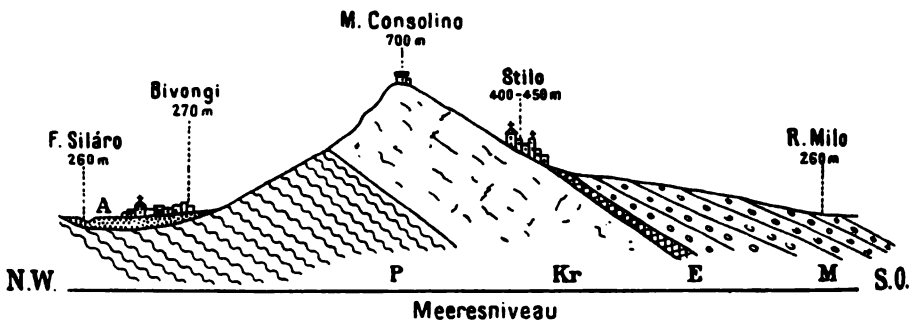
Erdbeben mildert, hat sich schon bei der Untersuchung anderer Erdbeben ergeben (siehe auch Futterer l. c. pag. 27), andererseits kann sie jedoch auch bei geringerer Dicke und heftigeren Stößen die Wirkungen verstärken. In unserem Falle hat z. B. der Dreisamschotter offenbar als Stosskissen gewirkt, man möchte sagen, wie ein Sandsack. Deshalb macht die Erdbebengrenze bei Freiburg diese merkwürdigen Ausstülpungen: die Orte auf den Höhen resp. auf anstehendem Gestein haben den Stoss noch gefühlt, diejenigen im Dreisamthal gar nicht und die auf dem Schotter der Freiburger Einsenkung liegenden nur ganz schwach; nur in der Umgegend von Lehen etwas stärker, wo die Scholle der Sedimentärgesteine unter der Kiesdecke zum Vorschein kommt. Auch der Umstand, dass in einigen Orten, wie Breisach, der Stoss in den tiefer gelegenen Stadttheilen weniger stark gespürt wurde, scheint man auf die Wirkungen der Schottermassen zurückführen zu müssen. In Oberrimsingen ist der Stoss schwächer gefühlt, als in Niederrimsingen; der letztere Ort liegt auf den Sedimentärschichten des Tunibergs, der erstere auf Schotter. Ebenso steht die Sache in Waseuweiler, wo im oberen Theil der Stoss stärker war als im unteren, der obere Stadttheil liegt auf Oligocän, der untere auf Schotter.

Weshalb in St. Wilhelm die Erschütterung stärker gespürt wurde, als in den übrigen Orten des Schwarzwaldrandes, lässt sich einstweilen nicht erklären; vielleicht ist in dem Bericht die Sache etwas zu stark dargestellt, oder es liegen örtliche Besonderheiten vor.

Wenn sich diese Scholle auf einer grösseren Längs-erstreckung rührt, so müssen die Erschütterungen sich senkrecht zur Längsaxe der Scholle fortpflanzen. Dies ist in unserem Falle geradezu frappant; in der ganzen mittleren Stosszone finden wir nur OW-Richtung resp. umgekehrt WO. Nur in den nördlichen und südlichen Theilen wurden öfters NS-Richtungen angegeben. Diese Beobachtung mag wohl richtig sein, die Orte liegen schon ausserhalb der Zone, welche den Herd der Erschütterung darstellt und in Folge dessen pflanzt sich die Erschütterung dort radial fort, vielleicht wird sie auch durch das Streichen der Sedimentärschichte abgelenkt.

Bisher haben wir eine besonders auffällige Erscheinung noch nicht besprochen, nämlich, dass eine der Hauptschütterlinien östlich vom Tuniberg liegt, wo sich grössere Verwerfungen bisher nicht haben nachweisen lassen. Man könnte diese Erschütterungslinie aus der Nähe der westlichen Hauptverwerfung erklären und annehmen, dass bei Opfingen und Thiengen die beiden Querverwerfungen von Rimsingen eine gewisse Rolle gespielt hätten. Auch ist zu beachten, dass auf dem Tuniberge selber fast gar keine Ortschaften liegen. Immerhin ist es doch ausserordentlich

Maassstab - 1:25000



P. Phyllite (Palaeozoisch?). — Kr. Kreidekalk. — E. Obereocän. —
M. Jüng. Tertiär. — A. Alluvialkonglomerate Bivongi's —

Fig. 8.

auffallend, dass gerade auf dieser Linie diejenigen Orte liegen, welche am stärksten erschüttert sind, und dass die Linie mit der Längserstreckung des tertiären Mergel zusammenfällt, soweit diese nicht durch grössere Schottermasse verdeckt sind. Ich habe schon auf den vorhergehenden Seiten kurz darauf hingewiesen, eine wie grosse Rolle das Tertiär bei den Erdbeben in Calabrien spielt. Ueberall, wo dort weiche Schichten liegen, seien diese nun Tertiär oder Phyllite, wirkt das Erdbeben viel kräftiger als da, wo sich grosse Kalkmassen befinden¹. Ein schönes Beispiel gibt

¹ Siehe auch: W. Deecke, Zur Geologie von Unteritalien. Betrachtungen über das neapolitanische Erdbeben im Jahre 1857. N. Jahrb. f. Min. etc. 1892 Bd. II, pag. 116 und pag. 119.

uns hier Castelluccio am Tanagro (s. Fig. 3). In dieser auf Kreidekalk gelegenen Ortschaft wurde 1857 das Erdbeben fast gar nicht gespürt²; am Fuss des Hügels, auf dem sich Castelluccio befindet, liegt eine Kirche, Chiesa dell'Incoronata genannt, welche vollständig zerstört wurde; nach Mallet³ stürzte ein Theil der Nordmauer, sowie die ganze Ostmauer (15 Fuss hoch, $2\frac{1}{2}$ Fuss dick) nach aussen; während ein grosser Theil des Daches ins Innere fiel. Die Kirche liegt auf steilstehendem Tertiär. Ein anderes sehr schönes Beispiel findet sich im südlichen Calabrien. Dort liegt an den Abhängen des Mte. Consolino die Stadt Stilo, welche seit Alters her als Erdbeben-immun bekannt ist. Der Mte. Consolino besteht aus Kreidekalk, welcher von Eocänflysch überlagert und von Phylliten unterteuft wird¹. Die Phyllite haben dadurch ein grosses Interesse erweckt, dass in ihnen vor Jahren eine Phacops sp. gefunden sein soll, wodurch die Zugehörigkeit dieser Schichten zum Palaeozoicum auch palaeontologisch bewiesen würde, leider sind neuere Nachforschungen resultatlos verlaufen.

Auf einem wenig mächtigen Alluvialkegel, der die Phyllite bedeckt, steht das Dorf Bivongi, welches regelmässig durch grössere Erdbeben zerstört wird, trotzdem es von dem immunen Stilo kaum einen Kilometer entfernt ist. Offenbar verstärken die weichen Phyllite die Erdbebenwirkungen, während der Kreidekalk als elastisches Prallkissen wirkt. Diese Thatsache ist in der Gegend ganz bekannt, schon G. vom Rath² führt sie an und De Lorenzo weist neuerdings darauf hin. Durch diese Beispiele, welche sich noch beliebig vermehren liessen, wird der Einfluss weicher Schichten auf die Erdbebenwirkungen nachgewiesen. Sollte nun nicht in unserem Falle das Oligocän dieselben Wirkungen haben, um so mehr, als sich in den weichen Mergeln

¹ Mallet, l. c. Bd. I, pag. 250.

² ibid. pag. 252.

³ F. Bassani e G. De Lorenzo. Il Monte Consolino di Stilo. Atti d. R. Acc. d. sc. fis. e mat. di Napoli 1893.

⁴ G. vom Rath, Geognostisch-mineralogische Fragmente aus Italien IV. Zeitschr. d. Deutsch. geol. Ges. 1873, pag. 206.

sogar Gypslager (Wasenweiler) und die sog. Steinsalzmetamorphosen (Gottenheim) finden, was auf leicht zerstörbare und jeglicher Erschütterung nachgebende Gesteine hinweist. Die Lössbedeckung dürfte nur von geringem und vielleicht die Wirkung verstärkendem Einfluss sein, da die Mächtigkeit durchschnittlich nur 25 m beträgt. Leider konnten bisher solche Verhältnisse in unserer Gegend nur wenig untersucht werden. Eine genauere Nachforschung wird auch nur in solchen Fällen Resultate haben, wo die Erdbeben in Distrikten mit Sedimentbildungen auftreten, vor Allem, weil nur dort Verwerfungen genauer auf grössere Strecken zu verfolgen sind.

Fassen wir zum Schluss unsere Resultate kurz zusammen.

1. Das Erdbeben vom 17. November 1891 entstand durch die Bewegung des südlichen Theiles der Scholle, welche zwischen der Schwarzwaldrand-Verwerfung und der Heitersheim-St. Katharina-Verwerfung liegt.

2. Es sind drei Hauptschütterlinien zu erkennen: die Gündlinger, die Opfinger und die Wittnauer Linie. Die westlichste und östlichste Erschütterungslinie bezeichnen die Ränder der bewegten Scholle, die mittlere Linie verdankt ihre Entstehung vermuthlich dem Vorhandensein leicht beweglicher Schichten.

3. Schottermassen und kompakte Kalkmassen dienen häufig dazu, die Stösse zu mildern, während weiche Schichten die Wirkungen verstärken; Distrikte, welche von Treppenbrüchen durchsetzt werden, sind geeignet, Erdbeben entstehen zu lassen und die Wirkungen zu verstärken, im Gegensatz dazu sind Gegenden, welche von Ueberschiebungen durchzogen werden, meistens fast immun.

Es würde von grosser Wichtigkeit sein, auch im Rheinthale immune Orte aufzufinden, doch ist dafür das vorliegende Material noch nicht ausreichend. Auch fehlt es immer noch an genügender Schärfe der Berichte; als grosser Mangel ist es zu bezeichnen, dass oft in einem Bericht die Erscheinungen

aus verschiedenen Orten zusammengefasst und verallgemeinert werden. Immerhin haben sich heute bereits mancherlei interessante Resultate ergeben und es ist zu hoffen, dass mit dem Fortschreiten der geologischen Untersuchung, sowie der Genauigkeit der Berichte im Laufe der Jahre die Erdbeben des Rheinthals mancherlei Material zur Ausbildung der allgemeinen Erdbeben-theorie liefern werden.

Bericht über die in Baden vom Herbst 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben.

Von Dr. v. Kraatz-Koschlau.

I. Erdbeben vom 13. Januar 1898.

Ueber das schwache Erdbeben vom 13. Januar 1898 sind aus sechzehn verschiedenen Ortschaften des Südschwarzwaldes Berichte eingelaufen. Der Zeitpunkt des Eintritts der Erschütterung lässt sich im vorliegenden Falle, trotzdem das Erdbeben in der Nacht eintrat, bedeutend genauer angeben, als bei dem grossen, durch Futterer ausführlich beschriebenen Erdbeben vom 22. Januar 1896. Dankend müssen wir bei dieser Gelegenheit besonders der Postbehörden gedenken, deren Zeitbestimmungen in den meisten Fällen zu vollständiger oder doch nahezu völliger Uebereinstimmung führen, aber auch die Strassen- und Wasserbaubehörden, wie einzelne Privatpersonen sind bemüht gewesen, ihre Zeitangaben möglichst genau (entsprechend der Einheitszeit) zu gestalten.

Die Berichte über den Zeitpunkt der Erschütterung lassen allerdings im Maximum immer noch Unterschiede bis 12 Minuten erkennen, aber aus der unten angeführten Tabelle ergibt sich, dass nur in wenigen Fällen Berichte vorliegen, welche grössere Abweichungen untereinander zeigen, und dass nur zwei Zeitangaben in Frage kommen können. Es seien im folgenden die Einzelangaben in alphabetischer Ordnung aufgeführt:

	Zeit des Eintritts		Dauer
1. Aha	3 ^h 15'	—	3—4"
2. Altglashütten . .	3.14	3 ^h 8'	1 ¹ / ₂ —2"
3. Bärenthal	3.14	—	2"

	Zeit des Eintritts		Dauer
4. Bernau	—	3 ^h 30'	4"
5. Falkau	3 ^h 15'	3.10	2—3"
6. Fischbach	3.15	—	2"
7. Häusern	—	3.30	4"
8. Hinterzarten	3.15	—	2"
9. Lenzkirch	3.13 55"	3.14	2"
10. Menzenschwand	3.15	—	5", 2"
11. Neuglashütten	3.14	—	2"
12. Raithenbuch	3.15	—	2"
13. Saig	3.15	—	2"
14. St. Blasien	3.15	—	5", 3", 4"
15. Titisee	—	3.10	3—4"
16. Unterlenzkirch	—	—	2"

Aus diesen Angaben darf man wohl den Schluss ziehen, dass nur die Zeitangaben 3^h 14' und 3^h 15' überhaupt diskutabel sind. Da nun von einem Zeitunterschiede im Eintritt des Erdbebens in Folge des geringen Arealis des erschütterten Gebietes keine Rede sein kann (die weiteste direkte Entfernung innerhalb des Gebiets von Häusern bis Hinterzarten beträgt ca. 16 km), so sind die Unterschiede in den Angaben auf Verschiedenheiten im Gang der Uhren und in der Auffassung der Beobachter zurückzuführen. Es wird darnach gestattet erscheinen, aus den nächst stimmenden Angaben das Mittel zu nehmen, und dadurch würden wir auf den Zeitpunkt 3^h 14' 32" als Durchschnitt von 13 Angaben geführt werden, die im Maximum 1' 5" differirten.

Auch über die Dauer der Erscheinung liegen, wie aus der obenstehenden Tabelle ersichtlich, nicht sehr differente Angaben vor. Als längste Zeitdauer werden 5" (St. Blasien, Menzenschwand), als kürzeste 1¹/₂" (Altglashütten) berichtet; in zehn Ortschaften ist die Dauer übereinstimmend zu 2" angegeben. Berücksichtigt man nun, dass diese Zahlenwerthe wohl stets auf Schätzung beruhen, da die Leute zur Zeit des Ereignisses im Bett lagen und kaum Gelegenheit hatten, einen Sekundenzeiger zu beobachten, so wird man mit der Behauptung kaum fehlgehen, dass die ganze Erscheinung nicht über zwei Sekunden gedauert hat.

Die Nachrichten über die das Erdbeben begleitenden Erscheinungen weichen wenig von einander ab. Allgemein wird mit Ausnahme eines Falles gemeldet, dass nur ein Stoss beobachtet worden sei, und dass derselbe von Geräusch begleitet war, welches mit dem Rollen des Donners oder dem Rauschen des Sturmes verglichen wird. Ein Bild davon, ob das Geräusch der Erschütterung vorangegangen, ihr gefolgt oder gleichzeitig mit ihr eingetreten sei, lässt sich aus den vorliegenden Nachrichten nicht gewinnen. Es seien im folgenden einige Einzeläusserungen über die Schallerscheinungen zusammengefasst. Zugleich ist, soweit Berichte darüber vorhanden, die Richtung des Stosses beigefügt:

	Geräusch	Art und Richtung des Stosses
1. Aha	donnerähn. Rollen.	Stoss senkrecht, östlich vom Feldberg kommend.
2. Altglashütten .	donnerähn. Rollen.	Kurzer Stoss, OW.
3. Bärental . . .	—	—
4. Bernau	= Fahren eines Lastwagens.	Zwei Stösse; kurzer und längerer, NO-SW.
5. Falkau	donnerähn. Geräusch.	Kurzer Stoss, SW.
6. Fischbach . . .	donnerähn. Getöse.	Kurzer Stoss, S-NW.
7. Häusern	donnerähn. Getöse.	Rollen; senkrechter Stoss.
8. Hinterzarten .	kurzes Getöse.	Starker Stoss, W-O.
9. Lenzkirch . . .	= Fallen eines schweren Gegenstandes.	N-S.
10. Menzenschwand	donnerähnliches G.	Stoss, SW-NO.
11. Neuglashütten .	donnerähnliches G	Kurzer Stoss, W-O.
12. Raithenbuch .	starkes Rütteln.	Stoss, S-N.
13. Säig	kurzes Getöse.	Starker Stoss, S-N.
14. St. Blasien . .	Wasserrauschen oder donnerähnlich.	Senkrechter Stoss, NW-SO.
15. Titisee	—	—
16. Unterlenzkirch .	Rütteln.	Starker Stoss.

Wenn man diejenigen Orte, an denen etwas von dem Erdbeben bemerkt worden ist, auf der Karte einträgt, so erhält man das Bild einer mit ihrer längeren Achse von Norden nach Süden liegenden Ellipse. In den Richtungen, welche für die Fortpflanzung des Erdbebens angegeben werden, lässt sich keinerlei Regelmässigkeit erkennen, eine Thatsache, die sehr begreiflich erscheint, wenn man die geringe Flächenausdehnung des erschütterten Gebietes in

Betracht zieht. Es ist das Zentrum oder die lineare Richtung grösster Erschütterung in der kleinen, auf der Karte eingetragenen Ellipse zu suchen und daher annähernd senkrechte Stossrichtung, wie dieselbe für verschiedene Orte angegeben wird, durchaus nicht unwahrscheinlich. Vergleichen wir das Erdbeben mit früheren, in demselben Gebiete beobachteten, so ist in erster Linie hier das grössere, von Futterer genauer studirte Erdbeben vom 22. Januar 1896 heranzuziehen. Futterer hat für dieses viel stärkere Beben die Gegend von Neustadt-Lenzkirch als Epicentrum bezeichnet. Vergleichen wir das in unserem Falle erschütterte Gebiet, so stellt sich heraus, dass dasselbe, wenn auch nicht ganz, so doch sehr nahe mit jenem zusammenfällt, unter dem Futterer den Ausgangspunkt (oder die Ausgangsrichtung) für die Erschütterung vom 22. Januar 1896 vermuthete. Mit der von Futterer auf Grund der Intensität des Bebens und der Fortpflanzungsrichtungen gemachten Annahme, dass das von ihm studirte Erdbeben sich von dem Epicentrum in der Gegend von Lenzkirch-Neustadt aus radial fortgepflanzt habe, stimmen auch die diesmaligen Richtungsangaben; denn in unserem kleinen Gebiet finden sich auscheinend regellos vertheilt die verschiedensten Angaben (N-S, S-N, O-W, NO-SW, NW-SO etc.), die auf der beigegebenen Karte eingetragen sind. Jedenfalls stimmt das Erschütterungsgebiet mit dem von Futterer als Epicentrum angenommenen soweit überein, dass es sehr wohl möglich, ja wahrscheinlich ist, dass wir hier das epicentrale Gebiet für grössere Beben, allein erschüttert, vor uns haben.

Was den Grad der Erschütterung anbetrifft, so müssen wir das Erdbeben als ein solches 3. oder 4. Grades nach der von Futterer modifizirten Skala auffassen. Da ruhende Menschen durch das Eintreten des Erdbebens geweckt wurden, möchte ich die Bezeichnung des 4. Grades für zutreffend halten.

Nachbeben wurden nirgends beobachtet.

2. Erdbeben vom 6. Mai 1898.

Das Erdbeben vom 6. Mai 1898 gehört nur mit einem kleinen Theil seines Verbreitungsgebietes dem Grossherzog-

thum Baden an; es ging von der Schweiz aus, besass dort seine grösste Intensität und wird demgemäss auch dort seine eingehende Würdigung und Bearbeitung erfahren. Es soll deshalb im folgenden nur eine Zusammenfassung der in Baden festgestellten Daten gegeben werden, und diese sollen nur insoweit zur Diskussion kommen, als sie Beziehungen zum geologischen Aufbau des Landes zeigen.

Zeittabelle.

	Eintritt des Bebens	Dauer
1. Badenweiler . .	2 ^h 10' p.m.	(20 ^u)
2. Hartschwand } 3. Herrisried }	(ca. 3 ^h 30' p.m.)	(10—15 ^u) (10—15 ^u)
4. Kirchhofen . .	2 ^h 15'	2 ^u
5. Kl.-Laufenburg	2 ^h 35'	4 ^u
6. Nordschwaben . .	2 ^h 15'—2 ^h 30'	1 ^u
7. Säckingen . .	2 ^h 10', 2 ^h 10', 2 ^h 15', 2 ^h 35'	3 ^u , 2 ^u , 2 ^u , 2 ^u , 10 ^u
8. Schallsingen . .	—	1—2 ^u
9. Schallstadt . .	—	3 ^u
10. Thiengen . . .	2 ^h 6'	—
11. Unteralpfen . .	2 ^h 7'	3 ^u
12. Waldkirch . .	2 ^h 11'	—
13. Waldshut . . .	— 2 ^h 30'	3—4 ^u
14. Weizen	—	3 ^u
15. Wolfenweiler . .	—	3 ^u

[Züricher Sternwarte 2^h10'32^u6.]

Wenn man die Zeitangaben über den Eintritt des Erdbebens vergleicht, so schwanken dieselben wesentlich um 2^h10' herum, abgesehen von solchen Berichten die spät einliefen und auf Schätzung oder mangelhafter Beobachtung beruhen. Bedenkt man nun, dass die Erschütterung nach der astronomisch genauen Angabe der Züricher Sternwarte um 2^h10'32^u6 stattfand, so gewinnen Zeitwerthe, die sich dieser Bestimmung nähern noch an Wahrscheinlichkeit. Nimmt man das Mittel zwischen den Werthen 2^h6—2^h15, was wohl statthaft erscheint, weil schon Angaben aus denselben Orten um mehrere Minuten schwanken, so erhält man als Durchschnitt von acht Angaben als Eintrittszeit 2^h10'30^u. Diese Zeitangabe kann natürlich nicht absolut richtig sein,

wird aber jedenfalls in den Minuten zuverlässig den Zeitpunkt der Erschütterung angeben. Für die Dauer der Erscheinung erhält man nach Eliminirung der stark abweichenden Werthe von 10 bis 20" eine durchschnittliche Dauer von 2,5" (Mittel von 13 Werthen); es wird also die Erschütterung in unserm Gebiet die Dauer von drei Sekunden nicht überschritten haben.

Das Erschütterungsgebiet in Baden ist im wesentlichen ein Nordsüdliches, und das Erdbeben scheint den Verwerfungen des Schwarzwaldrandes gefolgt zu sein; in dem Schwarzwald selbst ist die Erschütterung nur im südlichen Theile fühlbar geworden. Richtung, Zahl der Stöße und Beobachtungen über begleitende Geräusche sind unten zusammengestellt.

	Richtung	Zahl d. Stöße	Geräusch
1. Badenweiler . .	SW-O	1—2	—
2. Hartschwand .	—	1	—
3. Herrischried . .	—	1	—
4. Kirchhofen . . .	nach NO	1	—
5. Kl. Laufenburg	SW-NO	3	—
6. Nordschwaben .	NW-SO	2	—
7. Säckingen . . .	SW-NO	2, 3, 4, 5	sturmähnl. Geräusch, Rollen.
8. Schallsingen . .	—	1	—
9. Schallstadt . . .	SW-NO	2	—
10. Thiengen . . .	—	1	—
11. Unteralpfen . .	—	1	—
12. Waldkirch . . .	W-O	1	—
13. Waldshut . . .	NW-SO, NW-S	2	dumpfer Ton, sturmähnl.
14. Weizen	S-N oder S-NW	1	—
15. Wolfenweiler .	SW-NO	2	—

Vergleicht man die angegebenen Richtungen mit dem Verlauf der Hauptverwerfung zwischen Schwarzwald und Rheinthal, so stellt sich heraus, dass die Angaben aus Badenweiler, Kl.-Laufenburg, Kirchhofen, Säckingen, Wolfenweiler und Schallstadt mit den in die Schollenkarte von Südwestdeutschland eingetragenen Verwerfungslinien recht gut stimmen. Wir dürfen eine W-östliche Ausbreitung hier

nicht erwarten, weil sich die Bewegung von dem südlich gelegenen Centrum radial fortgepflanzt hat.

Als Begleiterscheinung der Erschütterung wird nur in zwei Fällen ein sturmähnliches Geräusch erwähnt; da aber an vielen Orten beim Eintritt des Erdbebens starker Regen und Wind herrschte, das Erdbeben auch am Tage stattfand, wo man weniger auf Geräusche zu achten pflegt, als zur Nachtzeit, so können wohl die Schallerscheinungen vielfach der Beobachtung entgangen sein.

Aus Waldkirch wird gemeldet, dass dem Erdbeben ein viertelstündiger, plötzlich sich erhebender Sturmwind voranging, der sehr heftigen Regen brachte und sich nach dem Stoss verstärkend, noch ungefähr zwanzig Minuten andauerte. Auch aus Waldshut und Säckingen liegen Berichte über orkanartigen Sturm und wolkenbruchartigem, dem Erdbeben folgenden, Regen vor. Nach den Mittheilungen über die allgemeinen Witterungsverhältnisse, welche ich Herrn Professor Schultheiss verdanke, bieten jedoch diese Erscheinungen für den 6. Mai nichts abnormes und dürften wohl kaum mit der Erschütterung in Zusammenhang zu bringen sein.

Die Intensität des Erdbebens erreichte in Baden den 4. bis 5. Grad. Es schwankten freihängende Gegenstände und Geschirr und Gläser klirrten (Säckingen), Tische, Möbel, Blumenständer bewegten sich, jedoch nicht bis zum Umfallen (Waldshut), und aus Badenweiler wird berichtet, dass Telephondrähte an einer Wand gegen Westen hin anfangen zu schwanken, und zwei Auffangstangen eines wenige Tage vorher kontrolirten Blitzableiters sich in der Richtung von Südwest nach Ost senkten. Nach diesen Nachrichten würde also der 5. Grad der Erschütterung anzunehmen sein.

Das Bild des ganzen Erdbebens wäre etwa so aufzufassen, dass es von Süden kommend sich an der Schwarzwaldmasse brach und sich an der Rheinthalspalte bis in die Gegend von Wolfenweiler-Schallstadt-Waldkirch fortpflanzte. Aus Freiburg i. B. (Stadt) und von der Grossh. Wasser- und Strassenbauinspektion Emmendingen liegen negative Berichte vor, so dass das Erdbeben dadurch nach Norden zu begrenzt erscheint.

3. Erdbeben vom 6. Oktober 1898.

Das Erdbeben wurde namentlich in Oberschwaben und Hohenzollern wahrgenommen. Da jedoch auch badische Orte in Mitleidenschaft gezogen wurden, sind im folgenden die Berichte aus diesen, sowie die Namen der schwäbischen und hohenzollernschen Orte zusammengestellt, welche durch Nachrichten aus Tagesblättern, als durch die Erschütterung betroffen, genannt wurden.

Alphabetische Aufzählung der Orte, an denen das Erdbeben wahrgenommen wurde (nur in Bezug auf Baden vollständig):

Ablach, Bettenbaum, Bittelsschies, Boll i. W., Donau-
eschingen, Egelshofen, Engelswies, Ettisweiler, Frickingen,
Friedberg, Fulgenstadt, Göggingen, Habsthal, Hausen i. Th.,
Heiligenberg, Heiligkreuzthal, Hohenthengen, Hohenzollern (?),
Königseggwald, Königsfeld, Krauchenwies, Langenbronn,
Langenenslingen, Mengen, Nusplingen, Ostrach, Pfullendorf,
Ravensburg, Riedlingen, Rohrdorf, Rosna, Saulgau, Scheer,
Schwenningen, Schussenried, Sigmaringen, Sigmaringendorf,
Stetten a. k. M., Stockach, Tettang, Triberg, Ursendorf,
Villingen, Völkofen, Volkertshausen, Walbertsweiler, Wol-
fartsweiler, Wilhelmsdorf, Zizenhausen.

Genauere Nachrichten aus Baden und einige Postberichte aus Hohenzollern:

1. Zeittabelle.

	Eintritt	Dauer
1. Hausen i. Th.	4 ^h 45' a.m. ¹	2"
2a. Heiligenberg	kurz nach 5 ^h	mehrere Sek.
2b. „	5 ^h	1"
3. Königsfeld	ca. 5 ^h	5"
4. Krauchenwies	4 ^h 55' 20" ²	3"
5. Langenbronn	4 ^h 45' ¹	2"
6. Langenenslingen . . .	5 ^h 5'	6"
7. Ostrach	5 ^h 8'	5—6"
8. Pfullendorf	5 ^h ²	6—8"
9. Sigmaringen ²	4 ^h 58'	2"
10. Stetten a. k. M. . . .	4 ^h 45' ¹	2", 2"
11. Stockach	5 ^h ²	1 1/2"
12. Volkertshausen . . .	4 ^h 45' ¹	2—3"

¹ Geschätzt. ² Postuhr. ³ Kirchenuhr.

2. Zahl der Stösse und Schallerscheinungen.

- | | | |
|----------------------|----------|--|
| 1. Hausen i. Th. . | 1 Stoss. | Keine Schallwahrnehmung. |
| 2. Heiligenberg . | — | Unterirdisches Getöse. |
| 3. Krauchenwies . | 1 Stoss. | Wie Gewitterwind, dem Stoss vorangehend. |
| 4. Langenbronn . | 1 " | Wie ein Kanonenschuss. |
| 5. Pfullendorf . | 1 " | Rollendes, rasselndes Geräusch. |
| 6a. Stetten a. k. M. | 1 " | Wagengerassel, dem Stoss vorangehend. |
| 6b. " " " | 1 " | Geräusch vorangehend. |
| 7. Stockach . . | 1 " | Dumpfer Donner. |
| 8. Volkertshausen | — | Wie Klopfen an der Thür. |

3. Richtung und Wirkungen.

- | | | |
|----------------------|-------------|---|
| 1. Bettenbaum . | — | Die Kirchenglocken sollen angeschlagen haben. |
| 2. Hausen i. Th. . | — | Erschüttern und Zittern der Möbel. |
| 3. Heiligenberg . | — | Schwanken von Gegenständen. |
| 4. Krauchenwies . | — | Erwachen durch den Stoss. |
| 5. Langenbronn . | von SW her. | Erschüttern der Fenster und Thüren. |
| 6. Pfullendorf . | SW-NO. | Gebälk u. Thüren krachten. |
| 7. Sigmaringen . | SW-NO. | Zittern der Gebäude. |
| 8a. Stetten a. k. M. | — | Erschüttern der Gegenstände. |
| 8b. " " " | — | Erschüttern der Möbel. |
| 9. Stockach . . | von unten. | — |
| 10. Volkertshausen | O-W? | — |

Aus Boll i. B. und Achdorf liefen negative Berichte ein.

Weiteres Material liegt aus Baden nicht vor, und es muss deshalb den Württemberger Beobachtern überlassen werden, die Schlüsse aus dem Erdbeben zu ziehen.

Nach Drucklegung der obigen Zeilen erhielt ich durch die Güte des Herrn Hofrath Haid das Profil seiner neuesten Schweremessungen, welches von Colmar ausgehend über Freiburg-Schauinsland-Feldberghof-Donaueschingen durch den Schwarzwald führt, nach Durchquerung der schwäbischen Alp (über Geisingen) Engen und Stockach berührt und bei Ludwigshafen endigt.

Dieses Profil zeigt einen zusammenhängenden Massendefekt, der sich vom Feldberghof bis Ludwigshafen erstreckt und es scheint mir daraus hervorzugehen, dass zwischen den Erdbeben vom 13. Januar und vom 6. Oktober und der Vertheilung der Massendefekte und Anhäufungen eine ursächliche Beziehung besteht. Es zeigt sich, dass das Epicentrum der Erdbeben über den Massendefekten liegt, und es dürften daher die Erschütterungen vielleicht den Versuch zur Wiederherstellung des Gleichgewichts in der festen Erdrinde darstellen.

Besonders deutlich tritt dies bei dem Erdbeben vom 6. Oktober hervor; es wurden damals nämlich sowohl die Landestheile vor dem Steilabsturz der Alp (cf. Stockach, Saulgau u. s. w.), als auch diejenigen zwischen Alp und Hochschwarzwald (cf. Donaueschingen, Villingen u. s. w.) erschüttert.

Bemerkenswerth ist ausserdem noch, dass das Haid'sche Profil durch den Schwarzwald eine vollkommene Analogie zu dem durch die Alpen bildet, indem in beiden Fällen die Massenanhäufungen nach dem Steilabsturz der Gebirge zu verschoben sind. Durch die Combination von Erdbebenbeobachtungen, Verwerfungen, Beobachten des Fallens und Streichens der Schichten mit diesen Schweremessungen dürfen wir die wichtigsten Aufschlüsse über die Entstehungsgeschichte der Gebirge erwarten.

Da Herr Hofrath Haid seine Aufnahmen fortsetzen wird, und auch die Erdbebenbeobachtungen in Baden zu dauernden geworden sind, so dürfen wir hoffen, in nicht zu ferner Zeit über die Verhältnisse, welche vorläufig nur versuchsweise angedeutet werden können, weitere Aufschlüsse zu erhalten.

Zum 100. Geburtstag Wilhelm Eisenlohr's.

Vortrag, gehalten am 13. Januar 1899 im Naturwissenschaftlichen
Verein zu Karlsruhe

von Prof. Dr. **Georg W. A. Kahlbaum** aus Basel.

Wenn ich hier vor Ihnen über Wilhelm Eisenlohr reden soll, so komme ich mir so etwa vor wie ein Blinder, der einen Vortrag über die Farben halten will. Sie, meine Herren haben zum Theil, ja vielleicht grösseren Theils, Eisenlohr noch persönlich gekannt, ich habe ihn nie gesehen, was ich von ihm weiss, das habe ich mir angelernt, Sie, meine Herren, haben es mit erlebt, und weiter kennen Sie alle Zeit, Ort und Umstände, wie die mithandelnden Personen, in, an und unter denen sich die zweite Hälfte, ja sein ganzes Leben abspielte, besser denn ich. Wie komme ich nun dazu, vor Ihnen von dem mir Unbekannten sprechen zu wollen? Nun, meine Herren, Eisenlohr ist mir nicht ganz unbekannt, einmal ist er mein Lehrer gewesen, wenn auch nicht persönlich, so doch durch sein vortreffliches Lehrbuch, an dessen Hand ich die ersten unsicheren Schritte in das weite Gebiet der Physik gethan habe, und dann war es mir vergönnt, einen Blick in sein Innerstes zu werfen dadurch, dass mir sein gesammter Briefwechsel mit dem besten Freunde seiner späteren Jahre, mit Christian Friedrich Schönbein, weiland Professor der Chemie und Physik an unserer Baseler Hohen Schule zur Verfügung stand. Gerade aus diesen 110 Briefen Eisenlohr's an Schönbein ist mir das Interesse an dem Manne lebhaft erwachsen. Meine zunächst Schönbein gewidmeten Studien machten es mir wünschenswerth, das Bild, das ich mir von Eisenlohr aus eben diesen Briefen machen konnte, zu ergänzen, und so bin ich zunächst in Basel und dann in Ihrer Stadt den Spuren Eisenlohr's nachgegangen. Dabei bin ich hier von allen Seiten in so

ausserordentlich liebenswürdiger Weise unterstützt worden, sind mir in so zuvorkommender Weise die Wege geebnet, und ist mir das Material zugänglich gemacht worden, dass ich nur einer Pflicht der Dankbarkeit genüge, wenn ich heute vor Ihnen von Eisenlohr's Sein und Thun eine Skizze zu entwerfen versuche. — Das Bild aber, meine Herren, von dem Blinden, der über die Farbe spricht, bleibt darum doch zu Recht bestehen, denn was die direkte Ueberlieferung oder gar persönliches Erinnern geben kann, das vermag doch alles Bücher- und Aktenstudium nie und nimmer zu ersetzen! —

Meine Herren! Einhundert Jahre gerade sind es am 1. Jänner gewesen, dass Wilhelm Eisenlohr, einst Professor der Physik an der Polytechnischen Schule, das Licht der Welt erblickte, ein Mann, der seiner Zeit zu den bekanntesten Figuren Karlsruhe's gehörend, für die heutige Generation fast zu den Vergessenen zählt, obgleich erst wenig mehr denn 25 Jahre seit seinem Hinscheiden verflossen sind, und der es doch so sehr verdient, dass wir seiner in Dankbarkeit gedenken. Geboren wurde Wilhelm Eisenlohr in Pforzheim, wo sein, schwäbischer Abkunft sich rühmender, Vater als markgräflicher Amtsrath wirkte. Mit diesem, der 1802 zum Obervogt bestellt wurde, kam der Knabe nach Durlach. In der Karlsburg war dem Vater die Wohnung zugewiesen, und hier in dem alten weiten Gemäuer mit seinen vielen Gelassen, seinen Stallungen, seinem Garten im Zopfstiel, verlebte er seine Kinder- und Knabenjahre. Wie diese noch ganz besonders belebt wurden durch die Wirren der napoleonischen Kriege mit ihren nicht enden wollenden täglichen und nächtlichen Zügen bunt zusammengewürfelter Truppenmassen, ihren gewaltigen Kolonnen von Wagen mit Kriegsmaterial und Kriegsbedarf, hat uns ja aus dem nahen Bruchsal Karoline Bauer in den Erinnerungen aus ihrem Bühnenleben in schimmernden Farben geschildert, und sicher werden dieselben auf den aufgeweckten, kecken und dabei älteren Knaben nicht weniger Eindruck gemacht haben, als auf das lebhaftes Mädchen.

Schon am 19. August 1810 starb der thatkräftige und intelligente Vater, seine Frau mit vier noch unerzogenen

Kindern nur in recht wenig günstiger Lage zurücklassend. Bis zu seiner Konfirmation im Jahre 1813 besuchte Wilhelm die dreiklassige Lateinschule in Durlach, um dann nach Oberkirch am Fusse des Kniebis übersiedeln, dort das Schreiberfach zu erlernen. Der begabte und strebsame Knabe, der, nur der Noth gehorchend, den ihm wenig zusagenden Beruf angetreten hatte, benutzte alle seine freie Zeit, sich weiter zu bilden, und nachdem er noch einige Monde ganz privaten und besonders mathematischen Studien obgelegen hatte, konnte er im Herbst 1817 die Prüfung bestehen, die ihm die Hörsäle der Heidelberger Hochschule erschloss, an der er sich als Studirender der Kameralwissenschaften einschreiben liess. Wie ihn schon früher die Mathematik besonders angezogen hatte, so war es auch jetzt wieder der, 1816 zum Ordinarius ernannte, Professor der Mathematik Franz Ferdinand Schweins, dem er sich besonders und mit solchem Erfolg anschloss, dass er schon nach zwei Jahren auf die Stelle, an der sich wenige Jahre früher Adolf Diesterweg die ersten Sporen praktischer Pädagogik verdient hatte, die eines Lehrers der Mathematik und Physik am Grossh. Lyceum in Mannheim, berufen wurde.

Aus der Zeit seines dortigen Wirkens erzählt der Verfasser seines Nachrufes, in der Basler „Schweizer Grenzpost“ vom 11. Juli 1872, die folgende, hübsche Anekdote, die den eifrigen, jugendlichen Lehrer in ausgezeichnetster Weise charakterisirt: „Eisenlohr“, so heisst es dort, „war mit seinen Schülern auf einem Ausfluge vor der Stadt eingekehrt und unterhielt sich mit ihnen mit der Stentorstimme, die ihm bis in's hohe Alter eigen war, so, dass ein in einiger Entfernung sitzender Unbekannter dem Gespräch wohl oder übel folgen musste. Der junge, geistreiche Lehrer kam auf den pythagoräischen Lehrsatz zu sprechen, liess dann ein flaches Stück Käse kommen und zeigte den angenehm überraschten Schülern, wie man den Satz auch durch Käseabschnitte demonstrieren könne. Der Fremde trat näher und zog dann weitere Erkundigungen ein. Bald nachher erhielt der Professor ein Reskript, worin seine Besoldung um 200 Gulden erhöht wurde. Es war der zufällig anwesende

Minister des Innern, der von dem praktischen Talent des Lehrers sich zu überzeugen so vortreffliche Gelegenheit erhalten hatte“. Wenn die Geschichte sich buchstäblich so zugetragen hat, so muss sie im Jahre 1836 passirt sein; denn in der eigenhändigen Aufstellung seiner Gehaltsverhältnisse findet sich eine Zulage von 200 Gulden nur einmal in diesem Jahre verzeichnet, mit der Bemerkung in Klammern (das Reskript ist von 1838).

Einer seiner Schüler aus der Mannheimer Zeit, der spätere Oberbibliothekar der Hof- und Landesbibliothek Johann Christof Döll, berichtet uns über ihn als Lehrer Folgendes: „In der Schule riss er die Fähigeren durch die geistreiche Behandlung des Gegenstandes und durch seinen Feuereifer mit sich fort und erzielte ganz ungewöhnlichen Erfolg; aber seine Geduld mit den Langsamern war nicht sehr gross. Die Jüngeren liebten ihn wegen seines munteren und gemüthlichen Wesens, die Aelteren achteten ausser seinem leutseligen Wohlwollen seine umfassenden Kenntnisse und seine charaktervolle Energie“.

Etwas anders, wenn auch eher noch günstiger lautet das Urtheil, welches ein weiterer Schüler von ihm, Adolf Kussmaul, in seinen jüngst erschienenen „Jugenderinnerungen eines alten Arztes“ abgibt. Derselbe schreibt: „Neben ihm (dem Philologen Nusslin) war der bedeutendste Lehrer der Professor der Mathematik und Physik an den vier oberen Klassen, Wilhelm Eisenlohr. Er war ein heiterer, in der Schule niemals verdrossener, sehr beliebter Mann. Eine besonderen Stolz setzte Eisenlohr darein, auch wenig beanlagten Schülern mathematische Kenntnisse beizubringen: er behauptete, wie ich ihn sagen hörte, „wenn die Schüler nicht rechnen lernten so läge die Schuld an den Lehrern.“ Der Gegensatz in den beiden Urtheilen erklärt sich wohl daraus, dass Eisenlohr inzwischen älter geworden war. Döll geb. 1808 wird etwa 1823, Kussmaul geb. 1822 etwa 1837 sein Schüler gewesen sein.

Noch in die Zeit seines Mannheimer Aufenthaltes fällt auch der Beginn jener Lehrthätigkeit, durch welche er sich am weitesten bekannt gemacht und am nachhaltigsten auf die Verbreitung physikalischer Kenntnisse gewirkt hat. Im

Jahre 1836 erschien zum ersten Male sein: „Lehrbuch der Physik“, von dem er noch selbst, als letzte seines an Arbeit so reichen Lebens, im Jahre 1869, die an seinem 71. Geburtstage abgeschlossene 10. Auflage besorgte.

Seine Entstehung verdankte das Buch einer Reihe von populären Vorlesungen über Physik, die Eisenlohr im Jahre 1835 in Mannheim, vor einem, wie er sich ausdrückt „zahlreichen und ausgezeichneten“ Auditorium gehalten hatte, aus dessen Mitte die Bitte, die Vorlesungen „zum Behufe des Nachstudiums“ drucken zu lassen, an ihn gelangt war. Diesem Wunsche kam er in dem Sinne nach, dass er den Vorträgen die Form eines Lehrbuches gab, welches er zugleich seinem Unterricht am Lyceum zu Grunde legen konnte. Das Buch fand, wie das schon die zehn Auflagen beweisen, weiteste Verbreitung, und auch in meiner märkischen Heimathstadt Berlin wurde uns Physik nach dem „Eisenlohr“ traktirt. Was er selbst seinem Buche nachrühmt, fließende klare Darstellung und fortlaufende Mittheilung aller wichtigen neuen Fortschritte, scheint mir nicht der einzige Vorzug desselben zu sein, ich finde einen solchen noch ganz besonders in der ausserordentlichen Anschaulichkeit der Darstellung, die meiner Meinung nach das wichtigste Erforderniss für ein Lehrbuch überhaupt ist, und neben welcher Vollständigkeit und Nachführung bis in die jüngste Zeit gar nicht in Betracht kommen. Weiter sehe ich einen grossen Vorzug in der weisen Beschränkung, die er sich in der Verwendung des mathematischen Formelwerkes auferlegt; weil letzteres einmal immer einen Theil der Lernenden abschreckt und zweitens oft genug bei den Lehrenden nur dazu dient, den Mangel an Anschauung und Klarheit zu verdecken. In einem Brief vom 31. August 1866 an Schönbein spricht sich Eisenlohr selbst über die unzeitgemässe Anwendung der Mathematik aus, er schreibt da über ein die Gletschertheorie behandelndes Buch: „Dieses dicke Buch studirte ich halb durch, und lernte wieder einmal ein Stück hocus pocus kennen, wie er manchmal mit der Mathematik getrieben wird, die Herren meinen, wenn sie nur + und — und x, cos, \int , dif. u. s. w. anbringen können, so sei schon ein grosser Theil der Leser voll Be-

wunderung“. Es ist dies ein Urtheil, das sich gewisse Herren unter unseren formelsüchtigen Neuchemikern doch recht sehr zu Herzen nehmen sollten.

Schon die erste Auflage des Lehrbuches der Physik, bei Heinrich Hoff in Mannheim erschienen, erfreute sich der eingehendsten Würdigung seitens der Fachgenossen. Die damals massgebende „Jenaische allgemeine Litteraturzeitung“ bringt in ihren Nummern 158 und 159 vom August 1837 eine ungemein eingehende Kritik, die von R. (vielleicht der Berliner Physiker Riess?) unterzeichnet ist. Dieselbe füllt mit ihren 16 Spalten die beiden Nummern fast ganz aus. Sie schliesst folgendermassen: „Möge der Verfasser seine Arbeit dadurch anerkannt finden, dass Rec. bemerkt, es übertreffe viele Lehrbücher der Physik in der Anordnung und Deutlichkeit des Vortrages, zeichne sich in vielen Materien durch zweckmässige Auswahl des Nothwendigsten aus, und dient dem Anfänger im Durchschnitt zu einem guten Leitfaden um die Hauptgrundsätze der Physik unter Leitung eines gewandten Lehrers zu studiren, und habe eines sehr gewandten Physikers Erörterungen, einer im Ganzen wohl gelungenen Durchführung zu Grunde gelegt“.

Eisenlohr hat, wie ein Vergleich der ersten und zweiten Auflage ergibt, die Erinnerungen seines sachgemässen Kritikers eingehend erwogen und da, wo er sie für berechtigt erachtete, sich zu Nutzen gemacht, so ist z. B. der siebente, der Wärme gewidmete Abschnitt, an den mit Recht allerhand erinnert worden war, auf mehr als das Doppelte, von 46 auf 95 Seiten, gewachsen. Dabei hat er sich aber doch seine selbständige Anschauung voll bewahrt, denn während er hier dem Wunsch des Rec. nachgibt, lässt er trotz eindringlicher Mahnung den Abschnitt über das Licht so gut wie ganz ungeändert, und nur die Kapitel über Interferenz, Doppelbrechung, und besonders Polarisation, erleiden leichte Aenderungen. Eisenlohr war schon damals in seiner theoretischen Anschauung über das Wesen des Lichtes, als eines Undulationsvorganges zu sehr gefestigt, um sich in seinem Lehrbuch noch viel mit der Emanationstheorie abzugeben.

Ich bedaure es auf das Lebhafteste, dass das vorzüg-

liche Buch jetzt so gut wie gänzlich vergessen ist. Dass es auch heute noch durch seine Vorzüge wirkt, mag Folgendes beweisen. Vor zwei bis drei Jahren theilte mir einer meiner Schüler ganz begeistert mit, er habe da „so ein altes Physikbuch von einem gewissen Eisenlohr“ gefunden, das sei das beste und klarste, das er noch je in die Hand bekommen habe. Der junge Mann war allerdings recht gescheut, immerhin in den neusten, besonders elektrischen und elektrochemischen Theorien aufgewachsen; von denen er natürlich beim „alten Eisenlohr“ kein Wort fand.

Für Eisenlohr's Sonderart ist in hohem Masse bezeichnend der die Einleitung zu seinem Lehrbuch abschliessende § 7.

Derselbe lautet:

„Die in der Einleitung zur Physik gebräuchlichen Lobpreisungen über den Nutzen dieser Wissenschaft werden hier übergangen, indem man ihn besser begreift, wenn man ihren Inhalt kennt. Der Einfluss derselben auf die Gewerbe und den Reichthum der Nationen, welcher gewöhnlich vor Allem gerühmt wird ist gross und manchfaltig, aber ebenso wohlthätig wirkt sie auf unser religiöses und moralisches Gefühl. Durch sie lernen wir überall die Weisheit und Grösse des Schöpfers bewundern, indem wir erfahren, wie durch die Anwendung der einfachsten Mittel die manchfaltigsten und wunderbarsten Zwecke erreicht werden und welcher Geist der Ordnung, Harmonie und Kraft das ganze Weltall durchweht“.

Rund 30 Jahre, durch neun Auflagen hindurch, hat Eisenlohr diesen Passus unverändert stehen lassen, dann hat er in der zehnten, 1868 abgeschlossenen Auflage, noch folgenden Schlusssatz hinzugefügt: „Ihre Gesetze sind aber auch ein Vorbild für alle Gesetzgebung, indem sie konsequent in allen Reichen der Natur gelten, wer ihnen zuwider handelt, legt selbst den Grund zu seinem unausbleiblichen Schaden“.

Wie aus seinem Briefwechsel ersichtlich, hat die Bearbeitung dieser neuen, zehnten Auflage um das Jahr 1865 begonnen. Die Eisenlohr beunruhigenden, ja ihn tief erregenden politischen Ereignisse jener Tage, mit ihrem Gefolge von Umwälzungen aller Art, haben offenbar diese letzten Gedanken in ihm niedergeschlagen.

Ich vermag es nicht als Verbesserung anzusehen, dass in der elften, von Professor Zech in Stuttgart bearbeiteten Auflage dieser ganze § 7 fortgeblieben ist.

Nicht weniger bezeichnend als der eben besprochene Paragraph seines Lehrbuches sind für Eisenlohr die Worte, mit denen er einige 20 Jahre später die deutschen Naturforscher und Aerzte gelegentlich der von ihm präsidirten Versammlung in Karlsruhe begrüßte, und deshalb will ich, der Zeitfolge vorgehend, dieselben hier schon hersetzen.

In dem poetischen Bilde eines Gespräches zwischen der Dryas einer alten Schwarzwaldeiche, die ein Jahrtausend hat an sich vorüber rauschen sehen und dem Summen, des am Fusse des Berges entlang ziehenden, den jungen Schienenstrang begleitenden, Telegraphendrahtes, aus dem der Geist der Neuzeit spricht, vergleicht er das Einst mit dem Jetzt, um mit folgenden, diesem Geist untergelegten Worten zu schliessen:

„Zu den Leistungen der gegenwärtigen Zeit, zu den Entdeckungen und Erfindungen der Forscher, die dort beisammen sind, gehörte eine lange Vorbereitung, gehörten grosse und vieljährige Studien.

„Jetzt werden die Früchte derselben von einem auf den andern übertragen und gehen nicht mehr verloren wie die Millionen Samen, die deinen Zweigen schon entfielen, um im Sumpfe zu verfaulen.

„Der Fortschritt ist gesichert und ein grosser Plan liegt ihm zu Grunde. Geordnet ist das geistige Ringen und Streben mehr und mehr. Naturgesetze, deren Harmonie und innere Nothwendigkeit der Scharfsinn jener Männer der Wissenschaft erkannt, von denen keines das andere stört und keines anders sein kann als es ist, sie sind die Führer einer hoffnungsreichen Zeit zur höheren Stufe menschlicher Entwicklung.

„Wer diese gründlich und nicht halb erkannt, der fühlt es, dass sie unwiderlegliche Beweise und Offenbarungen von höherer Weisheit sind, als menschlicher, und dass der Mensch als höchstes Wesen im Erschaffenen. keinem höheren Ziele nachstreben kann, als dieses Göttliche in der Natur zu fühlen und zu erkennen. Begeisterungsvoll erblickt er dann

in einem Meer von Licht und Wahrheit den Ausgang und das Ziel von seinem Streben: Gott!!!“

Und mit diesem, meine Herren, lassen Sie uns denn auch beginnen““.

In die Mannheimer Zeit fällt auch Eisenlohr's erstes und grundlegendes Wirken für die Schaffung und Hebung des technischen Schulwesens in Baden, durch Gründung einer Gewerbeschule in Mannheim noch vor der gesetzlichen Einführung derselben, in der er an den Sonntagen in der Frühe und Wochentags nach Feierabend den Gewerbelehrlingen Unterricht im Rechnen erteilte. Als dann die weitblickende Behörde, in richtiger Erkenntniss der Wichtigkeit dieses Fortbildungsunterrichts denselben staatlich organisirte, wurde Eisenlohr mit einem festen Gehalt von zunächst 500 und nach Abgabe einer Anzahl von Stunden von 300 fl. als Gewerbeschullehrer angestellt, welche Stellung er bis zu seiner Uebersiedlung nach Karlsruhe beibehielt, um dann als Beirath in Gewerbeschulsachen in die Aufsichtsbehörde einzutreten. In dieser Stellung hat er nicht wenig zur Hebung dieser Schulen wie auch der Stellung der, ihm stets dankbar verbundenen, Lehrer beigetragen, und lebhaft wurde es bedauert, als im Jahre 1863, bei der Reorganisation der obersten Schulbehörde, die Sonderabtheilung für die Gewerbeschulen aufgehoben wurde und damit Eisenlohr's Beziehungen zu diesem Theile des Schulwesens gelöst wurden.

Im Jahre 1824 verheirathete er sich mit der Tochter Gertrud des Hofgerichtsrathes Johann Adam von Itzstein in Mannheim, der kurz vorher, 1822 als Vertreter dieser Stadt in die zweite Kammer gewählt, seine politische Laufbahn begonnen hatte. Die äusserst glückliche Ehe, der zwei Kinder, ein Sohn und eine schon im Kindesalter verstorbene Tochter entsprossen, wurde durch den Tod der Gattin schon im Jahre 1852 gelöst. Untröstlich, schier vernichtet war der Ueberlebende, so schwer getroffen hatte ihn dieser Schlag, er verliess Karlsruhe und suchte durch Aufenthalt in der Natur, in den von ihm so sehr geliebten Bergen, Heilung. Aber dort erst recht fehlte ihm der Trost und die Linderung, die allein Thätigkeit, Arbeit gewähren kann. So sammelte er denn die in und um seinen Aufent-

haltsort, Isenfluh ob Interlaken im Kanton Bern, zerstreut wohnenden Kinder und hielt mit ihnen regelrecht Schule ab, und das mit solchem Erfolg, dass „die Kinder beim endlichen Abschied den fremden Herrn Schulmeister umdrängten und garnicht wieder ziehen lassen wollten“. So kehrte er durch die Arbeit neu gestärkt zur Arbeit zurück. — Noch war Eisenlohr seit dem Jahre 1829 Vorstand des Oberaichamtes in Mannheim, und einige Zeit provisorischer Leiter der dortigen Sternwarte.

Nach 21jähriger Thätigkeit am Gymnasium zu Mannheim wurde Eisenlohr am 17. Juli 1840 an das Lyceum in Karlsruhe versetzt, mit der Verbindlichkeit, an der Polytechnischen Schule den Unterricht in der Physik zu ertheilen, und hat er seinen Dienst hier am 20. September 1840 angetreten. Somit war also das Lehramt am Lyceum Eisenlohr's Hauptstellung und wurde die Professur am Polytechnikum zunächst nur im Nebenamt verwaltet. Diese Sachlage gelangt auch beim Honorarbezug zum Ausdruck insofern, als sich das Gehalt zunächst zusammensetzt aus:

- 1100 fl. aus dem Lycealfond,
- 500 fl. „ den Fonds des Polytechnikums,
- 200 fl. „ „ „ für Mittelschulen.

Diese Einnahmen erhöhten sich, allerdings im Laufe der Zeit nicht mehr aus denselben Quellen fliessend, bis zu seiner Pensionirung auf 2800 fl., mit welchem Gehalt er auch nach Abzug der gesetzlichen Quote, nach 46 Dienstjahren, in den wohlverdienten Ruhestand trat.

Der Uebernahme der Lehrkanzel am Lyceum stellten sich keine Schwierigkeiten in den Weg, anders war es mit der Professur an der Polytechnischen Schule. Das Grossphysikalische Kabinet, aus dem das heutige physikalische Institut der Technischen Hochschule erwachsen ist und an dessen Spitze Eisenlohr, durch seine Berufung als Lehrer der Physik an letzterer Anstalt, gleichfalls gestellt war, hat eine recht verwickelte Geschichte, die Herr Hofrath Lehmann in der zum 40. Regierungsjubiläum Seiner Königlichen Hoheit des Grossherzogs herausgegebenen Festschrift der Technischen Hochschule an Hand der Quellen meisterhaft geschildert hat.

Erstanden am Lyceum zu Durlach, kam es mit der Verlegung der Residenz nach Karlsruhe und wurde durch die Munificenz der badischen Fürsten, im besondern Karl Friedrichs, zu einer Sammlung von geradezu europäischer Berühmtheit erhoben, die in den beiden Boeckmann, Johann Lorenz und dessen Sohn Karl Wilhelm, die demselben von 1764—1821 vorstanden, ebenso tüchtige und wissenschaftlich bedeutende als hingebende und dabei uneigennützig¹ Leiter gefunden hatte.

Nach des jungen, 1773 geborenen, Boeckmann frühem Tode, im Juni 1821, übernahm der Lehrer der Physik an der Kadettenschule, Ludwig August Seeber, die provisorische Leitung des Kabinetts; bis Ende Oktober 1821 der evangelische Stadtpfarrer und ordentliche Professor der theoretischen und experimentellen Physik in Freiburg, Gustav Friedrich Wucherer, als Direktor des Kabinetts und Lehrer der Physik an Lyceum, bestellt wurde. Wucherer hatte die Zeit, der schwersten Noth für die herrliche, jetzt so blühende Breisgauer Hochschule, den Ausgang des zweiten Jahrzehntes unseres Jahrhunderts, an derselben selbst mit durchlebt; jene Zeit, in der man die Frage ventilirt hatte, ob nicht die Schöpfung Albrechts VI. von Oesterreich aufzugeben sei. Damals hatte sich Wucherer mit dem Plan getragen, in Freiburg eine Polytechnische Schule zu gründen, und da man auch für Karlsruhe derartiges in's Auge gefasst hatte, so erschien es wünschenswerth, einen Mann wie Wucherer für die Residenzstadt zu gewinnen. Wirklich gewann der Plan im Herbst 1826 Leben und Wucherer übernahm freiwillig neben der Direktion, gegen eine Bezahlung von nur 150 fl. jährlich, den Unterricht der Physik und Technologie an der neu begründeten Schule, zunächst auf zwei Jahre, und, als dann noch kein Lehrer ernannt war, weiter bis zu seinem Fortgang von Karlsruhe. Trotz der zweifellosen wissenschaftlichen Befähigung und des ersichtlichen Interesses Wucherers an der Anstalt

¹ Als Johann Lorenz Boeckmann 1777 in einer Bittschrift um Erhöhung seines Gehaltes einkam, legte er z. B. seiner Berechnung eine tägliche Ausgabe von drei Kreuzern pro Kopf seiner Familie für das Mittag- und Abendessen zu Grunde!

blieben doch seine Leistungen weit hinter den Erwartungen zurück, besonders die experimentelle Physik und mit ihr das damals noch glänzende physikalische Kabinet vernachlässigte er so, dass man, als er 1834 nach Freiburg zurückging und mit Seeber wiederum den Platz tauschte, wohl berechtigt war, auf eine erhebliche Besserung zu hoffen. Jedoch man hatte sich gründlich getäuscht, und statt bergauf, ging es mit der Physik immer mehr und mehr, und zwar im Geschwindschritt, bergab. Seeber, dessen erste wissenschaftliche Leistungen grosse Hoffnungen rechtfertigten, war seiner Stellung in keiner Weise gewachsen; er vermochte es durchaus nicht, sich bei seinen Schülern sowohl, als bei seinen Untergebenen in Respekt zu setzen. Der Diener heizte im Winter das Auditorium nicht und wenn er es that, so legten die Schüler Pech auf den Ofen, so dass wegen üblen Geruches die Vorlesung nicht abgehalten werden konnte. Im Sommer schrieben die Uebelthäter mit verstellter Schrift an die Tafel: „Ich werde heute keine Vorlesung halten, Seeber“, so dass, wenn er den Hörsaal betrat, derselbe leer war; blieben sie, so hatten sie den Schwamm mit Tinte getränkt, und was dergleichen Bubenstreiche mehr waren.

Die Folge derartigen Unterrichts war natürlich zunächst die, dass die jungen Leute nichts lernten und die Prüfungen in der Physik kläglich ausfielen, und so wurde denn am Schluss des Sommersemesters 1840 Seeber kurzer Hand mit einem kärglichen Ruhegehalt verabschiedet.

Seeber behauptete nun, er habe mit Wucherer nur getauscht; da Wucherer die Stunden am Polytechnikum freiwillig übernommen habe, so sei auch er dazu durchaus nicht verpflichtet. Bei früherer Gelegenheit, 1836, hatte sich herausgestellt, dass aus dem physikalischen Kabinet eine Reihe von Apparaten in Abgang gekommen waren, die Verantwortung hatte Seeber abgelehnt, da auch andere im Besitz eines Schlüssels zu dem Kabinet seien, darauf wurde decretirt, dass er allein einen solchen führen dürfe. Als nun Eisenlohr sein Amt antreten wollte, weigerte sich Seeber, den Lehrer am Polytechnikum als seinen Nachfolger anzusehen, gab die Schlüssel zum Kabinet nicht heraus, so

dass Eisenlohr unverrichteter Sache wieder abziehen musste und es wiederholter Reskripte des Oberhofverwaltungs Rathes, ja Androhungen von Zwangsmassregeln und Belegen mit Geldstrafen seitens des Ministeriums des Innern bedurfte, bis sich Seeber dazu verstand, seinen passiven Widerstand aufzugeben. Die Unklarheit der Verhältnisse, die allein Seeber's Widerstand möglich machte und die auch, wie wir sahen, bei Eisenlohr's Anstellung, bei welcher das eigentliche Hauptamt, die Professur am Polytechnikum, nur nebenamtlich behandelt wurde, sich geltend machte, gab auch späterhin noch zu manchen Verdriesslichkeiten Veranlassung.

Gleichzeitig fast mit dem Amtsantritte Wilhelm Eisenlohr's begann für die Polytechnische Schule eine Zeit neuen und gewaltigen Aufschwunges; nicht als ob dies allein des neuen Physikers Verdienst gewesen wäre, mit nichten, wurden doch fast gleichzeitig mit ihm Männer von europäischer Bedeutung, wie der Oesterreicher Ferdinand Redtenbacher von Zürich her, und andere kaum weniger hervorragende Kräfte für die Karlsruher Anstalt gewonnen. Aber Eisenlohr waltete seines Amtes mit solcher Treue und Hingebung, dass die Physik, früher ein Hemmschuh für die gedeihliche Entwicklung, nun zu einer sehr erheblichen Triebkraft auf dem Wege vorwärts wurde.

Um den Unterricht in erwünschter Weise durchführen zu können musste vor allem das noch etwa um das Jahr 1832 auf 21 000 fl. gewerthete, nunmehr aber gänzlich verwaahrloste physikalische Kabinet in zweckdienlicher Weise erneut werden. Dieser Arbeit wandte denn auch Eisenlohr zu allererst seine Hauptfürsorge zu. Aus eigenen Mitteln zunächst ergänzte der energische Mann das Nöthigste an fehlenden Apparaten, waren doch in den letzten 20 Jahren nur eine Quecksilber- und eine Hahnluftpumpe, zwei Fernrohre, eine Elektrisirmaschine und ein Mikroskop, d. h. also für Unterrichtszwecke so gut wie gar nichts angeschafft worden. Dieses persönliche In-die-Bresche-springen, bekanntlich ist ganz auf die gleiche Weise die physikalische Sammlung der Berliner Universität begründet worden, die allein der Initiative von Gustav Magnus ihr Entstehen verdankt, wirkte denn auch so, dass die Regierung ihm nicht nur die

Auslagen ersetzte, sondern auch noch statt des Aversums von 900 fl. für die Jahre 1841 und 1842 einen Staatszuschuss bis zur Höhe von 4000 fl. bewilligte.

Wurde hier alsbald Abhilfe geschaffen, so sah es mit dem für ein physikalisches Kabinet nun einmal eminent wichtigen Diener zunächst noch windig aus. Die Bezahlung desselben war so gering, sie war immer noch die gleiche wie sie vor 70 bis 80 Jahren, als die Stelle geschaffen wurde, festgesetzt war, dass innerhalb der ersten zwei Jahre sieben Mal gewechselt wurde, bis auch hier das Jahr 1842 Remedur brachte; in welchem Jahre dann Eisenlohr's langjähriger und vortrefflicher Gehilfe, der Mechaniker Heckmann die Stelle antrat.

Ueber den Unterricht des neuen Lehrers herrschte nur eine Stimme des Lobes, der fesselnde und so klare, dabei lebendige und durch wohl gewählte, wie wohl durchgeführte Versuche illustrierte Vortrag, übte auf die Studirenden eine ungewöhnliche Anziehung, bei wirklichem wissenschaftlichem Erfolg, aus, und so wuchs dementsprechend die Zuhörerzahl in zunehmender Progression. Für Seeber, seinen Vorgänger, hatte ein Auditorium mit kaum 40 Plätzen genügt, nach Uebernahme des Amtes durch ihn musste alsbald ein Raum für 70 Zuhörer geschaffen werden. Aber auch dieser erwies sich bald als zu klein, so dass die Vorträge über Experimentalphysik in die geräumige Aula des Lyceums, in dessen einem Annex das Kabinet und auch die Wohnung des Vorstehers untergebracht waren, verlegt werden mussten. 1856 betrug die Zuhörerzahl bereits 150 und stieg bis zum Jahre 1860 um weitere 100 Studenten bis auf 250.

Der Freundlichkeit des Herrn Professor Dr. Fritz Burckhardt, Rektor am Gymnasium zu Basel, einem Schüler Eisenlohr's, verdanke ich die folgende treffliche Schilderung seiner Vorlesungen am Ende des ersten Jahrzehntes seiner Thätigkeit am Polytechnikum.

Herr Rektor Burckhardt schreibt mir: „Im Jahre 1850/51 habe ich den Jahreskurs des Polytechnikums in Karlsruhe, theils in der zweiten mathematischen Klasse, theils in der mechanisch-technischen Abtheilung besucht. Durch Uebermittlung eines Grusses von Professor Schönbein

an Hofrath Eisenlohr wurde ich bei diesem eingeführt. Er wohnte damals im Lyceum und hatte seinen, mässig ansteigenden, amphitheatralischen Hörsaal in diesem Gebäude. Nach meiner Erinnerung glaube ich annehmen zu dürfen, dass nicht mehr als höchstens 60 Studirende in dem Saal Platz hatten, mir war ein Platz auf der vordersten Bank angewiesen. Vorne stand ein mässig breiter Experimentirtisch, etwas erhöht, zur Linken des Lehrers eine Hydroelektirisirmaschine und zur Rechten war die Thüre des Präparierzimmers, das sich an die physikalische Sammlung anschloss.

An dem Kurse der Physik, dem ich mit Regelmässigkeit folgte, hatte ich eine wahre Freude. Man fühlte recht ordentlich, wie Eisenlohr, von dem was er vorzutragen hatte erfüllt war. Alles war wohl gerüstet. Der Vortrag ganz frei, war schmucklos, aber fließend, die Erklärungen einfach, praktisch und gründlich, die Apparate, die er selbst erstellte, durchsichtig, ohne Glanz, nur das Nothwendige enthaltend; kurz, es war eine Arbeit, die von Anfang bis zu Ende davon zeugte, dass Eisenlohr nicht nur alle Gebiete der Physik vollkommen beherrschte, sondern dass er eifrig und mit grossem Geschicke sich bemühte, Andere auf sicherem Pfade in die Wissenschaft einzuführen.

Nach dem eigentlichen Kurse spielte auch das Nebenzimmer, in dem er zu arbeiten pflegte, noch eine gewisse Rolle. Oft winkte Eisenlohr am Schlusse der Vorlesung noch einigen Zuhörern, bei denen er ein über das Hören der Vorlesung hinausgehendes Interesse wahrnahm oder voraussetzte und hatte noch irgend einen neuen Apparat zu Versuchen aufgestellt. Ich erinnere mich, so zum ersten Male den Natterer'schen Apparat zur Verdichtung der Kohlensäure dort gesehen zu haben; die Temperatur des festen Quecksilbers bekam ich an meiner Wange zu fühlen, dort sah ich auch zuerst das Linsenstereoskop Brewster's, während mir bis dahin nur Wheatstone's Spiegelstereoskop bekannt war; und manches andere, was jetzt nach 48 Jahren meinem Gedächtniss entschwunden ist. Nicht entschwunden aber ist mir der freundliche und gemüthvolle Mann, mit dem ich in Karlsruhe in Gesellschaft Redtenbacher's wiederholt

eine Abendstunde am Glase Wein vergnügt sein und den ich in späterer Zeit öfter in Basel in Gesellschaft seines Freundes sehen durfte. Darf ich beifügen, dass ich bei meiner Festrede am 50jährigen Jubiläum unserer Naturforschenden Gesellschaft Eisenlohr unter meinen Zuhörern hatte und dass er mir sagte, er sei über einige Punkte aus der Geschichte der Physik darin aufgeklärt worden“.

Mit dem Anwachsen der Zahl seiner Schüler hielt aber auch Eisenlohr's Eifer gleichen Schritt, schon im Jahre 1853 ging er unaufgefordert daran seine vierstündige Vorlesung durch drei weitere unabhängige Stunden im Winter, und vier im Sommer, zu ergänzen, in denen er den Vorgeschnittneren, höhere, theoretische Physik auf mathematischer Grundlage vortrug. Aber auch damit war für ihn der physikalische Unterricht noch nicht erschöpft, und so plante er, wohl nach dem Muster des ihm eng befreundeten damaligen Heidelberger Physikers, Philipp Gustav Jolly, der noch als Privatdozent im Jahre 1846 das erste physikalische Unterrichtslaboratorium, allerdings in den bescheidensten Verhältnissen, begründet hatte, die Eröffnung eines solchen in grösserem Maasse, in welchem die älteren Schüler während des Sommersemesters drei bis vier Stunden in der Woche selbständige, praktische Messungen und Bestimmungen unter seiner Leitung vornehmen sollten. Wie man sieht, hatte er also sein Arbeitspensum freiwillig von vier Stunden auf sieben im Winter und auf zwölf Stunden im Sommer gebracht.

Das Programm für seine Vorlesungen entsprach ganz dem Plane seines Lehrbuches, das er ja unter besonderer Berücksichtigung seines Unterrichts als Wegleitung und Ergänzung dazu verfasst hatte. Von den vortrefflich ausgewählten Uebungen, die er für das Praktikum vorgesehen hatte, gilt in vollstem Maasse das, was Herr Hofrath Lehmann ihnen nachrühmt: „sie bildeten ein Pensum wie es heute nach 40 Jahren kaum besser und vollständiger zusammengestellt werden kann“ — und dies Urtheil des gewiegten Fachmannes will nicht wenig besagen, wenn man bedenkt, dass es sich um einen ersten Versuch praktischen, physikalischen Unterrichts handelte. Es galt eben auch hier wieder

das Urtheil seines ersten Recensenten, der ihn „einen sehr gewandten Physiker“ hiess.

Eisenlohr's Pläne wurden denn auch zur That. Das Direktorium des Polytechnikums, damals der Forstwirth Johann Ludwig Josef Klauprecht, billigte und unterstützte lebhaft die Neugestaltung des physikalischen Unterrichts, die Regierung, in richtiger Erkenntniss der Bedeutsamkeit, genehmigte sie und gewährte Eisenlohr für die neu übernommenen Verpflichtungen eine Gehaltszulage von 700 fl. nebst einem ausserordentlichen Kredit von abermals 2000 fl. für die nöthig werdenden Neuanschaffungen und Einrichtungen.

In dieser Weise hat Eisenlohr seines Amtes als Lehrer an der Polytechnischen Schule mit Hingebung und in ausgezeichnetster Weise gewaltet. Die ganze nun auf ihm ruhende Last der mehr als gedoppelten Arbeit zu tragen, waren jedoch auch seine breiten Schultern auf die Dauer nicht stark genug, und das um so mehr, als, wie es in seiner Eingabe heisst, er die ganzen 35 Jahre seiner bisherigen Lehrthätigkeit, ohne Gehilfen habe auskommen müssen. Zwar habe er sich eigentlich vorgenommen, gewissermaassen zu seiner eigenen Befriedigung, 40 Jahre hindurch ohne Unterstützung zu arbeiten, aber er sehe ein, es gehe nun nicht mehr. Er war eben mittlerweile 54 Jahre alt geworden und den vermehrten Anforderungen von rund 20 Unterrichtsstunden in der Woche nimmer gewachsen, wenigstens wenn er denselben in gleich gewissenhafter Weise wie bisher nachkommen wollte. So wurde ihm denn, mit dem geringen Gehalt von 300 fl. jährlich, 1853 sein erster Assistent, in der Person seines Sohnes, bewilligt und er auf sein Ansuchen mit dem 1. Oktober 1855 seiner Stellung als Professor am Lyceum enthoben. In dem Bégleitschreiben, in welchem auch diese Neuerungen seitens der Direktion des Polytechnikums der Behörde empfohlen wurden, heisst es bezeichnend: „dass der physikalische Unterricht aufregender sei als gewöhnlicher Unterricht, und das lebhaftes Temperament dieses Lehrers bei seiner grossen Stundenzahl und 35 Dienstjahren geeignet sei, gerechte Besorgniss zu erwecken“.

Bei so reicher Lehrthätigkeit, neben der noch mancherlei andere Arbeit dienstlicher und gemeinnütziger Natur herlief, im Jahre 1848 hatte er in Furtwangen auf dem Schwarzwalde die erste Uhrmacherschule begründet, darf es nicht eben wunder nehmen, wenn Eisenlohr für selbständige wissenschaftliche Forschungen kaum Zeit verblieb, und so ist denn auch die Zahl derselben nur gering, nicht dagegen ist es ihr Werth.

Seine im Druck erschienenen wissenschaftlichen Arbeiten sind:

1. Versuche über das dritte Gesetz Kepler's. Poggend. Annal. Bl. 42, 1837, S. 607.
2. Platinfeuerzeug mit neuem Ventil, nebst Anwendung des letzteren zu Gasometern, Eudiometern und anderen Apparaten. Ebenda Bd. 46. 1839. S. 129.
3. Constante Batterien. Ebenda Bd. 78. 1849. S. 65.
4. Ueber die Wirkung des violetten und ultravioletten unsichtbaren Lichtes. Ebenda Bd. 93. 1854. S. 623.
5. Die brechbarsten oder unsichtbaren Lichtstrahlen im Beugungsspektrum und ihre Wellenlängen. Ebenda Bd. 98. 1856. S. 353.
6. Die Wellenlänge der brechbarsten und der auf Jod-silber chemisch wirkenden Strahlen. Ebenda Bd. 99. 1856. S. 159.
7. Ueber den Zusammenhang zwischen dem Ringpendel und dem mathematischen Pendel. Bericht der Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Königsberg. 1860. S. 108.

Die Mittheilung vor der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft in Lausanne (Verhandlung 1861. S. 30) über ein Aneroidbarometer von Becker in New-York darf kaum als eigene wissenschaftliche Arbeit angesehen werden.

In der ersten und zweiten Arbeit, über das dritte Kepler'sche Gesetz und über ein neues Ventil für Gasapparate, zeigt er sich als geschickter Konstrukteur sinnreicher Vorrichtungen; und wieder ist es der Zweck der Anschaulichkeit gegenüber mathematischer Beweisführung der ihn in seiner ersten Arbeit zu der hübschen Konstruktion führt,

sagt er doch selbst: „er lege darauf Gewicht und sei der Meinung, dass der empirische Beweis Vielen willkommener sein wird als der einfachste aller mathematischen Beweise“.

Von den übrigen Arbeiten ist es besonders die über die Bestimmung der Wellenlängen im ultravioletten Licht mit Hilfe des Beugungsspektrums, die ihn als auf der Höhe seiner Wissenschaft stehenden Forscher zeigt, der in gleicher Weise die physikalischen wie die mathematischen Methoden beherrscht.

Anschliessend an seine rein wissenschaftlichen Arbeiten sind dann noch diejenigen, die man wohl am besten als „praktisch-wissenschaftliche“ bezeichnen könnte, hier aufzuzählen, und zu denen auch der oben schon erwähnte „Versuch über das dritte Gesetz Kepler's“ zu rechnen ist. Es sind dies die nur in seinem Lehrbuch beschriebenen, von ihm erdachten und zumeist von seinem vortrefflichen Gehilfen, dem Mechanikus Heckmann, ausgeführten Demonstrationsapparate für seine Vorlesungen, in denen sich sein Lehrtalent, das ihn immer nach Veranschaulichung hindrängt, ganz besonders dokumentirt. Solche Apparate, die zum Theil noch heute in den Vorlesungen sich bewähren, sind: 1. die unterschiedlichen Wellenapparate zur Versinnbildlichung der Schall- und der Lichtwellen; 2. der hübsche und tadellos funktionirende Apparat zur Erzeugung der Newton'schen Farbenringe mit Hilfe einer rotirenden Flasche, in der kreisförmige Seifenwasserlammellen, die durch die Centrifugalkraft nach dem Mittelpunkte zu an Dicke abnehmen, erzeugt werden; 3. der Apparat um ohne mathematische Beweisführung den Foucault'schen Pendelversuch experimentell zu begründen. Mit diesen Apparaten im Zusammenhange darf wohl auch die ebenfalls nur im Lehrbuch beschriebene Widerstandssäule genannt werden.

Durch die Enthebung Eisenlohr's von seinen Verpflichtungen am Gymnasium wurde die Schaffung einer eigenen Lehrstelle für Physik am Lyceum nöthig, und auch ein Theil der Apparate, sowie ein kleiner Theil des jährlichen Staatszuschusses, wurden dieser Anstalt zu alleiniger Verfügung zugesprochen. Die Vorlesungen aber, wie auch die praktischen Uebungen, fanden noch immer im Gymnasialgebäude statt, wo auch die physikalische Sammlung, deren Apparate, laut

Ministerialerlass vom Juni 1831, zur Hälfte Eigenthum des Gymnasiums waren, noch immer untergebracht blieb; ebenso behielt Eisenlohr seine Wohnung beim Kabinet also im Gymnasium bei.

So ganz ohne jeden Kampf ging es übrigens bei all diesen Neuerungen denn doch nicht ab. Eisenlohr hatte wohl keine sehr ausgebildete Ader, den Segen bureaukratischer Einrichtungen und Massnahmen nach Gebühr zu schätzen, und war deshalb für die verschiedenen Monita der Oberrechnungskammer, die sich gleich an seine ersten Rechnungsablagen knüpften, nur recht wenig empfänglich. So antwortete er auf eine solche Einwendung kurz und barsch: „Wer rechnen kann, wird finden, dass 47 Thaler 25 Sgr., der Thaler zu 1 fl. 45 xr. gerechnet, 53 fl. und 42 xr. machen und nicht $2\frac{1}{2}$ xr. weniger!“ — Und auch für ein doch gewiss nur zu berechtigtes Monitum wie das: warum das Porto für ein, nicht für das Institut bestimmtes Reisezeug, das einer grösseren Sendung Kupferdraht beige packt war, bei der Rechnungslegung nicht entsprechend den Gewichtsverhältnissen in Abzug gebracht sei, hatte er nur unfreundliche Worte. Jedoch er oder die Oberrechnungskammer besserte sich, denn schon von 1844 an finden sich keine materiellen, sondern nur noch formelle Erinnerungen an seiner Rechnungsablage seitens der subtilen Behörde.

Länger währte der Kampf mit dem Direktor des Lyceums, der durch die Benutzung der Aula als physikalischer Hörsaal des Polytechnikums heraufbeschworen wurde. In den ersten Jahren, als die Zahl des Schüler verhältnissmässig gering, Eisenlohr selbst jünger und wohl auch noch fester aufzutreten im Stande war, dazu als Lehrer, auch am Lyceum, dem Direktor desselben bis zu einem gewissen Grade unterstand und der alternde Schulmonarch, damals der 70 jährige Karl Friedrich Vierort, auch hie und da einmal wohl durch die Finger sehen mochte, ging es noch; als aber um das Jahr 1860 das Direktorat des Lyceums mit Christian Friedrich Gockel neu besetzt wurde, der wohl auch von seiner Thätigkeit als Lehrer am Grossh. Kadetten-Institut an strengere Disziplin gewöhnt war, mehrten sich die Konflikte und der Direktor forderte, da, wie sich der gepriesene

Pfleger der deutschen Sprache etwas pathetisch ausdrückt, die Studenten „die anerkannte Bestimmungen des Gastrechtes und die Ordnung des Hauses in dem sie aufgenommen missachten und stören“. Eisenlohr mit seinen Gesellen sollé das Haus verlassen. Das aber war durchaus nicht nach dessen Sinne.

Die Uebelthaten, mit denen die Studenten den erzürnten Pädagogen immer von neuem reizten, waren ächte Dumme-
jungenstreiche: sie spielten vor dem Beginn der Vorlesung lustige Weisen auf der in der Aula aufgestellten Orgel, ver-
höhnten den Schuldiener als er es ihnen verwehren wollte, rauchten in den geheiligten Räumen des Lyceums und weigerten sich, den Lehrern, die sie ja nun, wie sie meinten, gottlob, nichts mehr angingen, den verlangten Respekt, was alles den sonst so hochmögenden Alleinherrscher, umsomehr da er ganz machtlos dagegen war, nicht wenig in Harnisch brachte.

Eisenlohr fasste seinerseits die Sache ruhiger und weniger tragisch auf, drehte aber als kluger Mann zugleich in seiner Antwort den Spiess um. Die Kindereien tadelte er und verwies sie seinen Schülern, über die übrigens, wie er betonte, seitens des frühern Direktors seit vier Jahren keine Klage mehr laut geworden sei; dass man ihm aber das Gastrecht künden wolle, dass man von ihm verlange, er solle sich eine andere Unterkunft suchen, wo man doch genau wisse, es sei keine vorhanden, das müsse er als eine direkte Beleidigung auffassen; das Lyceum solle sich im Gegentheil freuen, wenn es Gelegenheit habe, einer anderen aufblühenden Anstalt Raum zu gewähren! —

Bei so diametral entgegengesetzten Ansichten war natürlich an eine Einigung nicht zu denken, und wenn in Zukunft bedenklichere Zusammenstösse vermieden wurden, so lag das wohl hauptsächlich daran, dass man immer ernstlicher daran ging, der Physik ein eigenes Heim zu gründen, was denn auch thatsächlich noch unter der Direktion Gockel's erfolgte.

Noch schwerer und tiefgehend war der Zerfall mit Klauprecht, der vom Jahre 1848 bis 1857 das Direktions-
scepter der Polytechnischen Schule schwang.

Das, was dieser zunächst an Eisenlohr als „lebhaftes

Temperament“ geschätzt hatte, erschien ihm nun, da es gegen ihn zur Geltung kam, in ganz anderem Lichte, und, unterstützt durch die Unbefangenheit völliger Sachkenntnis, weigerte er sein plâcet auch dessen berechtigtesten Forderungen. Dagegen erhebt dann Eisenlohr wiederum, und gewiss nicht immer leisen, sondern zweifellos mit einigem Stimm-aufwand vorgetragenen Widerspruch und sucht, über den Kopf des Direktors hinweg, direkt beim Ministerium sich Hilfe zu verschaffen. Darauf antwortet Klauprecht z. B. unter dem 10. Jänner 1856 in folgenden Tönen: „Wenn nun derselbe (Eisenlohr) eine Denunziation wegen Verweigerung von Unterrichtsmitteln einreicht, so muss man solches eines Theils seinem turbulenten, unbesonnenen Wesen, anderen Theils einer sich überschätzenden Anmassung und gänzlicher Misskennung des Standpunktes und Bedeutung der praktischen Physik und deren Verhältniss zu den übrigen Lehrgegenständen und Mitteln der Anstalt zuschreiben“. Und kurz darauf befindet er: „Bei einem so geringen Masse von Unterricht würde selbst bei einiger Verlegenheit jeder fleissige und thätige Lehrer sich zu helfen wissen“.

Und dergleichen wird von einem Manne behauptet, der als mehr denn 63jähriger seinem Freunde, zu dem er noch in der letzten Ferienwoche auf ein oder zwei Tage reisen möchte, schreibt: „Also tröste ich mich mit Weihnachten, wo ich Dich unfehlbar erwarte. Ich gestehe Dir, dass mich auch mein Gewissen hier festhält. „Willst du denn ein solcher Strolch werden?“ sagt das Gewissen. „Aber noch ein paar Tage bei dem lieben Freund zu plaudern wäre gar zu schön“, sagt der Leichtsinn. „Aber am Montag fängt die Schule an und der Bericht ist noch nicht fertig“, sagt das Gewissen. „Der Teufel hole das Gewissen“, sage ich, weil es stärker ist — —“.

Wird also hier von dem aufbrachten Direktor sein Fleiss bemängelt, so wird in einem Schreiben vom Mai des gleichen Jahres auch noch seine Lehrbefähigung in Zweifel gezogen. Klauprecht schreibt: „und kann er für 14 junge Leute den Unterricht in seinem Laboratorium nicht arrangiren und leiten für zwei einzige theilweise Nachmittage, so muss der Zweifel vieler Kollegen sich

steigern und Raum gewinnen, dass derselbe nicht im Stande ist, ein Laboratorium einzurichten und zu führen“. Ja zuletzt bittet der Entrüstete beim Ministerium des Innern: „um eine entschiedene Zurechtweisung des Quäralanten als einer durchaus nothwendigen Genugthuung“.

Zu einer so unglaublichen Verblendung war der an sich tüchtige Forstmann durch die völlige Verkennung seiner thatsächlichen Urtheilsfähigkeit über die Art und nothwendigen Forderungen des physikalischen Unterrichts gelangt. Bald nach diesen letzten Auslassungen legte Klauprecht das Direktorat nieder und mit dem Amtsantritt seines Nachfolgers Ferdinand Redtenbacher hörte sofort jede Differenz mit Eisenlohr, wenigstens zunächst, auf.

Im Ganzen ist, das muss gesagt werden, Eisenlohr über diesen Kampf leichter hinweggekommen als man zunächst hätte glauben sollen, wenn er auch keineswegs ganz spurlos an ihm vorüberging; schreibt er doch unter dem 25. Dezember 1856 an Liebig: „Ihr günstiges Urtheil über mein Buch (es war damals gerade die siebente Auflage des Lehrbuches erschienen) hat mich zu einer Zeit getroffen, wo ich einer äusseren Anerkennung sehr bedurfte“. Aber einmal war in den Anschuldigungen die Farbe denn doch etwas gar zu dick aufgetragen, um völlig Ernst genommen werden zu können, dann bewilligte das Ministerium ihm trotzdem seine Forderungen, soweit sie berechtigt waren, und alle wie z. B. die, dass das physikalische Praktikum unbedingt an einem Vormittag abgehalten werden müsse, waren das in der That nicht, und endlich hatte er das besondere Glück, dass gerade damals Seine Königliche Hoheit der Grossherzog Friedrich des öftern, auch in Gesellschaft seiner jugendlichen Gemahlin, ihm die hohe Ehre erwies, ihn in seinem Kabinet aufzusuchen. Dieses Allerhöchste Vertrauen und Wohlwollen in und für den so heftig angefeindeten Mann, das auch in der kurz darauf erfolgten Verleihung des Ordens vom Zähringer Löwen einen äusseren sichtbaren Ausdruck fand, und das durch die im September 1857 erfolgte Wahl zum ersten Vorsitzenden der im nächsten Jahr in Karlsruhe abzuhaltenden Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in besonders schöner Weise von den Fachgenossen aufgenommen

wurde, hat denn auch zu des Ausgezeichneten hellster und aufrichtigster Freude bis an sein Lebensende angehalten und ihm noch manches Mal über Schwierigkeiten und Hemmnisse, über Kümernisse und Bitterkeiten hinweggeholfen; denn noch sein schwerster Kampf stand ihm bevor; es war das der Bau des neuen physikalischen Kabinetts, die Transferirung der alten Apparate in das neue Gebäude und die Auseinandersetzung bezüglich der Eigenthumsrechte derselben zwischen Polytechnikum und Gymnasium.

Die alten Verhältnisse waren nicht mehr haltbar. Die Entfernung zwischen dem Lyceum, in dem die Physik ihren Sitz hatte und dem Polytechnikum, war bei der mehr als $\frac{1}{4}$ der Gesammtheit betragenden Zahl der Physik-Hörer zu gross, um ohne Nachtheil für den Unterricht zu bleiben, dem Lyceum selbst war zudem, wie wir schon sahen, die Physik ein unbequemer Gast, und so war denn der Umzug unvermeidlich und beschlossene Sache. Eisenlohr, auf langer und gereifter Erfahrung bauend, präcisirte seine Forderungen fand aber zunächst bei dem Direktorium des Polytechnikums keine Unterstützung, und als er auf seinen Forderungen, bestand, wurde, um auch im Lehrerkollegium gegen ihn Stimmung zu machen, das Gerücht verbreitet, er wolle überhaupt nicht umziehen, und so fing man denn an zu bauen ohne auf den, der doch allein massgebend war, auch nur zu hören oder ihm die Pläne zur Begutachtung vorzulegen, und wenn man das einmal that, so baute man nachher doch so wie man wollte, unbekümmert um das, was man früher zugesagt hatte. Das entrüstete, und mit vollem Recht, den erfahrenen Mann auf das Tiefste, und so schreibt er dann unter dem 19. März 1862 an seinen Freund Schönbein in Basel. . . . „als ich gestern zum ersten Male in meinem Leben mich bei ihm (dem Grossherzog) beschwerte. . . Man hat mich förmlich wegen des Neubaus zuerst belogen, indem der Referent mir versprach, der von mir vorgeschlagene und der von Redtenbacher entworfene Plan sollten durch eine Kommission von Sachverständigen in meiner Gegenwart geprüft werden und dann erst die Entscheidung erfolgen. Dies that man, um mich auf die Seite zu bringen und genehmigte Redtenbacher's Plan mit den Verbesserungen,

die ich in eventum gemacht. Darauf beginnt der Bau und ohne mir ein Wort zu sagen kehrt man betrügerischer Weise zum ungeschicktesten Plan um und baute wie man wollte, so dass selbst der Minister hintergangen ist. — Natürlich habe ich nun erst Herrn Lamey und dann dem Grossherzog erklärt, dass ich unter diesen Umständen nicht umziehe mit dem Kabinet, da es besser bleibt, wo es ist und wenn man mich nöthigen will, durchblicken lassen, dass ich meine Pension verlange. Der Grossherzog“, heisst es weiter, „war sehr bestürzt, aber ich habe ihm über die bürokratische Wirthschaft an unserer Schule so klaren Wein eingeschenkt, dass er weiss wie es steht. Seitdem ist die alte Ruhe und Heiterkeit ziemlich wieder in mich zurückgekehrt, aber Du kannst Dir denken, wie schwer es mir ward, einen Mann anzuklagen, den ich früher für meinen Freund hielt und der es nie war, weil er für wahre Freundschaft keinen Sinn hat. Der Herr Lamey hatte gleich nach mir dem Grossherzoglichen Hofe zu berichten und hat mir in der Hauptsache schon recht gegeben“. — Der Freund, über dessen Untreue er sich beklagt, war Friedrich Redtenbacher, mit dem er früher im engen Verkehr gestanden hatte, dem er sich aber nun mehr und mehr entfremdete, wenn er auch immer noch für ihn wärmer empfand; so heisst es darum auch am 21. Juni des gleichen Jahres wieder an Schönbein: „Seitdem gibts täglich Scenen wegen Redtenbacher's halber Tollheit. Er erlaubt sich geradezu Alles und ich gehe deshalb in keine Konferenz mehr um nicht mit ihm zu kollidiren“. Bald darauf legte Redtenbacher kranklichkeitshalber sein Amt als Direktor des Polytechnikums nieder, und Eisenlohr übernahm dann provisorisch seine Nachfolge bis zum 7. Februar 1863. Als man am 18. April den genialen Techniker zur ewigen Ruhe bestattete, schreibt Eisenlohr: „Redtenbacher's Leichenfeier hat mich ernster als sonst gestimmt. Die Sektion hat den furchtbarsten Magenkrebs als Ursache erwiesen. So ist seine Krankheit und sein reizbares Wesen erklärt. Sanft ruhe seine Asche“.

Kurz vorher war der bekannte Nationalökonom Karl Knies zum Direktor des badischen Oberschulrathes ernannt.

worden, eine Persönlichkeit, mit der sich Eisenlohr nun auch gar nicht zu stellen vermochte, und die er immer, sei es mit Recht oder Unrecht, als seinen Hauptfeind ansah.

So klagt er seinem Freund am 23. November: „Ich war körperlich und geistig verstimmt und hatte auch Ursache dazu; aber man muss Eins in's Andere rechnen und damit ist für einen alten Kerl wie mich immer noch genug übrig um zufrieden zu sein. Das jetzige Ministerium verfährt gegen Alle, die nicht zur Partei gehören mit der grössten Rücksichtslosigkeit. So hat Herr Knies an mich einen Befehl erwirkt, ich solle von Ostern an unfehlbar im Polytechnikum meine Vorlesungen halten und die Direktion beauftragt darüber zu wachen, dass es geschieht, ohne Kenntniss des besonderen Verhältnisses, dass das Kabinet zur Hälfte dem Lyceum gehört, dass dort keine Wohnung für den Physiker ist, dass noch gar keine Einrichtung getroffen ist, und diese wenigstens ein Jahr Zeit braucht u. s. w. Ich habe darauf dem Grossherzog eine lange Schrift eingereicht, in welcher der ganze Unsinn mit dem Neubau, die ganze auffallende Unkenntniss der historischen Verhältnisse des Kabinetts, und die Plumpheit dieser liberalen Tyrannen auseinandergesetzt ist und gebeten, es beim Alten zu lassen; in keinem Fall aber mich in den Neubau zur neuen Einrichtung zu beordern, da ich diese nicht übernehmen könne; d. h. mich, eher pensioniren lassen würde. — Nachdem ich ihm vor zehn Tagen mehrere Sachen, Bücher u. s. w. zum Theil im Auftrag von Andern überbrachté, wollte ich ihm diese Schrift selbst übergeben; brachte es aber nicht über mich weil er so überaus heiter und freundschaftlich war. Ich sagte ihm also nur zwei Worte und sandte ihm noch am nämlichen Tage die Schrift“.

Ende Jänner des folgenden Jahres hat er dann Antwort erhalten und schreibt darüber an Schönbein am 8. Februar 1864: „Auf meinen Protest ist vor acht Tagen die schlimme Resolution erfolgt, das physikalische Kabinet soll zwischen Lyceum und Polytechnikum, grössten Theils zu Gunsten des letzteren, getheilt werden und ich selbst soll die Zerreiung meines Kindes vornehmen. Unter der Hand erfuhr ich, dass ich aber wohnen bleiben und nur den Unterricht im Poly-

technikum geben solle. Ich bin einige Tage nachher zu Lamey gegangen und habe um meine Pensionirung gebeten, weil ich das nicht könne, aber in Frieden zu scheiden mein Wunsch sei. Noch ist nichts erfolgt; aber nun wird wenigstens auf die Transferirung auch nicht mehr gedrängt. Lamey fand meine Gründe billig und ich bin fest entschlossen, mich der Zerreißung des Kabinetts nicht zu unterziehen. Meine Ehre gestattet dies nicht und ich bin zudem ungewiss, was besser für mich ist, noch ein paar Jahre so fortmachen wie bisher oder jetzt schon Ruhe und Freiheit“.

Diese Stille währte aber nur bis zum Ende des Wintersemesters, dann schreibt er wieder am 24. März 1864 dem Baseler Freunde: „ . . . nun habe ich neuen Kampf wegen der Transferirung des Kabinetts, und dieser wird wahrscheinlich entscheidend sein. Mein Grundsatz ist dabei, in Frieden zu scheiden, da mir nicht ansteht Spektakel zu machen, obgleich ich damit vielleicht mehr ausrichtete. Ich habe deshalb eine Erklärung, in der das Gesuch um Pensionirung liegt, schriftlich aufgesetzt und diese Herrn Lamey zur Durchsicht gegeben, damit mir Niemand Vorwürfe über den Ton und den Inhalt machen kann. Er hat dies gut angenommen; aber ich merke an Allem, dass man ungern an meine Pensionirung geht. In der glücklichen Lage, dass ich nicht viel zu verlieren habe und mir durch selbst erworbene Mittel noch genug zum Leben übrig bleibt, warte ich ruhig ab, was die Herren über mich beschliessen werden. Dem Grossherzog sage ich nichts, obgleich er sehr freundlich gegen mich ist. Ich mag seine Hilfe nicht mehr ansprechen, da er sich hat bereden lassen, die Zerreißung des Kabinetts zu beschliessen“.

In den folgenden Osterferien hatte Eisenlohr eine längst geplante Reise nach Italien, wozu ihm die Ferien durch Urlaub, trotz der wenig warmen Empfehlung der Direktion, verlängert waren, ausgeführt und fand, als er zurückkam, die Situation entschieden zu seinen Gunsten verändert, wie er glaubte, weil man Herrn Knies jetzt „erkannt“ hätte, und so kann er denn am 14. Juni an Schönbein melden: „Mein Kampf mit dem Ministerium ist wie es scheint zu Ende. Herr Lamey hat mir gegen die

Pensionirung Vorstellungen gemacht und mir freundlich die Hand zur Fortsetzung meiner Funktionen geboten, indem er mir zusicherte, dass ich bei dereinstiger Pensionirung von meiner jetzigen Besoldung nichts verliere. Ich ziehe also hinüber und habe Zeit dazu bis Frühjahr um die Instrumente zu transferiren. . . . Nun will ich denn schon noch ein paar Jährchen mitmachen bis mich auch Freund Hein oder ein schlimmerer Besuch aus meinem Wirkungskreise abrufft“.

Vier Wochen später kann er dann dem Freunde mittheilen: „Von der Transferirung, die ich endlich zugesagt, wenn Mehreres vorher eingerichtet was nöthig ist, höre ich gar nichts mehr seit fünf Wochen. Das deutet auf Nachsicht oder Einsicht“. Und in seinem ersten Brief im neuen Jahr kann er dann wirklich Viktoria blasen. Er schreibt am 29. Januar: „Auch mir und meinem alten Gedanken-Mistbeet geht es Gott sei Dank! besser; aber ich habe viel zu thun um wenigens zu leisten. . . . auch hat der Kampf wegen des Kabinetts mir wieder zu thun gemacht, aber ich kann mich nur freuen, dass ich nun in der Hauptsache gesiegt, indem der Vorschlag des Ministeriums dahin lautet, das Kabinet ungetheilt dem Polytechnikum zu übergeben und das Lyceum mit Geld zu entschädigen. Da fällt mein Hauptkummer weg und ich kann eher zusehen. Unterdessen hat mein Hauptfeind der Herr Knies vulgo Theseus von dem Staatsministerium verschiedene unangenehme Winke erhalten“.

Von seinen Siegen war er aber doch ermüdet, denn, seinen Abschied zu nehmen war er nun fest entschlossen; und so schreibt er am 13. April an Schönbein, er befinde sich wohl, obgleich mit der Direktion in Händeln und nun auf dem Wege zur gänzlichen Unabhängigkeit; und am 11. Juni heisst es: „Seitdem habe ich meinen Umzug fortgesetzt und mich abgeplagt zu begreifen, wie der K. (nies) noch da sein kann, während an meiner Pensionirung doch kein Zweifel mehr ist. Sie wird erst am Ende des Schuljahres publik gemacht. Inzwischen will ich noch recht musterhaft schulmeistern, damit ich in gutem Andenken bleibe“.

Doch auch das Semester neigte sich zu Ende und am

10. Juli 1865 kann er Schönbein zu seinem Abschied einladen mit den Worten:

„Liebes, altes, treues Haus!

Am Donnerstag wird Deinem Schildknappen von dem Polytechnikum ein grosses Fest: 1. Dankrede in der Aula, 2. Ueberreichung einer Gedenktafel, 3. Fackelzug, 4. grosser Commers, gegeben“.

Damit schloss nach 25jähriger Thätigkeit am Polytechnikum und 46 Jahren Staatsdienst Eisenlohr als Sechsendsechzigjähriger seine amtliche Laufbahn.

Ein Glossarium zu den obigen Briefen bilden die in den Akten des physikalischen Instituts niedergelegten Schreiben des Direktorats an Eisenlohr und seine Antworten; man gewinnt aus denselben in der That den Eindruck, als ob die ihm direkt vorgesetzte Behörde sich nicht immer ganz frei von auf persönliche Abneigung diktierten Massnahmen hätte halten können, die dann durch die weiterblickende Oberbehörde rektifizirt werden mussten. Was soll man z. B. dazu sagen, wenn das Direktorium ihm vorhält, er betreibe sein Amt lässig und versäume Unterrichtsstunden, weil der mehr denn 60jährige, durch ein Familienfest von Karlsruhe abberufen, mangelnder Bahnverbindung wegen, die erste Morgenstunde versäumt, während er doch die zweite wieder abhält, oder wenn man den auf der Ferienreise in der Schweiz Befindlichen einfach zurück beordert, damit er die Uebersiedlung des Kabinetts vornehme, die man sich etwa so vorstellt wie einen bürgerlichen Umzug, den jeder beliebige Packträger vorzunehmen im Stande ist.

Wahrlich, hätte Eisenlohr nicht an seinem Fürsten und dessen ersten Räten den festen Halt gehabt, er wäre sehr zum Nachtheil der Anstalt, an der er wirkte, wohl längst den kleinlichen Ränken eines geistlosen Bürokratismus aus dem Wege gegangen.

Nach dem Gesagten ist es klar, dass wenn wir, um eine Vorstellung von Eisenlohr's Thun und Lassen zu gewinnen, allein aus den officiellen Akten des Polytechnikums, die nicht selten Klageschriften über ihn sind, schöpfen wollten, wir zweifellos zu einem völlig entstellten Bilde ge-

langen würden, und so erscheint denn die Frage berechtigt: Wie erklärt sich diese auffallende Erscheinung?

Zum Theil tragen daran zweifellos die eigenartigen und dabei auch rechtlich unklaren Verhältnisse seiner Stellung zum Polytechnikum schuld. Da ist Eisenlohr Professor am Lyceum und zwar im Hauptamt, und doch nimmt seine Thätigkeit an der Polytechnischen Schule Zeit und Kraft in ganz anderem Masse in Anspruch, als die am Lyceum; weiter: er allein von allen Professoren lehrt nicht im Polytechnikum selbst, sondern hat sein Auditorium, sein Lehrmaterial, über dessen rechtlichen Besitz auch keine Klarheit herrscht, ja seine Amtswohnung in einem andern, weit vom Polytechnikum entfernten staatlichen Gebäude. Dies gibt ihm, dem Direktorat wie den Kollegen gegenüber eine freiere, unabhängigere Stellung, die offenbar durch seinen selbständigen Charakter nicht herabgemindert wird. Dazu tritt noch, dass man sich seitens der Lehrgenossen Eisenlohr's über die Wichtigkeit der Physik, als Unterrichtsgegenstand auch für die technischen Schulen, durchaus nicht klar ist.

Die Physik ist, wie dies Herr Hofrath Lehmann mit vollem Recht betont hat, neben der Mathematik so ziemlich die einzige rein wissenschaftliche Disziplin an den, den angewandten Wissenschaften gewidmeten, polytechnischen Schulen. Dies gibt ihr an sich schon eine Sonderstellung, und sie wird dadurch leicht als eine nur halb dahin gehörige Wissenschaft betrachtet. Andererseits ist sie aber zweifellos die Grundlage alles technischen Wissens und Könnens, die ohne physikalischen Unterbau überhaupt nicht zu bestehen vermöchten. In dieser Zwitterstellung liegen schon die Keime zu Konflikten aller Art, die sicher in's Kraut schiessen werden, wenn, wie das bei Eisenlohr der Fall war, der Vertreter der Physik, von der Wichtigkeit seines Faches voll überzeugt, ihr mit einer gewissen Rücksichtslosigkeit erst einen auch nur gleichberechtigten Platz neben den anderen Schwestern erzwingen muss, und dabei, statt auf verständnisvolles Entgegenkommen, auf Mangel an Verständniss, wie das im Falle Klauprecht¹ und wohl auch

¹ Eine hübsche Illustration zu Klauprecht's Unbefangenheit, liefert die Begründung seiner Ablehnung, die Beschaffung der Mittel

auf damit gepaartes persönliches Uebelwollen, wie das später der Fall war, stösst. So erscheint denn Eisenlohr in den Akten als eine Art Störenfried, der seinerseits die Stellung der Physik völlig verkennt, der immer mehr Hilfsmittel beansprucht, weil er, wie die Kollegen zu meinen vorgeben, aus mangelndem Lehr- und Dispositionstalent mit den vorhandenen Mitteln nicht ausreicht, während er doch mit kaum einer Ausnahme, nur das für den gedeihlichen Unterricht unbedingt Nöthige fordert.

Zuweilen spielen dann auch offenbare Missverständnisse eine Rolle, wie der lange Kampf mit Hochstetter um den Balkon am Hörsaal, unter dem der Direktor, der seines Zeichens Architekt war, offenbar einen Söller versteht, während es sich nur um ein Konsol für den Heliostaten handelt: denn ohne diese Annahme wäre die Weigerung des nothwendigen Requisites doch völlig unverständlich.

Unter den Wünschen, denen Eisenlohr bei dem Neubau eines physikalischen Institutes leider vergeblich Geltung zu verschaffen suchte, war auch der nach einer geräumigen Aula wie wir eine solche in Basel, im grossen Hörsaal des Bernoulliaums, besitzen, in welcher er vor einem grösseren Publikum populäre Vorträge aus dem Gebiet seiner Wissenschaft hätte halten können, denn in solchen Vorträgen sah er mit vollem Recht ein eminentes Bildungsmittel für die weiteren Schichten der Bevölkerung. Man hat für solche

zum Ankauf eines Ruhmkorffschen Induktionsapparates, zu befürworten; die nach Lehmann folgendermaassen lautet: „Vom Standpunkte der Schule aus kann man sich unmöglich für die Anschaffung eines kostspieligen Apparates aussprechen, der weiter nichts als ein glänzendes Phänomen verspricht. Die Zwecke der Schule glaubt der Direktor vorausstellen zu müssen und diese erfordern keineswegs eine immerwährende Voraugenstellung aller möglichen Erscheinungen, sie fordern im Gegentheil eine sehr beschränkte Zahl von wohlgeählten und mit aller Präzision hingestellten Erscheinungen, weil nur auf diese Weise eine über die Zeit des Schulbesuches hinausreichende wissenschaftliche Grundlage gelegt werden kann, und es ist die subjektive Ansicht des Unterzeichneten, dass in den Vorträgen der Experimentalwissenschaften heutzutage bei weitem mehr experimentirt wird, als für die wahre gründliche Pflege der Wissenschaft erspriesslich ist.“
Klauprecht war Forstmann!!!

Bestrebungen neuerer Zeit das Fremdwort „University Extension“ eingeführt und freut sich, als guter Deutscher, diese Einrichtung vom Auslande aufnehmen zu können und die Sprache mit einem neuen Fremdwort zu bereichern, aber, wie gesagt, nur der Name ist neu, die Sache selbst ist alt und sicher kann Karlsruhe den Ruhm für sich in Anspruch nehmen, die erste Stadt in Deutschland und, neben Paris, sogar die erste Stadt auf dem Kontinent zu sein, in der populäre Kurse, wenigstens solche aus dem Gebiet der Physik, abgehalten wurden.

Wie wir wissen, sollte das durch die Munificenz des badischen Fürstenhauses so glänzend ausgestattete Grossh. physikalische Kabinet, das vor 125 Jahren im Hause Arkadenzirkel 9 untergebracht war und schon über 200 Nummern umfasste, der allgemeinen Benützung offen stehen. Um diesem Zwecke in geeignetster Weise gerecht zu werden, hatte nun der damalige Vorsteher desselben, Johann Lorenz Boeckmann, auf allerhöchste Veranlassung sich im Jahre 1776 entschlossen, damit es „keinem Stande, keinem Alter, keinem Geschlechte an Gelegenheit fehlen möge die Natur in ihren erhabenen Wirkungen und Geheimnissen zu belauschen, freie Vorträge über die gesammte versuchende Naturlehre zu eröffnen“. Die Vorträge begannen am Freitag den 16. Jänner 1776, also heute vor 123 Jahren, mit einer Vorlesung über die Erklärung des Weltbaues und wurden allfreitäglich Nachmittags von 3 bis 5 Uhr gehalten.¹ Wie lange diese populären Kurse fortgesetzt wurden, ist wohl nicht mehr ganz mit Sicherheit festzustellen, die kriegerischen Ereignisse, die das Ende des vorigen und den Beginn unseres Jahrhunderts bewegten, mögen nicht gerade förderlich auf derartige Unternehmungen gewirkt haben; immerhin wissen wir, dass der Erbgrossherzog Karl, der mit seinem erlauchten Vorgänger Karl Friedrich die Vorliebe für die Physik theilte, sich im Jahre 1808 von

¹ Diese frühe Stunde ist eine hübsche Illustration zu dem Mangel an geeigneten Beleuchtungsmitteln zu jener Zeit. Tempora mutantur! Wer könnte heute um die Stunde auf Besuch bei öffentlichen Vorlesungen rechnen! Das Volk in Basel isst noch heute um 4 Uhr „z'Obe“ (zu Abend) und um 6 Uhr „zur Nacht“! —

Boekmann dem Jüngeren Vorträge über Physik halten liess. Dass unter Boekmann's Nachfolger diese freiwillige Thätigkeit unterblieb, bedarf einer besonderen Erwähnung wohl nicht.

Erst mit Eisenlohr's Uebersiedlung nach Karlsruhe gab es auch hier wieder neues Leben. Von Alexander Braun, dem berühmten Botaniker, und Friedrich August Walchner, dem Chemiker und Geognosten, wurden am 16. November 1840 eine Anzahl von Lehrern und Freunden der Naturwissenschaften zusammengerufen und beschlossen, einen Verein für naturwissenschaftliche Mittheilungen zu gründen; unter den zehn Eingeladenen befand sich auch Wilhelm Eisenlohr. Der neue Verein, der alle 14 Tage Montags seine Sitzungen halten sollte, trat in's Leben und erfreute sich stetigen Wachstums, so dass man an festere Formen denken musste und am 1. Dezember 1846 Braun, und, nach dessen Uebersiedlung nach Freiburg im Jahre 1846, Eisenlohr zum Präsidenten des inzwischen auf über 50 Mitglieder angewachsenen Vereins, berief. Die Stürme der Jahre 1848 bis 49 unterbrachen auch hier die gedeihliche Entwicklung, und erst mit dem Beginn der fünfziger Jahre wieder fanden sich eine Anzahl der früheren Freunde, immer unter Eisenlohr's Leitung, zu vertraulichen Sitzungen zusammen.

Im Jahre 1858 tagte die 34. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in Karlsruhe, an der Seine Königliche Hoheit der Grossherzog, wie auch Ihre Königliche Hoheit die Frau Grossherzogin, den lebhaftesten Antheil nahmen, unter dem Vorsitz von Eisenlohr, als ersten, und Medizinalrath Dr. R. Volz als zweiten Geschäftsführer. Das Interesse, das die Grossherzoglichen Herrschaften an der Versammlung nahmen, war nicht nur ein oberflächliches, sondern entsprang der klaren Erkenntniss von der Wichtigkeit naturwissenschaftlicher Forschung, und so sprach Seine Königliche Hoheit nach der Versammlung Eisenlohr den Wunsch aus „es möchten auch in Zukunft in Karlsruhe derartige Vorträge gehalten werden die einem grösseren Kreis von Zuhörern die Resultate der wissenschaftlichen Forschung bekannt machen“.

Der Wunsch seines Fürsten wurde von Eisenlohr mit

Begeisterung aufgenommen, so dass ein „Verein für Wissenschaftliche Belehrung“ entstand, und noch im Dezember 1858 kann Eisenlohr an Schönbein schreiben: „Unterdessen habe ich auf Veranlassung des Grossherzogs einen Verein hier zu Stande gebracht, der bereits 15 Mitglieder hat, worunter Redtenbacher; Häusser, von Mohr, Sandberger, Schweig u. s. w. hier und in Heidelberg.

Willst Du auch beitreten? -- jedenfalls erhältst Du mit diesem die Statuten. Reisekosten werden ersetzt und ein Vortrag von Schönbein! — Hurrah! Wenn ich's dahin bringe, so werde ich sicher noch Geheimrath! —“

Sie wissen, hochwohlverehrte Anwesende, dass beides in Erfüllung gegangen ist, aber Sie werden nicht wissen, wie wörtlich dieser Traum sich erfüllt hat, ich kann es Ihnen verrathen. Donnerstag den 28. Dezember 1859 hatte Schönbein, auf Veranlassung des genannten Vereins, hier einen Vortrag gehalten, über dessen Erfolg und Folgen er seiner Frau und seinen Kindern am 30. nachstehende Mittheilung macht: „Ich will Euch nun zunächst vermelden, dass meine Vorlesung vorgestern vor etwa 500 Personen abgehalten wurde, unter welchen natürlich auch der Grossherzog sich befand; die Frau Grossherzogin konnte Unwohlseins wegen zu ihrem grössten Bedauern, wie mir der Grossherzog zu wiederholten Malen bemerkte, nicht kommen. Allem Anschein nach hat der Vortrag gefallen, wenigstens erhalte ich von allen Seiten darüber Glückwünsche. Mündlich Näheres darüber. Gestern Vormittag war ich längere Zeit beim Grossherzog allein und hatte mit ihm eine äusserst vertrauliche Unterredung, wovon ebenfalls mündlich das Einzelne. Freund Eisenlohr kam nachher zur Audienz und wurde vom Grossherzog natürlich zu nicht kleiner Ueberraschung, mit „Herr Geheimer Rath“ begrüsst. Ihr könnt Euch denken zu welchen humoristischen Bemerkungen diese Standes- oder Rangerhöhung später Anlass gab. Noch ist für die übrige Welt die Sache ein Geheimniss und erst Morgen wird Karlsruhe durch das Regierungsblatt davon in Kenntniss gesetzt, was nicht geringe Sensation machen wird.“

Der Beweis Allerhöchster Anerkennung, die für Eisenlohr in dieser Ernennung liegen musste, war für ihn ein

weiterer Sporn, dem Vereine seine Kräfte zu widmen; es gelang ihm in der That, die ausgezeichnetsten Kräfte für die Vorlesungen, die zehn Jahre hindurch in jedem Winter in Karlsruhe stattfanden, zu gewinnen. Häusser sprach hier über den Briefwechsel der vortrefflichen Elisabeth Charlotte von der Pfalz 1861, Jakob Burckhardt 1862 über die Geschichte Alt-Breisach's, 1863 hielt Helmholtz allein sechs Vorlesungen über die Resultate der Naturwissenschaften, dazu kamen, um nur die Auswärtigen zu nennen, neben vielen Anderen noch Bunsen, Kirchhoff, Ruhmkorff aus Paris, Peter Merian, Desor und nicht zuletzt Schönbein.

Es ist keine kleine Arbeit, die Eisenlohr da geleistet hat, alljährlich einen Kreis solcher Männer für das Abhalten populärer Vorlesungen zu gewinnen, aber es ist auch kein kleines Verdienst, was er sich damit um Karlsruhe und um die Verbreitung nützlicher und besonders naturwissenschaftlicher Kenntnisse erworben hat; und, dass er dafür nur Männer ersten Ranges heranzuziehen sich bestrebte, ist ein Beweis dafür, dass er klar erkannt hatte, nur die, die ihre Wissenschaft ganz beherrschen vermögen sie gemeinverständlich vorzutragen, und wirklich populäre Vorträge zu halten ist nur den Allerbesten gegeben.

Die Wintervorträge hatten denn auch einen ungewöhnlichen Erfolg, und mit ganz besonderem Stolz meldet er dem Baseler Freunde 1862: „Der Grossherzog hat nicht einen Vortrag versäumt“. Welchen Anklang die Vorlesungen in der Karlsruher Bürgerschaft fanden, erhellt am besten daraus, dass, als die ältere aus dem Jahre 1840 stammende Gesellschaft, nicht zum mindesten durch die Wintervorträge angeregt, sich am 9. April 1862 zu dem heute hier tagenden „Naturwissenschaftlichen Verein“, wiederum unter Eisenlohr's Leitung, umformte, der „Verein für Wissenschaftliche Belehrung“ demselben 2078 fl., die aus den Ueberschüssen gesammelt waren, als Eigenthum überweisen konnte.

Noch zehn Jahre, bis zum 9. April 1872, verblieb Eisenlohr Vorstand des neuen Vereins, und wie lebhaft er auch hier thätig war, zeigt, dass er, der bei der Gründung bereits Dreiundsechzigjährige noch durch 19 verschiedene

Mittheilungen und Vorträge aus den verschiedensten Gebieten der Physik die Sitzungen belebte. Seine letzte Mittheilung machte er am 13. Jänner 1871, über die luftleeren Räume im Quarz. Auch hier wurde er durch seinen Freund Schönbein unterstützt, der, Ehrenmitglied des Vereins seit 1863, in vier aufeinanderfolgenden Dezembersitzungen von 1862 bis 1865 über seine Arbeiten vortrug.

Die Freundschaft mit Schönbein, die Bekanntschaft wurde um das Jahr 1850 durch den Baseler Mediziner Professor Jung vermittelt, bildete nach dem Tode seiner Frau offenbar die Sonne an dem Abendhimmel von Eisenlohr's Leben und das um so mehr, als er sich mit seinem einzigen Sohne nicht verstand, ein Verhängniss, das den warmherzigen Mann schwer bedrückte. So warf er sich denn ganz dem Freunde in die Arme, belegte ihn in seinen Briefen mit den launigsten Kosenamen und plant, von Jahr zu Jahr, von Ferienzeit zu Ferienzeit, Zusammenkünfte, sei es allein, oder mit dessen Familie, auf die er mit gleicher Wärme seine Freundschaft überträgt. Da schreibt er 1857: „Kommen Sie über die Weihnachtsferien, wir wollen unser altes Ehestandsleben fortsetzen“. Und vier Monate später: „Die Freundschaft ist mein höchstes Glück und ich betrachte meine darin angelegten Kapitalien als ein Gut, welches mir höhere Zinsen trägt als irgend ein anderes“. 1859 heisst es: „Sei also nicht böse lieber, treuer Lebensgefährte. So stehst Du vor mir, so oft ich an Dich denke und ich glaube fast, dass es etwas gibt, was zwischen uns so nothwendig besteht, wie ein Naturgesetz“.

1862 schreibt er: „Ich lebe seit einigen Tage in Sorge um Dich wie eine Ehefrau, die ihrem Manne nie mit der Feuerzange in's Ohr gepfetzt hat“.

Der gleiche fröhliche Humor lacht aus der Antwort, die er Schönbein gibt, als dieser sich beklagt, dass er nun ein „alter Sechziger“ geworden sei. Da heisst es: „Sollte ich darum veranlasst sein Dir in Folge Deines am 18. Oktober erreichten Lebensalters ein Prädikat beilegen zu müssen, so würde ich mich eines rein physikalischen nach Umfang und Gewicht oder $\frac{g}{p}$ = Masse gebildeten bedienen, und Dich einen starken Sechziger nennen“.

Den Brief, in dem er den ihm gemeldeten Tod Jungs beklagt, schliesst er mit den schönen Worten: „Grüsse die lieben Deinigen herzlich von mir und sage ihnen, dass wir Alten uns nun nur um so lieber haben wollen, damit wir gleichsam dadurch länger beisammen sind“.

Ja, Eisenlohr war ein eigentlicher Virtuos im Genuss der Freundschaft. Als er im Oktober 1864 sich unwohl fühlte und infolge dessen in seine vier Wände eingeschlossen bleiben musste, tröstet er sich mit folgender Betrachtung: „Den rechten Genuss von Freunden, selbst wenn sie abwesend sind, hat man doch erst, wenn man so Tage lang auf der Nase liegt und nichts treiben kann oder mag. Da kommen sie dann an's Bett spazirt und man sieht bei halb geschlossenen Augen wie sie bald da einen freundlichen Empfang bereiten, bald dort eine gemüthliche Tischrede halten, wie sie bald durch unser Herz den Weg zu einem verborgenen Thürchen finden hinter dem alle Thorheiten und Schwächen verborgen sind, bald durch ihre geistige Anregung die besseren Eigenschaften wachrufen und zu neuem Leben anblasen. Ueberall sehe ich da meinen getreuen Kumpan aus dem vorigem Jahrhundert mit geschäftiger, schalkhafter Miene mich anblickend und da erwachen dann tausend angenehme Erinnerungen mit allen ihren Details und halten mich schadlos für die vorübergehende Entbehrung. So schliesse ich denn auch diese Epistel nicht anders, als wenn ich von Dir käme oder zu Dir ginge und bist Du nicht daheim, so sind's Deine Lieben und sie grüssen mich auch freundlich und ich sie, und wann Weihnachten kommt, so habe ich wieder ein Stück von Euch und hoffentlich auch zwei —“.

Die Zeit zwischen Weihnachten und Neujahr, also zu Eisenlohr's Geburtstag, war Schönbein's Hauptbesuchszeit in Karlsruhe, und Jahre hindurch hat der ausgezeichnete Gelehrte, originelle Denker, treffliche Gesellschafter und goldlautere Charakter durch sein Erscheinen nicht nur dem Freund, sondern auch nicht wenigen Karlsruhern eine Freude bereitet. — In welcher Weise er bei solcher Gelegenheit von den allerhöchsten Herrschaften ausgezeichnet wurde, haben wir ja schon gesehen, und werde ich noch Gelegenheit haben, nicht heut, wohl aber an anderer Stelle, mit herzlicher Freude zu schildern.

Schönbein's eigenthümlich gesellschaftliche Begabung hatte ihn auch in Basel zum Mittelpunkt verschiedener gesellschaftlicher Kreise gemacht, und besonders in der Nähe seiner Stammburg, jenem noch heute stehenden, jetzt Schulzwecken dienenden, weitläufigem Gebäude am rechten Rheinufer, in Klein-Basel, der sogenannten minderen Stadt, hatte er unter Rheinknechten und Bürgern, unter Handwerkern und Fabrikanten gleich gute Freunde, die ihm gern, nach des Tages Last und Mühen, am Wirthstisch in der Brauerei Zeller oder im Rothen Löwen, zuhörten. Aus diesen Kreisen hatte sich eine besonders muntre Schaar mit Peter Merian, dem berühmten Geologen, als Ehrenvorsitzenden, dem Staatsschreiber, späteren Regierungsrath Gottlieb Bischoff, als Präses, Metzgermeister Bienz, Gastwirth Gubler, Färber Müller-Pack, Dr. Münch, Kaufmann Bertsche-Schardt u. s. w., die sich Epulonen, d. h. Schmauser, nannten, gebildet,¹ und die, nicht unbedingte Anhänger der Enthaltbarkeit, sich dann und wann in Vögisheim am Fusse des Blauen dicht bei Müllheim, zu versammeln pflegten. In diese Gesellschaft wurde auch Eisenlohr durch Schönbein eingeführt, und bald war der witzige Gesellschafter so beliebt, dass ihn die Epulonen zu ihrem Ehrenmitglied ernannten, welche Würde ihm durch ein, ganz dem akademischen nachgebildetes, lateinisches Diplom, das ihm durch Metzgermeister Bienz feierlich überbracht wurde, mitgetheilt war. Das lustige Diplom, dessen Text ich unten folgen lasse², ist von

¹ Der Grundstock dieser Gesellschaft bestand aus dem bei der vierten Säkularfeier der Universität gebildeten Wirthschaftscomité, welches seine Aufgabe, für das leibliche Wohlergehen der Gäste zu sorgen, in einer über jedes Lob erhabenen Weise, gelöst hatte.

² QUOD BONUM FELIX FAUSTUMQUE SIT

EX PRIVILEGIIS

QUE ANNO MCCCCLX IN DUODECIMVIROS BACCHANALIBUS
SAECULARIBUS FACIUNDIS COLLATA SUNT

DECRETO SENATUS POPULIQUE REIPUBLICAE BASILIENSIS
ANNO MDCCCXXXV FIRMATIS

AUSPICIIS VIRI AMPLISSIMI ILLUSTRISSIMI

PETRI MERIAN

PHILOSOPHIAE DOCTORIS REIPUBLICAE SENATORIS
ACADEMIAE CANCELLARII

dem späteren Oberbibliothekar Dr. Ludwig Sieber verfasst, und in ganz unübertrefflicher Weise von Herrn Heinrich Bertsche-Schardt, der mit Herrn Müller-Pack der einzige heute noch Lebende der lustigen Gesellschaft ist, ausgeführt worden. Ein Exemplar desselben wird auf der Baseler Bibliothek aufbewahrt.

An dieser scherzhaften Ehrung hatte der fröhliche Mann ein ganz ausserordentliches Vergnügen. „Meine Freude „so schreibt er unter dem 10. November 1860“ wurde noch durch

HOC ANNO RECTORIS MAGNIFICI
IN IPSIS ACADEMIAE SACRIS SAECULARIBUS QUARTIS
EX DECRETO DUODECIMVIRORUM BACCHUM
ET CEREREM ADMINISTRANTIUM

EGO

THEOPHILUS EPISCOPIUS

I. U. D. reipublicae Basiliensis archicancellarius collegii epulonum
h. a. princeps a magistris honorandae societatis leonis insigne gerentis

GUILLELMUM EISENLOHR

**MEDICINAE DOCTOREM MAGNO DUCI BADARUM A CONSILIIS
INTIMIS**

IN SCHOLA POLYTECHNICA QUA CAROLISRUHA GAUDET
PHYSICES PROFESSOREM CLARISSIMUM

ingenio doctrina humanitate excellentem, facilitate hilaritate festivitate
conspicuum atque florentem, qui per quindecim lustra duce Dionyso, quem
victorem per orbem terrarum triumphantem secutus est, stipendia fecit
atque de solemnibus in academia Basiliensi nuper celebratis tanta perse-
verantia meruit, ut comite Schoenbeinio hospite suo postremus ab opiparo
epulo discederet et postero die doctorali philosophorum pileo indutus
expergisceretur

HONORIS CAUSA

**IN COLLEGIUM EPULONUM RECEPI EUMQUE SOCIUM NOSTRI COLLEGII
RITE AC LEGITIME CREAVI ET RENUNTIAVI EIQUE OMNIA
IURA HONORES ET PRIVILEGIA**

**QUAE HAC CUM DIGNITATE CONIUNCTA SUNT
CONTULI**

Cujus rei testes tradidi ei lemniscum ab epulonibus portari solitum
et, ut cum amicis animo recolat lautissimum epulum, duodecim misi lagenas
vini optimi in diversis margraviatus Badensis regionibus nati et vetustate
iam in speciem mellis redacti.

**IN PRAEMISSORUM TESTIMONIUM HAS LITTERAS SIGILLO
MUNITAS UNA CUM COLLEGIS MEIS SUBSCRIBI**

VIII IDUS SEPTEMBRES MDCCCLX

die Persönlichkeit des Herrn Bienz erhöht, der mit einer solchen Gemüthlichkeit seinen Auftrag vollzog, dass ich nicht wusste, wie ich meine wahre Stimmung mässigen könne, weil ich im Grunde ein weicher Sanguiniker bin, dem gar leicht das Herz überläuft.“ Und auch der Grossherzog und die Grossherzogin, die Beide, nach einer Vorlesung bei Eisenlohr, das Diplom zu sehen verlangten, hatten eine herzliche Freude an dem gelungenen Scherz. So knüpften sich die Bande mit Basel immer enger, und ein überaus intimer Verkehr fand hinüber und herüber statt. Eisenlohr's vielfaches Erscheinen in Basel hat Herr Rektor Fritz Burckhardt trefflich mit den Worten charakterisirt: „Er war in Basel nicht gerade ein Standvogel, aber ein Strichvogel“.

Alle diese Ereignisse gruppirten sich um das Jahr 1860, und Eisenlohr hatte selbst das Gefühl, als ob um diesen Termin sein Leben kulminiere; sagt er doch in seinen herrlichen Abschiedsworten an die versammelten Naturforscher ausdrücklich: „Er ringe und strebe, das ganze Bild der reichsten Zeit in seinem ganzen Leben noch einmal zu durchleben“.

1858 fand, wir wissen es schon, die Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte unter seinem Vorsitz statt, die, wie die Allgemeine Zeitung vom 25. September 1858 in Nr. 268 schrieb, „nach dem übereinstimmenden Urtheil aller, eine so grosse Zahl von Männern der Wissenschaft versammelt hatte, wie nie vorher in Deutschland, und deren Verlauf ein ebenso glänzender als glücklicher war.“ Zum Schluss derselben wurde dem ersten Vorsitzenden das Kommandeurkreuz des Ordens vom Zähringer Löwen verliehen, dessen Werth durch die mit ihm gleichzeitig Ausgezeichneten für ihn noch erhöht werden mochte, es waren das Liebig, Argelander, Desprez, der Präsident des Institut de France, Martius von München und Bunsen. Im gleichen Jahre ernannte ihn bei ihrem Jubiläum die Freiburger Hochschule zum Doctor Medicinæ h. c. und die Münchener Akademie der Wissenschaften zu ihrem korrespondirenden Mitglied. 1859 wurde ihm, wie wir sahen, die Ehre zu Theil, zum Geheimenrath II. Klasse ernannt zu werden. 1860 promovirte ihn die philosophische Fakultät der Baseler Universität bei ihrer vierten Säkularfeier zum Doctor h. c., eine Ehre, die, wie es im Protokoll der

Sitzungen vom 21. August 1860 heisst, „nur Männern zu Theil werden sollte, die durch anerkannte Leistungen in der Wissenschaft sich bereits einen Namen gesichert hätten“. Seine Kollegen waren damals: „Kopp-Luzern, Lindenschmidt-Mainz, Cherbuliez-Zürich, von Braun-Gotha und Desor-Neuenburg. Im gleichen Jahre wurde er in Königsberg in Preussen, wo damals die Naturforscher tagten, mit ausserordentlichsten Ehren und allgemeiner Freude empfangen und ihm zu Ehren dort die „Sektion Eisenlohr“ begründet.

Aber nicht nur Basel, wo Eisenlohr auch Mitglied des Schweizer Alpenklubs war, sah ihn oft, in der ganzen Schweiz, in der er fast regelmässig einen Theil des Sommers zubrachte; hatte er gute Freunde, so vor allem Pompejus Bolley in Zürich und Eduard Desor in Neuenburg.

Man hat über Desor manch hartes Urtheil gefällt und über seine wirklichen Verdienste streng zu Gericht gesessen, aber gleichgültig, welche Motive ihn bewogen, ein unbestreitbares Verdienst kommt ihm zu, dass er aus seinem Landgut Combe Varin ob dem Traversthal ein Tusculum schuf, in dem er den Gelehrten der verschiedensten Ländern eine Gastfreundschaft bot, wie sie auf dem Kontinent nur selten gefunden wird und in richtiger Erkennung der vermittelnden Stellung der Schweiz (Desor war übrigens Deutscher und kam als politischer Flüchtling in die Schweiz) nicht wenig dazu beitrug, den Vertretern der verschiedensten Nationen Gelegenheit zu geben, durch persönlichen Verkehr auf gleichsam neutralem Gebiete, Beziehungen anzuknüpfen, die der ganzen Welt zu nutze kamen. Wer, wie ich, den Briefwechsel des Gelehrten aus den Fünfziger und Sechziger Jahren einigermassen kennt, der wird erstaunt sein, wem alles Desor gastlich sein Heim öffnete, und in welcher geradezu antiken Weise dort Gastfreundschaft geübt wurde, auch wenn er selbst garnicht anwesend war, und wie gänzlich zwanglos man sich unter seinem Dache bewegte. Es ist eine stehende Frage unter den deutschen Gelehrten der Zeit, wenn die Gedanken sich auf die Ferienreise richteten, wer geht nach Combe Varin, wann treffen wir uns bei Desor? Und so den Besten seiner Zeit Gastfreundschaft bieten, ist doch auch

ein Verdienst! — Hier traf Eisenlohr ausser seinem Baseler Herzallerliebsten, mit den Dove, Vater und Sohn, mit Poggendorff, Liebig, Wöhler, Virchow, Chevallier, Garnier, Böley, Escher v. d. Linth, Fehling und Fraas; Studer, dem Reisenden Moritz Wagener, Peter und Rudolf Merian und wie sie alle geheissen haben mögen, zusammen, und hier, auf der Grenze deutschen und französischen Sprachgebietes, knüpften sich die Freundschaftsbande, die damals eine ganze Zahl deutscher und schweizerischer Gelehrten miteinander verbanden, und für die das Dioskurenpaar Eisenlohr-Schönbein, das unerreichte Beispiel blieb.

Mit dem Ende der Fünfziger Jahre machte sich in dem Briefwechsel der beiden Freunde, und da dieser in seiner Intimität zweifellos ein Spiegelbild von Eisenlohr's innerem Empfinden gibt, auch in seinem Leben ein neues Moment geltend. Die Wehen der gewaltigen Ereignisse, die Europa neu schufen, hoben an, und in seinem treuen, ächt deutsch empfindenden Gemüth erfüllten ihn Neuerungen und Wandlungen, mit denen er nicht mehr Schritt zu halten vermochte, mit Unbehagen. Schon einmal, im Jahre 1849, hat er sich in die Politik gemischt. Die damals aufgehetzte Bevölkerung, auch Karlsruhes, träumte von einer gemüthlichen Anarchie und liess sich allabendlich durch Aufwiegler neu über die zu erwartenden paradisischen Zustände belehren. Der Grossherzog Leopold hoffte, man könne auf die bethörte Menge noch durch Vernunftgründe wirken, und so ersah er drei als liberal bekannte Männer aus, das Volk durch Reden zu beruhigen. Es waren das Eisenlohr, Redtenbacher und der bekannte Schweizer Maschinentechniker und Erdenker der Zahnradsysteme Nikolaus Riggenbach, der damals seit einigen Jahren in der Maschinenfabrik von Kessler beschäftigt war. In einem Nebenzimmer hörten die Drei die Reden mit an, die vor etwa 500 versammelten Bürgern und Bürgerinnen im Promenadenhause gehalten wurden. Eisenlohr und Redtenbacher gaben es, nachdem sie die Melodien, die dort gesungen wurden gehört hatten, auf, ihrerseits zu sprechen, Riggenbach aber versuchte aufzuklären und erzielte damit nur, dass am anderen Tage die Arbeiter der

Kessler'schen Fabrik vom Besitzer seine sofortige Entlassung forderten.

Die damaligen Erfahrungen mochten Eisenlohr wohl abgeschreckt haben; darum schreibt er in hübschem Bilde: „Bei uns geht es zu wie in einem Bach beim Flößen in den man auf einmal zu viel Holz geworfen hat und wo sich derselbe alle Augenblicke verstopft und nichts fortschafft. Da stehen dann am Ufer die groben Flösser mit ihren Schulmeisterstöcken und stupfen an dem gehemmten Fortschritt, schimpfen und maulen, dass es nicht zum Anhören ist. Oh! Ich kann die vielen Neuerungen gar nicht mehr fassen und verstehen. Dazu kommt, dass auf einmal Leute Alles, und zwar in ungeheurem Umfang, verstehen wollen, von denen man vorher fast nichts wusste, was nicht ganz einstimmt wird weggeworfen, kurz es ist um sich auf den Kopf zu stellen.

Das ist nun das zweite Mal in meinem Leben, dass ich mit dem Fortschritt grolle und wieder im März. Das einamal war es der 48. und da hab ich nicht geirrt“.

Und an anderer Stelle heisst es: „Das ist der Nationalverein gewesen: Husch! Preussen und Hegemonie! Jetzt ist der König offen, was man immer von ihm erwarten konnte, da heisst's: Blödsinn mit Preussens Hegemonie! Reichsverfassung hoch, her mit der Reichsverfassung. In Weimar kochen sie Nusschalen, in Frankfurt alte Lumpen. Ueberall wird geschwätzt vom Morgen bis in die Nacht. Keiner hört was der andere sagt, studirt nur auf seine Rede und vergisst sie selbst in acht Tagen wieder“.

Und dann kam das Jahr 1866, er weiss sich nicht mehr zurecht zu finden. Der Freund in Basel zürnt, er will nicht mehr nach Karlsruhe kommen; er drüben, jenseits der Grenze, kann es nicht begreifen, wie man es möglich macht, sich in die gegebenen Verhältnisse zu finden, er verlangt starre, unbeugsame, schwäbische Opposition.

„Wegen der politischen Ansichten“ schreibt Eisenlohr, „haben wir uns nie gezankt. Ich bin fügsamer; bei Dir herrscht das Rechtsgefühl vor, wie bei Deinen Landsleuten und eine Abneigung gegen die Norddeutschen. Das hat sich auch bei den Verhandlungen am Schlusse des Monats in Stuttgart gezeigt. Ich liebe darum die Schwaben und spotte

nicht wie andere darüber, dass Sie nun doch nachgegeben haben. Aber einen, den Ammermüller habe ich doch mit Vergnügen unter den Opponenten gesehen, weil er gegen den deutsch-französischen Vortrag ebenso heftig stritt, der jetzt nicht mehr beklagt sondern gelobt wird“. Und schon früher, am 28. Dezember 1866, klagt er gegen Justus Liebig über Schönbein's Ausbleiben: „Zum ersten Mal seit vielen Jahren bringt Schönbein seine Weihnachtsferien nicht bei mir zu, freiwillig heisst dies, denn einmal schon hat ihn das Zipperlein davon abgehalten. Unser Freund Schönbein ist vermöge seines starken Rechtsgefühls und seiner ächten Schwabennatur noch immer aufs Höchste entrüstet über die Gewaltthätigkeiten Bismarcks; am meisten aber ergrimmt er, wenn der liebe Gott als der sichtbare Helfer und Förderer der preussischen Erfolge citirt wird. Sie denken ohne Zweifel auch es sei besser, als wenn Oesterreich gesiegt hätte und geben die Hoffnung nicht auf, dass der Anschluss an Preussen für Deutschland trotz alledem was geschehen ist zur Rettung führen werde“.

Eisenlohr hatte das Glück, noch diese Hoffnung in ungeahntem Glanze zur Wirklichkeit werden zu sehen, sein Baseler Freund wurde, noch bevor die Zeit erfüllt ward, abberufen, an jenem Tage, der seither der höchsten Festtage deutscher Nation einer geworden ist; am 2. September des Jahres 1868 wurde er zu Basel bestattet.

Damit erst löste sich der Freundschaftsbund auf, denn, wenn auch in anderen Tönen, so schlugen doch die beiden Herzen in dem einen klingenden Accord zusammen: Deutschland, Deutschland über Alles! Ein so guter und rechter Schweizer Schönbein gewesen ist, so ganz er dem Staats- und Gemeindewesen, das ihn adoptiert hatte, angehörte und ihm seine Kräfte weihte, so hat er, auch darin ein leuchtendes Beispiel für viele seiner Volksgenossen, doch nie aufgehört, auch ein guter Deutscher zu sein, was übrigens auch kein rechter Schweizer von den Eingewanderten verlangt. —

Wenn man von Noiraigue im Traversthal, die linke Thalwand aufsteigend, sich Desor's Landsitz nähert, der heut im Besitz der Familie Borel von Neuenburg ist, und in welchem alle Erinnerungen an die Zeit Desor's auf das

pietätvollste gepflegt werden, so durchschreitet man kurz vor dem Ziele eine Allee prächtiger Ulmen, von denen jede den Namen eines der einstigen Gäste Desor's trägt. Gleich linker Hand ist aus derselben Wurzel ein mächtiger Zwilling getrieben, der eine Stamm trägt den Namen Schönbein, der andere Eisenlohr. So haben die Beiden sich dort ein schönes Denkmal ihrer Freundschaft gesetzt. Beide waren Stämme, der gleichen Wurzel entsprossen, und diese Wurzel hiess Treue und Wahrheit.

Um vier Jahre hat Eisenlohr den Freund überlebt, erst noch rüstig und frisch, während des Krieges soviel in seinen Kräften stand, durch Sammlung von Liebesgaben, besonders durch tägliche Zeitungssendungen den Truppen im Felde sich dienstbar erweisend, dann den Beschwerden des Alters mehr und mehr verfallend, bis ihm schweres Herzleiden die letzten Monate seines Daseins vergällte, dem er den 10. Juli 1872 erlag.

Ueber ihn hat in einem Briefe vom 6. Juli 1860 einer der ersten Männer unseres Jahrhunderts, kein geringerer als der grosse Justus Liebig das Urtheil gefällt, mit dem auch ich schliessen will: „Eisenlohr hat mich zweimal besucht und seine Besuche haben mir immer die grösste Freude gemacht; ich beneide Sie wirklich und im Ernste darum, dass Sie ihn auf dem Rigi bei sich haben werden, denn bei dem ausserordentlichen Umfang seiner Kenntnisse, bei der Klarheit seiner Ideen und der Heiterkeit seines Gemüthes ist der persönliche Verkehr mit ihm wahre Erquickung; Ernst und Scherz, wie man eben gestimmt ist, geben sich bei ihm die Hand und in dem Wechsel desselben verkürzen sich die Stunden, die man mit ihm zubringt. Wenn ich der Grossherzog von Baden wäre, so würde er immer um mich sein müssen“.

Nun, hochverehrte Anwesende, wir wissen ja, in welcher Weise Seine Königliche Hoheit dem Manne sein Vertrauen schenkte, ihn durch persönlichen Verkehr auszeichnete und damit dem Urtheil des grossen Justus vorgriff.

Basel, physikalisch-chemisches Laboratorium 4.—10. Jänner 1899.

Vertheilung und Wirkung der Wärme in geheizten Räumen.

Von Hofrath Professor Dr. H. Meldinger.

Ein in höherer Temperatur befindlicher Körper gibt an die Umgebung seine Wärme bekanntlich in zweierlei Form ab: erstens durch Leitung an die ihn unmittelbar berührende Luft, welche dadurch leichter wird, von der kälteren Luft in die Höhe getrieben wird und nunmehr der letzteren für die Berührung und Wärmeaufnahme Raum gibt; zweitens durch Strahlung auf die Ferne durch die Luft hindurch, wobei letztere selbst keine Wärme aufnimmt. Jeder von den geraden Strahlen getroffene feste, auch flüssige Körper wird dadurch erwärmt, allerdings nimmt die Wirkung sehr rasch ab, sie vermindert sich im Verhältniss des Quadrats der Entfernung, also in den Abständen 1, 2, 3, 4 m wird sich die Wirkung auf gleichgrosse Flächen verhalten wie 1 zu $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{9}$, $\frac{1}{16}$. Ist die Fläche geneigt, so nimmt die Wirkung ab im Verhältniss des Sinus des Winkels, welchen die Strahlrichtung mit der Fläche bildet. Die Stärke der Strahlung ist unabhängig von der Oberflächenform des heissen Körpers, sie entspricht einer Fläche, welche auf der Richtung der Strahlen senkrecht steht, ähnlich beim Licht; so erscheint und wirkt die Halbkugel der Sonne wie eine runde Scheibe. Die Strahlung wächst in sehr starkem Verhältniss mit Zunahme der Temperatur, sie ist der vierten Potenz der (von 273° C. unter Null zählenden) absoluten Temperatur nahe proportional. Nimmt man die äussere Temperatur zu Null an und einen heissen Körper in den Temperaturen 0, 273, 546 (= 2.273), 819 (= 3.273), so ist seine Strahlung ausgedrückt durch die

Verhältnisse 0, 15, 80, 225, (Stefan'sches Gesetz.) So erklärt sich die ausserordentlich starke Wirkung eines glühenden eisernen Ofens auf die Ferne; sie ist bei 546° C. (beginnendes Glühen) über fünfmal so gross wie bei 273° C., welche Temperatur ein Thonofen kaum erreicht, der jedoch durch seine grössere Fläche entsprechend mehr wirkt. — Die Grösse der Wärmeabgabe durch Leitung an die Luft nimmt weniger stark mit der Temperatur zu und zwar wie die Temperaturdifferenz zunächst, dann aber noch wie die Geschwindigkeit der Strömung, welche gleich ist der Quadratwurzel aus der Temperaturdifferenz; sie ist also z. B. bei 80 Grad 4×2 oder 8mal so gross wie bei 20 Grad Differenz.

Diese Sätze auf die Erwärmung eines Wohnraums durch den Ofen angewendet, ergibt sich, dass von letzterem fortwährend eine warme Luftströmung nach der Decke gehen und kalte Luft von unten zuströmen muss, ferner, dass Wände, auch der Boden, in der Nähe des Ofens warm, ja unter Umständen sehr heiss werden. Diese geben nun wieder Wärme an die berührende Luft durch Leitung, sowie an die entfernten kälteren Wände und Boden durch Strahlung ab. Sehr gross kann die Gesamtwirkung der Strahlung auf die Ferne jedoch nicht sein; einige Meter von dem Ofen — je nach seinem Hitzegrad mehr oder weniger weit — wird die Temperatur des Thermometers durch die Strahlung nicht mehr gesteigert. Die Wände können in der Hauptsache nur durch die heisse Luft erwärmt werden; dieselbe senkt sich von der Decke aus allmählich nieder, indem sie durch vom Ofen aufsteigende neue Luft verdrängt wird, dabei berührt sie die Wände, kühlt sich ab an diesen, deren Temperatur dadurch steigt, und macht von dem tiefsten Punkt aus ihren Weg wieder nach dem Ofen und in die Höhe.

So schilderte man seither den Vorgang der Wärmeverbreitung in den geheizten Räumen. Darnach musste die Temperatur an der Decke höher sein als am Boden und der Gegensatz auch um so grösser, je stärker geheizt wird, wie sich stets zeigt. Aber erklärt war damit nicht, wie es kommt, dass die Temperatur eines geheizten Raums all-

mählig von der Decke nach dem Boden abnimmt und in gleichem Horizont genau dieselbe ist bis ganz nahe an die Wände (ausserhalb der strahlenden Wirkung des Ofens), der Raum mag auch sehr lang und der Ofen an einem Ende sein, während doch die an den Wänden sich abkühlende Luft nach dem Boden fliessend angenommen wurde; wie kam dann die Abnahme der Temperatur in Mitte des Raums gleichmässig zu Stande? Erklärt war ferner nicht, dass in der Höhe brennende Gasflammen auch die tieferen Luftschichten erwärmen, während doch eine Luftströmung bloß von der Höhe der Flammen aus nach oben und bis zu ihnen zurück stattfinden kann, aber nicht tiefer abwärts. Erklärt ist endlich nicht, wie sich die verschiedenen Oefen im Hinblick auf die Durchwärmung des Raums, auf den Gegensatz der Temperaturen zwischen Decke und Boden, oder für unsere körperlichen Verhältnisse richtiger gesagt: zwischen Kopf und Boden verhalten. Es ist uns um so wohler, je geringer der Unterschied der Temperaturen zwischen Kopf und Boden ist. Ist nun dieser Unterschied bei gleich starker Heizung, bezw. gleicher Temperatur in Kopfhöhe, wo wir das Thermometer gewöhnlich beobachten, bei manchen Oefen geringer als bei anderen? Wir haben Oefen, die stark strahlen wie die einfachen eisernen, und Oefen, die schwach strahlen wie die Thonöfen, oder fast gar nicht wie die ummantelten, deren Typ Verfasser geschaffen hat (Bad. Gewerbezeitung 1870/71 No. 1 und Gasjournal 1871). Zeigen diese Gegensätze erhebliche Unterschiede in der gleichförmigen Durchwärmung der Räume? Es wird solches mehrfach angenommen, namentlich machen es die Fabrikanten zu Gunsten ihrer besonderen Systeme geltend.

Ueber alle diese Dinge kann nur das Experiment, der vergleichende Versuch Auskunft geben. Eine wissenschaftliche Aufklärung gerade über diese letztere Frage muss um so mehr erwünscht sein, als dadurch bestimmend auf sachgemässe Ausführung der Oefen eingewirkt werden kann. Was darüber bis jetzt gesagt worden ist, sind nur Behauptungen ohne Beweis, die aber, mit Entschiedenheit vorgebracht, vielfach als Wahrheit angenommen werden und dann sich weiter fortpflanzen.

Der Verfasser hat in den Räumen der Landesgewerbehalle eine lange Reihe von Heizversuchen angestellt, welche zu überraschenden Ergebnissen geführt haben, durch welche die Art der Wärmeverbreitung und Wärmevertheilung in den geheizten Räumen in einem neuen Licht erscheint und der Einfluss der Ofenform auf die Durchwärmung endgiltig klargestellt ist. Ein ausführlicher Bericht hierüber ist in dem Journal für Gasbeleuchtung 1897 veröffentlicht worden, eine gekürzte Darstellung wurde in der deutschen Vierteljahrsschrift für öffentliche Gesundheitspflege 1898 S. 264 bis 301 niedergelegt, einen Auszug brachte auch die badische Gewerbezeitung 1897 in Nr. 1 bis 8 auf 24 Seiten. Es soll hier nicht näher nochmals auf die Entwicklung eingegangen werden. Der Verfasser begnügt sich damit, die Resultate unseres gegenwärtigen Wissens über die Heizung von Räumen in kurzen Sätzen zusammenzustellen. Wer sich näher für den Gegenstand interessirt, möge eine der genannten Zeitschriften zur Hand nehmen.

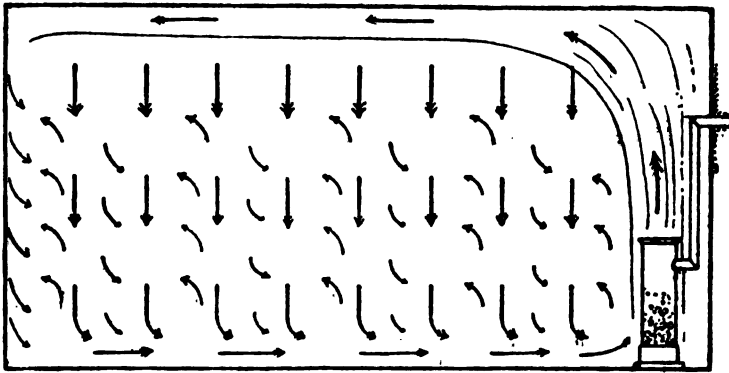
1. Beim Heizen eines geschlossenen Raumes durch circulirende Luft befindet sich die Decke über der aufströmenden warmen Luft, bezw. dem Heizkörper, in höchster Temperatur; dieselbe mindert sich allmählich bis zum entferntesten Punkte. Aehnliches Verhalten zeigt der kühlere Boden; zunächst der aufsteigenden warmen Luft befindet er sich in höherer Temperatur als an entfernteren Stellen; die Gegensätze sind jedoch nicht gross.

2. Die Wandflächen haben von oben nach unten abnehmende Temperatur; dieselbe ist insgesamt um so höher (immer aber tiefer als die der Luft während der Heizung), je dicker die Wände sind und je schlechter leitend ihr Material; sie ist um so niedriger, je kälter die Rückseite der Wand; Aussenmauern sind an ihrer Innenfläche darum weniger warm als Zwischenwände; Fenster sind am wenigsten warm, Wände von beiderseitig geheizten Räumen sind am wärmsten. Thüren stehen ihren Wänden nahe, im Allgemeinen sind sie weniger warm; bei Beginn der Heizung steigt ihre Temperatur rascher als an Steinwänden.

3. Ist der Heizkörper zugleich ein Strahler, so werden Wände, Decke und Boden bis zu einigen Meter Abstand

stärker erwärmt, wodurch dann auch die Temperatur der aufsteigenden Luft etwas gesteigert werden kann.

4. Die Temperatur der Luft nimmt bei der üblichen Heizung gleichmässig von der Decke nach dem Boden ab; in gleichem Horizont ist sie aber durch den ganzen Raum die gleiche von geringem Abstand von den Wänden an bis nahe an den Heizkörper. Die Luft bewegt sich über dem Heizkörper nach den Wänden, senkt sich gleichmässig bis zum Boden und fliesst hier nach dem Heizkörper zurück; dabei wird sie aber fortwährend von an den Fenstern und Wänden (Thüren) abgekühlten Theilchen durchdrungen, welche auf diese Weise die Temperaturabnahme im Innern bewirken; an den Fenstern und kalten Wänden bildet sich



dabei eine mässige Strömung abwärts, gebildet von immer anderen aus dem Innern kommenden Theilchen. — Nach Unterbrechung der Heizung zeigen die Wandflächen höhere Temperatur als die Luft in gleichem Horizont, welche sich nur an den Fenstern, bzw. auch Thüren, abkühlt. Die Wände hindern die rasche Abkühlung um so mehr, je dicker sie sind; sie geben Wärme an die Luft zurück.

5. Die freie Bodenfläche befindet sich immer in höherer Temperatur als die Luft darüber; sie wird von oben, hauptsächlich von der Decke aus, durch Strahlung erwärmt; sie gibt von ihrer Wärme an die überstehende Luft ab und kann sie allein erwärmen, wenn die Luftcirculation nicht bis zum Boden herabgeht. Die Bodenerwärmung nimmt mit der Deckentemperatur zu. Hohe Deckentemperatur bei be-

sonderen Heizkörpern oder Heizverfahren kann somit nicht als nachtheilig und verwerflich angesehen werden. Unter Tischen und sonstigen auf Füßen stehenden Möbeln, welche eine Bodenbestrahlung von der Decke nicht zulassen, ist die Temperatur der Bodenfläche, welche jetzt nur von der seitlich zuströmenden Luft erwärmt werden kann, niedriger als die der unmittelbar darüber befindlichen Luft.

6. Der Gegensatz der Lufttemperaturen zwischen Decke und Boden bei Erzeugung einer bestimmten Temperatur in Kopfhöhe, z. B. 20°C ., ist am Anfang der Heizung grösser als beim Beharrungszustand, wo die Temperaturen am Boden sich nicht mehr ändern; er ist beim Beharrungszustand ferner um so grösser, je stärker geheizt wird, im Allgemeinen also je kälter es draussen ist; ferner aber auch noch je dünner und besser leitend die Wände sind und je mehr sie frei liegen, oder anderseitig der Abkühlung unterworfen sind. Ein jeder Raum verhält sich in dieser Hinsicht verschieden. Der Eintritt des Beharrungszustandes, wo bei gleichmässiger Wärmeentwicklung die Temperaturen in den verschiedenen Höhen (Decke und Boden) sich konstant zeigen, zieht sich um so länger hinaus, je kälter es draussen ist, bzw. je stärker geheizt wird. Er lässt sich dadurch abkürzen, dass man anfangs die Temperatur in Kopfhöhe über das dauernd erwünschte Maass, z. B. 20°C ., steigert.

7. Die Strahlung eines Ofens nimmt in viel höherem Grade zu als seine Temperatur. Nach dem Stefan'schen Gesetz ist die Strahlung der vierten Potenz der absoluten Temperatur (von -273°C . an gezählt) nahe proportional. Ein in einer Temperatur über Null von $273^{\circ}\dots(2.273 =) 546^{\circ}\dots(3.273 =) 819^{\circ}$ befindlicher Körper würde demnach gegen einen Raum von 0°C . Wärme ausstrahlen, die im Verhältniss von $15 : 80 : 255$ steht. Von zwei Oefen verschiedener Grösse, welche die Wärme bloss von ihrer Oberfläche abgeben, strahlt bei gleicher Wärmeentwicklung im Ganzen der kleine Ofen in viel höherem Grade mehr, als dem Oberflächenunterschied umgekehrt entspricht. Ein ringsherum stark strahlender Ofen erzeugt einen etwas geringeren Temperaturunterschied zwischen Decke und Boden als ein schwach strahlender oder reiner Luftheizofen. Der einseitig

strahlende Gas-Reflectorofen in seinen bekannten Formen verhält sich nicht anders als der gewöhnliche ummantelte eiserne Luftheizofen.

8. Der Temperaturunterschied in den unteren Luftschichten, in denen wir uns bewegen, zwischen Kopf und Boden, ist um so geringer, je höher das Lokal ist; er ist aber unabhängig von der Form des Heizkörpers; der stark strahlende und der reine Luftheizofen wirken in dieser Hinsicht so gut wie gleich. Die Höhe der Luftcirculation über Boden hat jedoch einen bedeutenden Einfluss auf den Unterschied; dieser wird um so geringer, je höher die Luftcirculation beginnt. Brennt Gas, dessen Flammen nur wenig strahlen (etwa $\frac{1}{7}$ der Gesamtwärme, gleich ob Flammen leuchten oder nicht), über Kopfhöhe, so ist die Temperatur zwischen Boden und Kopf fast gleich. Die Erwärmung des Bodens ist in Folge Deckenstrahlung dabei ebenso gross, als wenn die Flammen am Boden brennen würden. (Die Strahlung allein bei höherer Temperatur von oben im ersteren Falle wirkt ebenso stark wie im letzteren Falle die geringere Strahlung von oben plus warmer Luft.) — Aehnlich verhält sich in Werkstätten die Heizung mittelst eines in Kopfhöhe mitten durch den ganzen Raum laufenden Dampfrohrs, sobald der Boden genügend freie Fläche besitzt. Die Temperatur vom Rohr bis zum Boden ist dabei gleich. Befindet sich das Rohr am Boden, so ist die Temperatur in Kopfhöhe etwas höher, genau wie bei gewöhnlicher Ofenheizung. Die Gegensätze der Temperaturen zwischen Decke und Boden bei einem durch den ganzen Raum unten ziehenden Dampfrohr sind kleiner, als wenn dasselbe an einer Stelle zusammengerollt wie ein Ofen wirkte, da in letzterem Falle Luft von viel höherer Temperatur zur Decke strömte. — Bei Ofenkonstruktionen kann man die Art der Lufterwärmung ganz ausser Betracht lassen.

9. Luftheizung mit ausserhalb des zu erwärmenden Raumes gelegenen Heizkörper und Abzug der Luft am Boden kann nicht anders wirken wie die Heizung mit einem in jenem befindlichen Mantelofen. Würde die Luft jedoch über Kopfhöhe abströmen, so wäre die Temperatur von da bis zum Boden nahe gleich; doch würde die Temperatur am Boden etwas geringer sein, als bei Abzug der Luft am

Boden. Wollte man die gleiche Bodenerwärmung erzielen, so müsste die zugeführte Luft etwas stärker erwärmt werden. Die Höhe der Einströmung der warmen Luft hat auf die Temperatur in den unteren Schichten kaum einen Einfluss. Bei Abzug der Luft über Kopfhöhe würden die Temperaturen von da bis zum Boden (fast) gleich sein.

10. Die Anzeigen des Thermometers sind gebildet durch die zusammengesetzte Wirkung der berührenden Luft (Leitung) und der Wände, Decke, Boden und Heizkörper auf die Ferne (Strahlung). Letztere Wirkung kann man beseitigen durch Umgebung der Thermometerkugel mit einem Silberblechmantel. Ein ummanteltes und ein freies Thermometer zeigen in einer gewissen Höhe des erwärmten Raumes (ausserhalb der Strahlung des Heizkörpers) gleiche Temperaturen; nach oben nimmt die Anzeige des ersteren, nach unten die des letzteren zu.

11. Die Wirkung eines geheizten Raumes auf den menschlichen Körper entspricht nicht ganz der Lufttemperatur gemessen mit dem ummantelten Thermometer, auch nicht derjenigen des freien Thermometers. Die Strahlung der umgebenden Flächen von allen Seiten übt einen, immer aber bloss einseitigen Einfluss, während beim freien Thermometer die Summe zur Wirkung kommt. Die Strahlung des Heizkörpers selbst ist hierbei von besonderer Bedeutung. Ausserdem kommt die Bewegung der Luft zur Geltung; solche macht sich merklich an den Wänden (Thüren) und Fenstern, sie ist um so stärker, je weniger warm diese sind, an den Fenstern also mehr als an den Aussenmauern, bei einfachen Fenstern mehr als bei Doppelfenstern; eine an einen anderseitig geheizten Raum stossende Zwischenwand hat fast dieselbe Temperatur wie die Luft gleicher Höhe (nur wenig beeinflusst durch die Strahlung von Boden und Decke); hier ist überhaupt kein kühlender Zug. Solcher kann sich noch merklich machen an schweren Stein-Säulen inmitten grosser Räume, wie Kirchen, am Anfang der Heizung, wenn solche Räume nur gelegentlich geheizt werden. (Der Zug verschwindet nach längerer Heizung, wenn die Säulen die Temperatur der Luft angenommen haben.) Nach aussen vorspringende Theile eines grösseren hohen Gebäudes, die nach innen eine Nische bilden, wie es z. B. bei Kirchen zur

Aufnahme der Orgel vorkommt, können in der Tiefe weithin starken kühlenden Zug erzeugen, besonders wenn die Heizung ganz vom Boden ausgeht, wie bei in Kanälen gelegten Feuer-, Heisswasser- oder Dampf-Röhren, wo der Temperaturunterschied zwischen Decke und Boden fast verschwinden kann, weniger bei Luftheizung, wo sich die oberen Luftschichten immer in viel höherer Temperatur befinden. Für Kirchen empfiehlt sich im Hinblick auf Zug die Luftheizung mehr als die Kanalheizung. (Starke Gasbeleuchtung bei Abendgottesdienst wirkt in letzterem Falle günstig). Heizung mit ummantelten Oefen steht der Luftheizung nahe. Ebenso kann bei Ventilation die aus grosser Höhe einströmende kalte Luft am Boden in weitem Kreise belästigenden Zug erzeugen. In all diesen Fällen ist es lediglich die Bewegung der Luft, welche abkühlend wirkt, ihre Temperatur unterscheidet sich in der Regel nur wenig oder kaum von derjenigen der ruhenden Luft in gleicher Höhe. — Das Beschlagen einer kalten Wand, namentlich einer Aussenmauer, mit Brettern im Abstand von etwa 10 cm und Ausfüllen des Zwischenraums mit Stroh oder Torf kann den kühlenden Zug ganz unterdrücken.

12. Wird ein Zimmer in gewöhnlicher Weise mittelst eines Ofens geheizt und ein anstossendes Zimmer durch dauerndes Offenhalten der Thür miterwärmt, so geht von letzterem eine Luftströmung am Boden in ersteres hinein, die bis zu einem grösseren Abstand von der Thür einen merklichen Zug erzeugt, um so mehr empfindlich, je grösser das anstossende Zimmer ist und je stärker geheizt wird.

13. Bei sehr hohen kuppelartigen Gebäuden (Domen) empfiehlt sich im Hinblick auf Zugverminderung eine besondere Heizung des oberen Theils über vorhandenen Gallerien (Emporen), sowie des unteren Theils (Parterre). Es kann solches sowohl mittelst Dampf- oder Heisswasserrohren direkt, wie mittelst in der Tiefe erhitzter zirkulirender Luft, oder auch mittelst letzterer oben und mittelst ersterer unten geschehen. — Eine warme Luftsäule erzeugt mit der Höhe zunehmenden Ueberdruck nach aussen (rund 1 mm Wasser bei 10° C. Temperaturdifferenz und 25 m Höhe der warmen Säule, zunehmend ganz proportional mit letzterer, und bis

50° Temperaturdifferenz fast proportional mit dieser); es hat dies ein Ausströmen der warmen Luft bei nicht völliger Dichtheit und Geschlossenheit des Baus zur Folge; dadurch mindert sich der Luftdruck unten und es kann beim Oeffnen der Thüren ein empfindliches Einströmen der äusseren Luft stattfinden. Solcher Zug lässt sich nur vermeiden durch mechanisches Einpressen erwärmter Luft in einem solchen Maasse, dass dadurch unten Gleichgewicht des inneren und äusseren Luftdrucks erzeugt wird. Damit ist zugleich eine gewisse Ventilation verbunden; eine beabsichtigte starke Lufterneuerung würde ein kräftigeres Gebläse erfordern.

14. In einem in Kopfhöhe auf 18 bis 20° C. erwärmten Raume belästigt die Strahlwirkung des Heizkörpers in der Nähe; sie wird angenehm empfunden, wenn die Lufttemperatur niedriger ist, um so mehr, je tiefer das Thermometer steht. Die Wirkung bleibt jedoch immer eine einseitige und beschränkt sich als angenehme auf eine gewisse Entfernung von dem Heizkörper.

15. Teppiche tragen bei gewöhnlichen Bauten zur Erwärmung des Bodens und damit auch des ganzen Raumes so gut wie nichts bei, wie daraus erhellt, dass bei ganz gleichförmiger Heizung das auf dem Boden liegende Thermometer (auch das in Kopfhöhe) dieselbe Anzeige gibt auf Stunden, ob der Boden nackt oder der ganzen Fläche nach mit Teppich belegt ist. Die schlecht leitende Schicht zwischen Boden und Decke darunter wird durch den Teppich im Hinblick auf Wärmedurchlass kaum verändert. Die verschiedene Empfindung bei Berührung mit der Hand oder entblösstem Fuss besagt hier nichts in Bezug auf Gesamtwirkung. Nur bei einer dünnen Bodendecke z. B. aus einfacher Brettlage oder einer solchen aus gut leitendem Material, wie Eisenbalken und Cement, könnte Teppich den Wärmedurchlass merklich vermindern und damit die Temperatur des Bodens und des ganzen Raumes etwas erhöhen.

16. Bei ganz gleichförmiger Erwärmung des Bodens von unten (altrömische Heizung) ist die Temperatur der Bodenfläche merklich höher, als die der Raumluft; die Temperatur der letzteren nimmt langsam von unten nach oben ab, indem die kältere obere Luft in die wärmere

Bodenluft durch Diffusion hineindringt. Bis zu der Höhe der Menschen ist der Temperaturabfall wenig merklich. Die Decke empfängt auch durch Strahlung Wärme vom Boden; der Betrag kann jedoch nur gering sein und die Temperatur der Deckenfläche nicht über die der berührenden Luft steigern. Die Temperatur der Wände nimmt von unten nach oben etwas ab, sie ist niedriger als die der Luft in gleicher Höhe. Zug wird sich an den Wänden in höherem Grade merklich machen, als bei der üblichen Heizung, wo die Differenz der Temperaturen der abgekühlten und der übrigen Raumluft beim Niedersinken der ersteren immer kleiner wird. — Bei künstlicher Beleuchtung, namentlich durch Gas, können sich, je nach Stärke der Wärmeentwicklung, die Verhältnisse umkehren, so dass oben die Temperaturen höher sind als unten.

Zum Vordringen der Kiefer und Rückgang der Eiche in den Waldungen der Rheinebene.

Von Professor Dr. H. Maurath.

Wer heute die untere Rheinebene mit der Bahn nach Schwetzingen durchfährt, erhält den Eindruck, als wenn die Kiefer fast allein die Waldungen in diesem Landestheile bilde. Vergleichen wir damit die statistischen Angaben über die den Wald zusammensetzenden Holzarten, so erscheinen die Verhältnisse allerdings für das Laubholz etwas weniger ungünstig, immerhin gehören 41 Proz. der Hochwaldungen ausschliesslich der Kiefer, in weiteren 28 Proz. wiegt dieselbe gegenüber den Laubhölzern entschieden vor, und nur in 31 Proz., also nicht ganz einem Drittel, sind die Laubhölzer, besonders Eiche, Buche und Hainbuche, stärker vertreten, als die Forle. Dass früher das Verhältniss gerade umgekehrt gewesen sei, kann man vielfach erzählen hören, und wer auf seinen Spaziergängen den Hardtwald und Wildpark oder die Gegend von Bruchsal durchstreift, wird viele Belege dafür sammeln können, dass wir hier mitten in einem Umwandlungsprozess stehen, der an die Stelle alter rückgängiger Eichen- und Hainbuchenbestände Kiefern allein oder doch in Mischkulturen setzt, in denen die Kiefer vorwiegt und aus aus denen voraussichtlich nur Bestände erwachsen werden, in denen die Kiefer den Oberstand bildet, unter dem die genügsameren Laubhölzer als Unterstand ein bescheidenes Dasein fristen, während die anspruchsvolleren edleren Arten frühzeitig auf dem Wege der Durchforstung ausscheiden werden. Und so günstig diese Bestandsverfassung in bodenpfleglicher Beziehung, durch Schutz gegen Verwehung des Laubes, Ersatz der am Nährstoff- und Wasservorrath zehrenden Gräser und Unkräuter durch eine todte Humus produzierende Laubdecke wirkt, so ist doch nicht zu leugnen, dass diese Bestände ihrem Wesen nach als Kiefernbestände

werden angesprochen werden müssen, dass jede derartige Kultur eine Ausdehnung des der Kiefer zugewiesenen Gebietes bedeutet.

Dieser Umwandlungsprozess dauert schon beträchtliche Zeit; aus dem Reisebericht eines württembergischen Forstbeamten, der am Ende des vorigen Jahrhunderts Deutschland zu seiner Ausbildung bereiste, ist zu entnehmen, dass derartige Umwandlungen in der Gegend von Schwetzingen bereits in den Jahren 1790 und 1792 vorgenommen wurden, seinen ersten Beginn aber festzustellen, wird kaum möglich sein. Doch sind mir bei forsthistorischen Aktenstudien auf dem hiesigen Generallandesarchiv einige Thatsachen aufgestossen, welche etwas Licht in diese Frage zu bringen geeignet sind, und diese wollte ich mir erlauben, Ihnen heute vorzulegen. Das Gebiet, auf welches sie sich speziell beziehen, ist der ehemalige bischöflich Speyersche, heute domänenärarische Waldbesitz bei Bruchsal, Lusshard, Kammerforst, Büchenauer-Hardt und Molzau, ein Gebiet von ca. 8500 ha. Hier ist die Kiefer bis zum Ende des 15. Jahrhunderts entweder gar nicht, oder doch nur ganz vereinzelt vorhanden gewesen. Den Beweis für diese Behauptung entnehme ich den bischöflichen Waldordnungen von 1466 und 1482, zur Erläuterung will ich aber erst noch einige Angaben über die Rechtsverhältnisse der betr. Waldungen vorausschicken. Sie gehörten, wie bereits gesagt, dem Bisthum Speyer, und zwar sind sie mit Ausnahme der Molzau im Jahre 1056 von Kaiser Heinrich III. demselben geschenkt worden und waren ursprünglich Reichsgut, ein sog. Königsforst. Die dem Walde benachbarten Orte sind in der Mehrzahl erst relativ junge Gründungen, sie stammen meist aus dem 11.—13. Jahrhundert und haben daher auch fast alle keinen Gemeindewaldbesitz, sodass sie für ihren Holzbedarf auf den bischöflichen Wald angewiesen waren. Der Holzbezug war nun um 1450 so geregelt, dass für den Hieb von Bauholz, das bezahlt werden musste, jeweils die Genehmigung des obersten bischöflichen Verwaltungsbeamten, des Fautes am Bruhreim, eingeholt werden musste, der seinen Sitz in Bruchsal hatte. Sein Brennholz dagegen durfte jeder Bauer ursprünglich unentgeltlich aus dem Walde holen, nur

sollte er bestimmte Holzarten, die fruchtbaren Bäume schonen und sich auf die Unhölzer beschränken. Um nun jede Irrung zu vermeiden, führt die Waldordnung von 1466 alle im Walde vorkommenden Holzarten auf und unterscheidet sie nach den beiden obigen Kategorien. Als fruchtbare Bäume, die hauptsächlich des Wildes wegen vom Hiebe ausgenommen waren, daneben aber auch das Bauholz liefern sollten, nennt die Ordnung: Eichen, Buchen, Wildapfel und wilden Birnbaum, als Unhölzer dagegen Erle, Esche, Linde, Weiden, Sallen, Bellen (Pappeln), Rüstern, Iffen (Weiss- oder Flatterrüster), Hainbuche, Massholder, Harriegel, Faulbaum (wohl Traubenkirsche), Schleedorn, Hagedorn und Haseln. Sie sehen, die Kiefer wird gar nicht genannt, obwohl die Aufzählung bis zu fast werthlosen Straucharten heruntergeht. Die gleiche Aufzählung finden wir in der Waldordnung von 1482, nur dass hier auch die Nutzung der Hainbuche und Haseln ebenfalls gewissen Beschränkungen unterworfen wird, und der von 1528, wo die fruchtbaren Bäume als Bauhölzer bezeichnet werden, ebenfalls ohne der Kiefer irgendwie Erwähnung zu thun.

Eine indirekte Bestätigung für die Annahme, dass die Kiefer im 15. Jahrhundert in jenem Waldgebiete gefehlt habe, bildet die Thatsache, dass Bischof Reinhard 1442 zu Udenheim, dem heutigen Philippsburg, ein Holzlager errichtete, in dem tannene Baustämme, Borde und Bretter für den Bedarf des Landes aufgespeichert werden sollten, die er durch Flösserei aus dem Schwarzwald bezog. Aus ihm sollten die Unterthanen das erforderliche Bauholz für den oberen Theil des in Fachwerksstil gebauten Hauses beziehen, nur die Grundswellen und Nebenhölzer des ersten Stockes, welche wegen der Nähe des Bodens dem Verderben durch die Bodenfeuchtigkeit viel mehr ausgesetzt waren, daher von Eichenholz sein mussten, sollten aus den bischöflichen Waldungen genommen werden dürfen. Wäre in diesen die Kiefer in irgend wie beträchtlichem Umfange heimisch gewesen, so hätte der Bezug von Bauholz aus dem Schwarzwald nicht stattzufinden brauchen.

Will man sich ein Bild von dem muthmasslichen damaligen Waldzustand machen, so darf man vor allen Dingen

nicht übersehen, dass weder der Rhein, noch die sonstigen Wasserläufe der Gegend in jener Zeit korrigirt waren, dass also einmal der Grundwasserspiegel ein höherer war, als heute, und zweitens Ueberschwemmungen viel häufiger auftraten als jetzt. Die letzteren sind i. A. dem Walde vortheilhaft, da sie die Bodenfeuchtigkeit erhöhen und meist einen nahrungsreichen Schlick zurücklassen, damals aber traten sie mehrfach in für den Wald gefährlicher Weise auf und führten durch lange Dauer gelegentlich zum Absterben von Beständen, weshalb den dem Walde benachbarten Gemeinden die Auflage gemacht war, für die Offenhaltung der Wasserläufe im Wege der Frohnd zu sorgen. Einer Ueberschwemmung im Anfang des 15. Jahrhunderts verdankt auch der Wiesenstreifen seine Entstehung, welcher heute noch den Kammerforst und die Lusshardt trennt. Die Saalbach nämlich trat in einem Frühjahr aus, und das Wasser blieb so lange im Walde stehen, dass die Bäume eingingen. Um ähnlichen Vorkommnissen vorzubeugen, lies daher Bischof Raban das Bachbett vertiefen und gleichzeitig das abgestorbene Gehölze roden und das Gelände zu Wiesen anlegen.

Infolge dieser grösseren Bodenfeuchtigkeit waren die Standortsverhältnisse auch auf an und für sich ärmere Bodenpartien doch noch für die anspruchsvolleren Laubhölzer genügend. Die Waldungen selbst dürften im 15. Jahrhundert einen mittelwaldartigen Charakter gehabt haben, ähnlich wie der Durlacher Wald, nur dass viel mehr Gruppen alter Eichen und Buchen das Oberholz bildeten. Für diese Waldverfassung bildet einen Beleg die hohe Rente, welche die Lusshardt den Bischöfen aus der Mastnutzung lieferte. In guten Jahren wurden im 15. Jahrhundert Schweine aus einem weiten Umkreis in den Wald getrieben, damit sie sich an den abgefallenen Eicheln und Bucheln mästeten. Selbst Orte wie Reihen, Adelhofen, Rinklingen, die in der Luftlinie 20 und mehr Kilometer von der Lusshardt entfernt liegen, trieben dann dort ihre Schweine ein. Die Zahl derselben betrug in guten Jahren 20000 und mehr; der Bischof erhob vom Stück $\frac{1}{2}$ fl., nahm also ca. 10000 fl. aus dieser Nutzung allein ein, für jene Zeiten eine sehr erhebliche Summe. Es ist daher auch nicht zu wundern, dass die Bedeutung dieser Nutzung

sich auch in den Rechtssatzungen jener Zeit widerspiegelt, von denen eine direkt besagt: Es ist auch des waldes recht und herkommen, wenn ein swin mit dryen fussen darinne kommet, so ist es vollen dehem (Mastgeld) schuldig, und wann der vierte fuss hinyne kommt, so ist man dem hirtten den hirttenlohn schuldig.

Wann ist nun die Kiefer in dieses Waldgebiet eingeführt worden? Die Antwort auf diese Frage, muss nach dem mir zur Verfügung stehenden Material lauten, in den ersten Jahrzehnten des 16. Jahrhunderts. Denn im Jahr 1530 liess der Bischof Philipp II. die Forstbeamten zu einer Berathung zusammentreten, um Vorschläge zur Verbesserung der Waldungen zu machen. Hierbei wurde dann auch anempfohlen, die vorhandenen Blössen mit Tannensamen — gemeint ist offenbar Kiefersamen — zu besäen. Ausdrücklich wird aber noch beigefügt, dass die Saat im März erfolgen solle, diese Kulturmassregel war also noch eine neue, wenig bekannte, während das Pflanzen von Eichen und Weiden bereits früher erwähnt wird. Ueber den Ort, woher man diese Kulturmethode und den ersten Samen überkommen, sind nur Vermuthungen möglich, wahrscheinlich waren es die markgräfllich badischen Hardtwaldungen — der heutige Wildpark, denn in diesen war nach der Waldförsterordnung auf der Hardt von 1483, die Ansaat der Kiefer schon früher üblich. Ob freilich die Kiefer ursprünglich überhaupt in der Reinebene einheimisch war, ist damit noch nicht entschieden. Ich möchte nur darauf hinweisen, dass das Klima unserer Rheinebene für die Kiefer eigentlich etwas zu milde ist, und durch relativ häufige, nasse Schneefälle sie einer vielfachen Bruchgefahr aussetzt, dass ferner nach einer Beobachtung, die mir mein hochverehrter Lehrer, Herr Oberforstmeister Weise, seinerzeit mitgetheilt hat, und die ich dann stets bestätigt gefunden habe, die besten kräftigsten Wuchsformen der Kiefer bei uns in Süddeutschland sich nur im Hügeland und den mittleren Gebirgslagen finden, nur hier jene Stammausbildung erreicht wird, die auf den mittleren und besseren Kiefernböden der norddeutschen Tiefebene üblich ist. Ferner möchte ich anführen, dass in der Rhein-Maiebene, wo heute ähnliche Bestockungsverhältnisse herrschen, wie bei uns, die

Kiefer am Ende des 14. Jahrhunderts künstlich verbreitet wurde mit Samen, den man von Nürnberg bezog, endlich, dass noch im vorigen Jahrhundert das Domkapitel Speyer seinen Bedarf an Kiefern Samen für seine Waldungen bei Ketsch im Hohberg bei Jöhlingen sammeln liess. Die Frage muss also noch als eine offene bezeichnet werden, die weiterer Untersuchung bedarf.

Nachdem die Kiefer einmal in die Lusshardt eingeführt war, hat sie eine ziemlich schnelle Verbreitung gefunden. Eine sorglose Waldwirthschaft, verbunden mit einer starken Weidenutzung, hat in den letzten beiden Jahrhunderten viele Blössen geschaffen. Soweit man zur künstlichen Wiederkultur schritt, bevorzugte man die raschwüchsige Kiefer, deren Anzucht zudem viel leichter gelang, als die der Eiche und Buche. Aber auch dort, wo die Blössen unbestockt liegen blieben, siedelte sich die Kiefer, dank ihres von der Natur mit einem Flugapparat ausgerüsteten Samens, leicht an. Der Verbreitung der Kiefer kamen dann auch die Kriegsstürme des 17. Jahrhunderts zu gut. Einmal wurden durch die Heere grosse Verwüstungen im Walde angerichtet, die Zahl der Blössen vermehrt, zweitens aber wurde die Landbevölkerung so vermindert, dass sie nicht im Stande war die ganze alte Feldflur im Bau zu erhalten. Zahlreiche Aecker und Allmendgüter blieben öde liegen. Auch auf ihnen siedelte sich dann Gehölze, vorwiegend wieder die Kiefer, an. Es wird Sie vielleicht interessiren, dass in der Gegend von Kronau sich heute noch im Walde alte Aecker nachweisen lassen, die wahrscheinlich im Orlean'schen Kriege verödeten und seitdem einen Kieferwald tragen. Die Thatsache selbst ist durch einen langjährigen Streit, welchen die Gemeinde Kronau um den Wald mit dem Bischof von Speyer führte, der endlich 1802 durch Vergleich geschlichtet wurde, historisch erwiesen, es sind aber auch heute noch deutlich die alten Grenzfurchen zu erkennen, welche die einzelnen Aecker trennten. Auch der grosse Wildstand, welchen die Bischöfe von Speyer hielten, mag insofern zur Verbreitung der Kiefer beigetragen haben, als diese weniger unter dem Verbiss des Wildes zu leiden hat, als die Laubbölzer.

Waren es diese Ursachen, welche in den vergangenen

Jahrhunderten die Verbreitung der Kiefer auf Kosten der Eiche und Buche begünstigten, so sind es heute zwei Gründe, welche bewirken, dass trotz einer pfleglichen Forstwirtschaft das Vordringen der Kiefer noch kein Ende erreicht hat, sondern noch andauern muss. Der eine ist das Sinken des Grundwasserspiegels, welches durch die Korrektur nicht sowohl des Rheines als der Seitenflüsse und Bäche, Drainagen und ähnliche, wirtschaftlich berechnete, ja nothwendige Unternehmungen hervorgerufen wurde. Dadurch wurde in den höher gelegenen Bodenpartien, den Kiesrücken etc. die Bodenfeuchtigkeit so sehr vermindert, dass die in dieser Hinsicht anspruchsvolleren Laubhölzer nicht mehr recht zu gedeihen vermögen. Hierin liegt auch die Ursache für den Rückgang unserer alten Eichenbestände, wie er in erschreckend trauriger Weise uns gerade vor den Thoren Karlsruhes im Wildpark vor Augen tritt, und fast kein Baum zu finden ist, der noch eine volle, gesunde Krone hatte, sondern fast alle von oben herunter absterbend ihre todten Aeste, die sogenannten „Hirschhörner“, gegen Himmel strecken. Für diesen speziellen Fall kommt zur Erklärung des Rückgangs noch weiter hinzu, dass sich der Boden in Folge des lichten Standes der alten Stämme mit einem dichten Graswuchs überzogen hat, dessen filzigverwobenes Wurzelwerk die Regenniederschläge abfängt und sie ebenso wie die Zersetzungsprodukte des Humus für sich allein ausnutzt. Gerade auf ärmeren Böden ist aber eine höhere Bodenfeuchtigkeit sehr vortheilhaft, weil sie den Pflanzen erlaubt, die Nährstoffquellen eines grösseren Bereiches sich dienstbar zu machen. Da nun diese Böden an und für sich meist lockerer gefügt sind, eine geringere wasserhaltende Kraft haben, sind sie für die Erhaltung der Bodenfeuchtigkeit auf das Grundwasser und die meteorischen Niederschläge angewiesen. Diese Grasnarbe und die aushagernde Einwirkung des Windes bringen den Boden unter den gelichteten alten Eichenbeständen immer weiter herab, und lassen es allerdings fraglich erscheinen, ob nach den alten Eichen wieder eine neue Eichengeneration wird herangezogen werden können. Denn wenn man sich früher, ehe die Bodenverwilderung so weit gediehen war, zur Verjüngung der Eiche hätte entschlossen, was wohl aus Rücksicht auf die land-

schaftliche Schönheit unterblieb, oder zum Unterbau dieser Bestände mit Laubholz hätte schreiten können, der leider mit dem hohen Wildstand des Parkes unvereinbar ist, so würde das Sinken des Grundwasserspiegels allein die Nachzucht von Eichen wohl noch nicht unmöglich machen. Die Eiche hat bekanntlich eine sehr ausgeprägte Pfahlwurzel, mit der sie in grosse Tiefen hinabzusteigen vermag. Junge Pflanzen, die ein ziemlich hohes Anpassungsvermögen haben, werden daher voraussichtlich auch den jetzigen Grundwasserstand sich dienstbar machen können. Der Zustand der alten Stämme kann nicht als Gegenbeweis angeführt werden. Wie ja auch der menschliche Organismus zu versagen pflegt, wenn jemand in höherem Alter in ganz andere, zumal ungünstigere Verhältnisse versetzt wurde, so darf es nicht Wunder nehmen, dass diese 200jährigen, ausgelebten Stämme nicht mehr in der Lage waren, sich den neuen Verhältnissen anzupassen, als sie so plötzlich aufs Trockene gesetzt wurden.

Der andere Grund, welcher ausserhalb des Wildparkes hauptsächlich dazu beiträgt, die Bodenverhältnisse für die Laubhölzer ungünstiger zu gestalten, den Uebergang zur Kiefer nothwendig zu machen, ist die Ausdehnung der Streunutzung. Wir haben es hier mit einer erst spät entstandenen Nutzungsart zu thun, die in den Waldungen der unteren Rheinebene jedenfalls erst im Laufe des vorigen Jahrhunderts üblich wurde. In dem Bruchsaler Gebiet, dessen Verhältnisse mir speziell genauer bekannt sind, war sie vor 1740 fast unbekannt, nur gelegentlich sollen Laubdiebstähle vorgekommen sein. Ein Bedürfniss nach einer Abgabe von Streumaterial entstand auch erst, als der Bau von Handelsgewächsen sich auf Kosten des Getreidebaues immer mehr ausbreitete, die Einschränkung der Waldweide die Einführung der Stallfütterung herbeiführte; es wurde vermehrt durch eine finanzpolitische Massregel der bischöflichen Regierung, den Verkauf des Zehntstrohes an den Meistbietenden, wodurch dieses Material, das früher im Ort verkauft worden war, vielfach an auswärtige Händler kam. Sind dies die inneren Ursachen, welche zur Einführung der Streuabgabe drängten, so ist das äussere Moment, welches sie in den bischöflich speyrischen Waldungen schliesslich zu einer geregelten Nutz-

ungsform erhob, ein so eigenthümliches, dass ich es ihnen kurz mittheilen will. Es war nämlich der Wunsch des Fürstbischofs Kardinal v. Hutten, seine Jäger uniformiren zu können, ohne besondere Ausgaben aus der Staatskasse machen zu müssen. Daher ging er auf den Vorschlag seines Oberjägermeisters ein, künftig Laub gegen eine Taxe, von 16 Kr. für den Wagen abzugeben, und diese Einnahme der Uniformirungskasse zu überweisen. Als sich die Bauern über die Höhe der Taxe beschwerten, erklärte der Kardinal freilich, die Abgabe sei zu gunsten der Armen Leute, welche kein Stroh erzeugten, eingeführt worden; er liess es aber schliesslich doch bei der Bezahlung zu gunsten der Uniformirungskasse bewenden, nur die Art der Erhebung wurde etwas geändert. Dass ihm die Förderung der Landwirthschaft seiner Bauern nicht sehr wichtig war, zeigt sich darin, dass er befahl, von den Gemeinden, welche ihre Felder durch Zäune gegen das Wild schützten, eine höhere Holztaxe und ein höheres Weidgeld als von andern zu erheben, bis sie nachgäben und die Zäune entfernten.

Seitdem ist die Streunutzung in jenen Waldungen üblich geblieben, die Rücksicht auf die Landwirthe, welche ihren ganzen Betrieb auf diesen Zuschuss eingerichtet haben, verhindert auch heute noch ihre Aufhebung, so dass in der Lushardt z. Z. jährlich etwa 24000 cbm abgegeben werden. In Nothjahren wie 1893 ist die Abgabe natürlich noch viel grösser.

Die Streunutzung wirkt in zwei Richtungen sehr ungünstig auf die Bodenverhältnisse. Einmal werden in den Blättern und den daranklebenden Feinerdetheilen jene Nährstofftheile dem Walde entführt, welche in den Blättern im Herbste verbleiben und mit diesen wieder zu Boden gelangen. Nun ist der Betrag an mineralischen Nährstoffen, welcher jährlich zur Streuproduktion gebraucht wird, bei der Buche sechsmal, bei der Kiefer dreimal so gross als jener, den die jährliche Holzproduktion auf der gleichen Fläche beansprucht. Daher kommt es, dass, wo lediglich eine geregelte Holznutzung erfolgt, die oberen Bodenschichten eher eine Anreicherung an Nährstoffen erfahren, als einen Verlust, weil ja jährlich durch die Wurzeln aus der Tiefe neues Material

zugeführt wird, während die Streunutzung sehr schnell den Boden verarmen lässt.

Nicht minder wichtig sind die Nachteile der Streunutzung in physikalischer Beziehung. Die Laub- oder Nadeldecke schützt den Boden gegen die zusammenschlagende Wirkung des herniederfallenden Regens, die chemischen Umsetzungen, welche sich in ihr abspielen, bis das verwesende Blatt zu Humus und dieser zu Erde reduziert worden ist, verleihen ihm ein lockeres Gefüge, das der Wurzelathmung förderlich ist, die Bodenfeuchtigkeit wird durch sie geschützt und den Waldbäumen erhalten, nachtheilige Einwirkung von Wind und Sonne, von Temperaturextremen abgeschwächt. Meiner Ansicht nach ist in der Streunutzung die Hauptursache zu sehen, warum die Laubhölzer immer mehr aus den Waldungen der Rheinebene verschwinden, warum sich jener Wechsel vollzieht, über den ich mir erlaube, Ihnen einige Mittheilungen zu machen. Möge es gelingen, sie allmählich durch Einführung von Surrogaten entbehrlich zu machen, damit wir nicht schliesslich, wie das an einzelnen Orten Deutschlands leider schon der Fall ist, Bodenverhältnisse bekommen, wo selbst die genügsame Kiefer versagt, und das Resultat der menschlichen Wirthschaft eine ertragslose Sandeinoë ist.

Goethes Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft.

Vortrag von Dr. Walther May.

Im nächsten Monat feiert die gebildete Welt den 150. Geburtstag des grössten deutschen Dichters. Nur wenige werden sich wohl dabei bewusst werden, dass derselbe Mann, der die tiefsten Regungen der Menschenseele belauscht und verstanden hat, wie kaum ein Zweiter vor ihm oder nach ihm, auch gefeiert zu werden verdient als der ersten einer unter denen, die der Erforschung der Natur ihr Leben geweiht haben. Denn noch immer gibt es viele, die der Meinung sind, dass künstlerisches Schaffen und ästhetisches Geniessen unvereinbar seien mit verstandesmässiger wissenschaftlicher Forschung, ja, die in der Erkenntniss der Natur keine Förderung, sondern eine Beeinträchtigung der menschlichen Gemüthsbedürfnisse erblicken. Und andererseits ist die Zahl derer immer noch gross genug, die in übertriebener Werthschätzung der Fachgelehrsamkeit einem Dichter das Recht absprechen in wissenschaftlichen, speziell in naturwissenschaftlichen Fragen mitzureden. Und doch zeigt uns die Geschichte mehr als einen Geistesheroen, in dessen Leben Kunst und Wissenschaft sich zu gegenseitiger Förderung vereinten. Leonardo da Vinci verdanken wir wichtige Fortschritte in den mechanischen und astronomischen Wissenschaften; er gab als erster eine physikalische Erklärung des aschgrauen Mondlichts, das an den Tagen nach Neumond die helle Mondsichel zur Scheibe ergänzt. Michel Angelo vertiefte sich Jahrzehnte hindurch in das Studium der menschlichen Anatomie und erwarb sich in dieser Wissenschaft Kenntnisse, die weit über die Bedürfnisse des Künstlers hinausgingen. Und Adalbert

von Chamisso, der gefühlvolle Dichter von „Frauenliebe und Leben“ begleitete als Naturforscher eine wissenschaftliche Reise um die Erde und machte die bedeutungsvolle Entdeckung des Generationswechsels bei den Salpen, allerdings auch unverstanden und unbeachtet von seinen wissenschaftlichen Zeitgenossen.

Bei keiner andern historischen Persönlichkeit aber haben sich künstlerisches Schaffen, ästhetisches Geniessen und wissenschaftliches Denken zu schönerem Bunde vereint als bei Goethe. In seinem universalen Wesen verschmelzen diese verschiedenen Elemente zu einer natürlichen Einheit, sich gegenseitig ergänzend und befruchtend. Goethe suchte und fand in der Natur die Befriedigung der Bedürfnisse eines Gemüthes und seines Geistes, er suchte ihr Wesen zu erfassen auf verschiedenen Wegen und mit mannigfachen Mitteln. Sein tiefes Naturgefühl ist ein Grundzug seines Wesens, für den sich bereits in seiner frühesten Jugend Zeugnisse nachweisen lassen. Jeder von Ihnen kennt die Stelle in Dichtung und Wahrheit, wo Goethe von dem pantheistischen Naturgottesdienst erzählt, zu dem der siebenjährige Knabe durch theologische Gespräche unter seinen Verwandten veranlasst wurde. Dem grossen Gotte der Natur wollte er seine Huldigung darbringen; und dies glaubte er am besten dadurch erreichen zu können, dass er ihm aus Naturprodukten, aus Steinen und Muscheln auf dem schönen rothlackirten Musikpult seines Vaters einen Altar errichtete und auf seiner Spitze ein Räucherkerzchen durch die Strahlen der aufgehenden Sonne entzünden liess. Wenn irgendwo, so lag hier ein tiefer Sinn im kindschen Spiel!

Und dasselbe Naturgefühl, das den Knaben zu diesen pantheistischen Andachtsübungen veranlasst, begeistert später den Jüngling und Mann zu jenen unvergleichlichen Schöpfungen der Lyrik, die wir nie lesen können, ohne tief von der Herrlichkeit der Schöpfung durchdrungen zu werden. Alle Empfindungen, die die Natur in dem Herzen eines empfänglichen Menschen anzuregen vermag, sind in dieser Lyrik zum Ausdruck gebracht. Wenn es wahr ist, was Goethe von der Natur sagt, dass sie keine Sprache noch Rede habe, wohl aber Zungen und Herzen schaffe, durch die sie fühlt und spricht, so war er eine solche Zunge, so war er ein solches

Herz. Welche Wonne, welche jubelnde Seligkeit des Herzens spricht nicht aus den Worten seines Mailiedes:

Wie herrlich leuchtet
Mir die Natur!
Wie glänzt die Sonne!
Wie lacht die Flur!

Es dringen Blüten
Aus jedem Zweig,
Und tausend Stimmen
Aus dem Gesträuch.
Und Freud und Wonne
Aus jeder Brust.
O Erd, o Sonne,
O Glück, o Lust!

Und welche Lebenskraft und Lebensfülle muss Goethe empfunden haben, als er auf dem Züricher See die Worte schrieb:

Und frische Nahrung, neues Blut
Saug ich aus freier Welt,
Wie ist Natur so hold und gut,
Die mich am Busen hält.

Das Sicheinsfühlen mit der Natur, die Harmonie zwischen Innerm und Aeusserm, die Goethes Wesen so herrlich charakterisirt, ist hier zu vollendetstem Ausdruck gebracht. Und weil Goethe selbst zu den Auserwählten gehörte, die dieser Harmonie theilhaftig sind, deshalb war er auch im Stande, diesen Einklang andern Wesen nachzuempfinden. Keiner hat das Wonnegefühl der Kreatur, die sich in ihrem Elemente fühlt, keiner hat das Wesen der Anpassung tiefer erfasst und vollendeter zu dichterischem Ausdruck gebracht als Goethe: „Ach wüsstest du, wies Fischlein ist, so wohligh auf dem Grund“, in diesen Worten ist alles gesagt, was über dies Thema gesagt werden kann. Freilich haben trockene Pedanten auch an diesem Wort des Genius zu mäkeln gesucht und dem Dichter entgegengehalten, dass das Fischlein auf dem Grund im Kampf ums Dasein gar vielen Gefahren ausgesetzt sei und wohl selten zu diesem Wonnegefühl gelange. Als ob Goethe den Kampf ums Dasein nicht gekannt hätte! Aber er stellt hier den Fisch in seinem kühlen Element in Gegensatz zu dem Fisch, der diesem Element entrissen und

an die „Todesgluth“ der Luftregion versetzt wird. Im Wasser fühlt sich der Fisch wohl, weil er im Wasser athmen, im Wasser leben kann, weil das Wasser sein Element ist. Und wie der Fisch im Wasser, so der Vogel in der Luft. Die hoch in den Lüften schwebende Lerche, der um die höchsten Bergesgipfel kreisende Adler lassen den Menschen, der sich seiner Beschränktheit bewusst ist, Sehnsucht empfinden nach jenen Höhen, weil er die Empfindung hat, dass dort Organismus und Medium im Einklang sind:

Doch ist es jedem eingeboren,
 Dass sein Gefühl hinauf und vorwärts dringt,
 Wenn über uns, im blauen Raum verloren,
 Ihr schmetternd Lied die Lerche singt,
 Wenn über schroffen Fichtenhöhen
 Der Adler ausgebreitet schwebt,
 Und über Flächen, über Seen
 Der Kranich nach der Heimath strebt.

In den Briefen, die Goethe aus Italien an Frau von Stein schrieb, findet sich eine Stelle, die zu dem Schönsten und Tiefsten gehört, was je über das Wesen der Anpassung geschrieben worden ist: „Ich kehre noch einmal ans Meer zurück! Dort hab ich heut die Wirthschaft der Seeschnecken, Patellen, der Taschenkrebse gesehen und mich herzlich darüber gefreut. Was ist doch ein Lebendiges für ein köstlich herrliches Ding. Wie abgemessen zu seinem Zustande, wie wahr! wie seyend! Und wieviel hilft mir mein bischen Studium, und wie freu ich mich es fortzusetzen.“

Viele Jahre später hat Goethe demselben Gedanken in detaillirterer und wissenschaftlicherer Form in seiner Elegie über die Metamorphose der Thiere Ausdruck verliehen:

Zweck sein selbst ist jegliches Thier, vollkommen entspringt es
 Aus dem Schoos der Natur und erzeugt vollkommene Kinder.
 Alle Glieder bilden sich aus nach ewgen Gesetzen,
 Und die seltenste Form bewahrt im Geheimen das Urbild.
 So ist jeglicher Mund geschickt die Speise zu fassen,
 Welche dem Körper gebührt, es sei nun schwächlich und zahnlos
 Oder mächtig der Kiefer gezähnt, in jeglichem Falle
 Fördert ein schicklich Organ den übrigen Gliedern die Nahrung.
 Auch bewegt sich jeglicher Fuss, der lange, der kurze,
 Ganz harmonisch zum Sinne des Thiers und seinem Bedürfniss.

So ist jedem der Kinder die volle reine Gesundheit
 Von der Mutter bestimmt: denn alle lebendigen Glieder
 Widersprechen sich nie und wirken alle zum Leben.
 Also bestimmt die Gestalt die Lebensweise des Thieres,
 Und die Weise zu leben, sie wirkt auf alle Gestalten
 Mächtig zurück. —

Aber nicht nur die Welt des Lebendigen, auch die sogenannte leblose Natur hat den Dichter begeistert zu poetischem Schaffen. Das Wasser in seinen verschiedenen Erscheinungsformen ist Gegenstand vieler seiner Dichtungen. Im „Fischer“ ist es die magische Gewalt der Himmel und Gestirne spiegelnden Wasserfläche, im „Gesang der Geister über den Wassern“ der donnernd dahintosende Gebirgsbach, in „Mahomets Gesang“ der Lebenslauf des Stromes vom Quell bis zur Mündung. Und von der Erde hebt der Dichter den Blick zum Himmel und besingt der Wolken Spiel, der Gestirne Pracht. Er verlässt sein einsames Gartenhaus im Weimarer Park und wandert über die Wiese zu dem jenseits der Ilm gelegenen Borkenhäuschen. Er taucht sich in die Sonne, badet sich im Mond:

Und ich geh meinen alten Gang
 Meine liebe Wiese lang,
 Tauche mich in die Sonne früh,
 Bad ab im Mond des Tages Müh.

Dann wieder weilt er auf den Schlössern des lieblichen Dornburg bei Jena und überschaut von dem hohen steilen Muschelkalkfelsen aus das weite Himmelsgewölbe. Dem aufgehenden Vollmond sendet er seinen Gruss:

Willst du mich sogleich verlassen?
 Warst im Augenblick so nah!
 Dich umfinstern Wolkenmassen,
 Und nun bist du gar nicht da!

Doch du fühlst, wie ich betrübt bin,
 Blickt dein Rand herauf als Stern!
 Zeugest mir, dass ich geliebt bin,
 Sei das Liebchen noch so fern.

So hinan denn! hell und heller,
 Reiner Bahn in voller Pracht!
 Schlägt mein Herz auch schmerzlich schneller,
 Ueberselig ist die Nacht.

Und die Grösse und Schönheit der Natur sind dem Dichter eine Gewähr für die Grösse und Schönheit des menschlichen Wesens:

Und wenn mich am Tag die Ferne
Blauer Berge sehulich zieht,
Nachts das Uebermaass der Sterne
Prächt'ig mir zu Häupten glöh't,

Alle Tag und alle Nächte
Rühm ich so des Menschen Loos,
Denkt er ewig sich ins Rechte
Ist er ewig schön und gross.

Es wäre eine lohnende Aufgabe, die Entwicklung des Goethischen Naturgefühls durch die Reihe seiner lyrischen Dichtungen zu verfolgen. Aber auch seine meisterhafte Prosa weiss dem Ausdruck dieses Gefühls gerecht zu werden. Ich denke hier vor allem an jenen gewaltigen Dithyrambus an die Natur, den Goethe in seinem 33. Lebensjahre niederschrieb. In ihm vereint sich die poetische Kraft und der dichterische Schwung der alten jüdischen Propheten mit der gesunden Naturverehrung der alten Hellenen und dem tiefen Ideengehalt modern naturwissenschaftlicher Erkenntniss. Wenn man mich fragen würde, in welcher von Goethes Dichtungen sein ganzes Wesen am konzentriertesten sich ausprägt, wo die dichterische Kraft seiner Phantasie und die Meisterschaft seines Prosastils, wo der Ideengehalt seiner Wissenschaft und die Humanität seiner Weltanschauung am vollendetsten sich offenbaren, so würde ich ohne Bedenken jene köstliche Gabe Goethes nennen, die den bescheidenen Titel trägt: „Die Natur“. In Thesen und Antithesen schreitet dieses Hohelied des Pantheisten vorwärts. Eine innige Versenkung in das Wesen der Natur spricht aus jeder Zeile. Ganz giebt sich Goethe der Natur hin, ganz überlässt er sich ihr: „Sie hat mich hineingestellt, sie wird mich auch hinausführen. Ich vertraue mich ihr. Sie mag mit mir schalten, sie wird ihr Werk nicht hassen. Ich sprach nicht von ihr, nein, was wahr ist und was falsch ist, alles hat sie gesprochen, alles ist ihre Schuld, alles ist ihr Verdienst.“

Wer so mit und in der Natur lebte und webte, der musste auch das Streben besitzen, diese Natur in ihrem Wesen kennen zu lernen, ihre Geheimnisse zu enthüllen und ihre ewigen Gesetze zu erforschen. Und thatsächlich bildet dieses Streben, den Schleier der Isis zu lüften, einen der hervorstechendsten Züge in dem Charakter unseres grossen Dichters. Mit einem Eifer, einer Beharrlichkeit und einer Hingebung, die einem Naturforscher von Beruf Ehre gemacht haben würden, hat Goethe die Erscheinungen der Natur beobachtet, überdacht und zu begreifen versucht:

Freudig war, vor vielen Jahren,
Eifrig so der Geist bestrebt,
Zu erforschen, zu erfahren
Wie Natur im Schaffen lebt.

Seine ganze Denkweise wies den Dichter auf das Studium der Natur hin und machte es ihm gewissermassen zu einem nothwendigen Bedürfniss. Sein Denkvermögen war ein anschauliches, oder, wie sich Heimroth in seiner Anthropologie zu Goethes Freude so treffend ausgedrückt hat, ein gegenständliches. Nichts hasste Goethe mehr als Worte, denen kein anschaulicher Begriff zu Grunde liegt, bei denen sich nichts denken lässt. Ich brauche nur an die Stelle im Faust, wo Mephistopheles dem arglosen Schüler gegenüber so beissende Satiren auf die Methoden des akademischen Unterrichts ausspricht, zu erinnern, um diese Geisteseigenschaft Goethes zu illustriren. Faust selbst gibt in seinen verschiedenen Monologen zu erkennen, dass all sein Dichten und Trachten dahin geht, zur unmittelbaren Anschauung der Dinge vorzudringen, damit er nicht mehr dazu verurtheilt sei, in Worten zu kramen und mit saurem Schweiss zu sagen brauche, was er nicht weiss. Und dasselbe Streben finden wir bei Goethe. Alle Briefe, die er aus Italien nach Weimar schrieb, sind durchdrungen von der hohen Freude des Verfassers darüber, dass er nun alles, was er bisher nur dem Worte und der Tradition nach gekannt habe, aus eigener Anschauung kennen lernen könne. „Wie glücklich bin ich“, schreibt er, „dass nun alle diese Namen aufhören, Namen zu sein und lebendige Begriffe nach und nach vollständig werden“.

Dieser konkreten Richtung des Goetheschen Geistes mussten die Naturwissenschaften in hohem Grade entsprechen. Schon in seiner frühesten Jugend fühlte er, wie er uns in Dichtung und Wahrheit erzählt, einen „Untersuchungstrieb gegen natürliche Dinge“. Noch in seinem Alter erinnert er sich, wie er als Kind Blumen zerpfückt, um zu sehen wie die Blätter in den Kelch, und Vögel gerupft, um zu beobachten, wie die Federn in die Flügel eingefügt seien. Ein bewaffneter Magnetstein und eine Elektrisirmaschine beschäftigten lebhaft den Geist des Knaben. Später, in seiner Studienzeit, ist ihm manche Anregung durch seinen Verkehr mit Medizinern zu Theil geworden. Bei Hofrath Ludwig in Leipzig hörte er beim Mittagstisch fast kein anderes Gespräch als von Medizin und Naturgeschichte und die Namen Haller, Linné, Buffon mit grosser Verehrung nennen. Auch in Strassburg waren die meisten seiner Tischgenossen Mediziner, die sich über die Gegenstände ihres Studiums lebhaft unterhielten, was Goethe veranlasste, anatomische, chemische und klinische Vorlesungen zu hören. Auch die Elektrizitätslehre, die kurz vorher durch Franklins Entdeckung von der elektrischen Natur des Blitzes bedeutend gefördert worden war, beschäftigte ihn in Strassburg. Bereits vorher hatte er während seiner Krankheit in Frankfurt alchemistische Studien getrieben und nach der jungfräulichen Erde geforscht, Studien, die insofern förderlich für ihn waren, als sie ihn veranlassten, die chemischen Werke Boerhaves zu lesen, die ihn mächtig anzogen. Hier und da findet sich auch, wie Goethe in der Geschichte seines botanischen Studiums erzählt, in seinen früheren Schriften „ein Anklang von einem ernsten Drange, das ungeheure Geheimniss, das sich in stetigem Schaffen und Zerstören an den Tag gibt, zu erkennen“. Aber in die Sphäre der eigentlichen strengen Wissenschaft und des systematischen Studiums trat Goethe doch erst in seinem dreissigsten Lebensjahre in Weimar, als das stürmische Wesen und der titanenhafte Charakter des jugendlichen Dichters sich zu krystallisiren anfangen und er den erhabenen Entschluss fasste

Sich vom Halben zu entwöhnen
 Und im Ganzen, Guten, Schönen
 Resolut zu leben.

Jetzt hatte er das Bedürfniss, seinem Geist und Denken eine sichere Grundlage zu geben, und diese konnte er, seinem ganzen Charakter nach, nur im Studium der Natur finden. Die Naturwissenschaften sind im seit dieser Zeit treue Führer durch sein ganzes späteres Leben geblieben, und in schweren Zeiten gereichten sie ihm zum Trost und zur Erquickung. „Wie an einem Balken im Schiffbruch halte ich mich an diesen Studien fest“, schreibt er einmal. Wer daher den ganzen Goethe kennen lernen will, darf sich nicht auf das Studium seiner dichterischen Werke beschränken, sondern muss auch seine naturwissenschaftlichen Arbeiten berücksichtigen.

Ein berühmter Physiologe hat zwar vor einer Reihe von Jahren in einem Vortrag über „Goethe und kein Ende“ die Behauptung aufgestellt, dass Goethe die Naturwissenschaft nur zur Ausfüllung der Pausen in seiner dichterischen Thätigkeit benutzt habe, womit im Wesentlichen gesagt sein soll, dass die naturwissenschaftliche Beschäftigung für Goethe eine Nebenbeschäftigung war, die sein innerstes Wesen nicht berührte. Eine solche Behauptung ist noch unverständlicher als die Meinung so vieler engherziger Fachgelehrten, die Goethes naturwissenschaftlichen Arbeiten jeden wissenschaftlichen Werth absprechen. Viele, die nicht selbst aus dem unerschöpflichen Born Goethischer Naturweisheit geschöpft haben, sind durch solche Behauptungen irreführt worden, und es muss daher immer wieder betont werden, dass gerade die grössten Forscher Goethes Bestrebungen auf diesem Gebiet freudig begrüsst und anerkannt haben. Zu Goethes Lebzeiten war es vor Allem Alexander v. Humboldt, der bei den verschiedensten Gelegenheiten zu erkennen gab, wie hoch er die naturwissenschaftlichen Arbeiten des Dichters schätze und wieviel er ihnen verdanke. Als ein Zeichen dieser seiner Verehrung für den Naturforscher Goethe widmete er ihm den ersten Band seines amerikanischen Reisewerks, die berühmten „Ideen zu einer Geographie der Gewächse“ mit einem von Thorwaldsen gezeichneten Widmungsblatt: der Genius der Poesie, ein lorbeerbekränzter Apoll lüftet den Schleier der Isis, zu deren Füssen ein aufgeschlagenes Buch liegt mit der Aufschrift: die Meta-

morphose der Pflanze, womit angedeutet werden sollte, dass es auch dem Dichter vergönnt sei, den Schleier der Natur zu heben. In unserer Zeit haben dann vor Allem Helmholtz, Virchow, Oskar Schmidt und Haeckel die naturwissenschaftliche Thätigkeit Goethes; auf ihren eigenen Forschungsgebieten eingehend gewürdigt und von den verschiedensten Seiten aus beleuchtet. Eine reiche Literatur über Goethe als Naturforscher ist auf diese Weise entstanden, und die Titel der betreffenden Schriften: Goethe als Botaniker, als Osteolog, als Anatom, als Physiker, als Geograph etc. lassen bereits die ausserordentliche Vielseitigkeit und Mannigfaltigkeit der naturwissenschaftlichen Studien des Dichters erkennen. Und thatsächlich beziehen sich die naturwissenschaftlichen Arbeiten Goethes auf fast alle Zweige naturwissenschaftlicher Forschung.

Fast gleichzeitig begann Goethe Ende der siebziger und Anfang der achtziger Jahre des vorigen Jahrhunderts seine mineralogischen, botanischen und osteologischen Studien. Im Jahre 1779 lernte er auf seiner zweiten Schweizerreise den berühmten Geologen und Meteorologen Saussure kennen, der ihn für die Mineralogie gewann. Auch die Wiedereröffnung des Ilmenauer Bergbaues, für die sich Goethe lebhaft interessirte, veranlasste ihn, sich mineralogischen Studien zu widmen. Bis in seine letzten Lebensjahre hat er diese dann mit grösstem Eifer fortgesetzt, wodurch er nicht selten den Unwillen Herders und seiner andern Freunde erregte, die nicht begreifen konnten, wie er an dem tauben und todten Gestein so viel Freude haben könne. Goethe liess sich dadurch natürlich nicht abschrecken, sondern „erlustigte sich wacker auf gut bergmännisch“, wo er nur Gelegenheit dazu hatte. Auf allen seinen Reisen trieb er Mineralogie und suchte sich mit den geognostischen Verhältnissen der Gegenden, durch die er kam, vertraut zu machen. Kein Berg war ihm zu hoch, kein Schacht zu tief, kein Stollen zu niedrig und keine Höhle labyrinthisch genug, wenn es galt, neue Erfahrungen zu machen. Seine mineralogischen Sammlungen vermehrte er auf jeder Wanderung, nachdem ihm die italienische Reise die erste bedeutendere Ausbeute geliefert hatte. Obgleich er sich beim Antritt der Reise fest vorgenommen hatte, sich nicht mit Steinen zu schleppen, so

konnte er doch dem Verlangen nicht widerstehen, jedes merkwürdige Stück mitzunehmen, ja, es kostete ihm Mühe, Augen und Begierde an ein kleineres Maass zu gewöhnen. „Kaum nahe ich mich den Bergen“, schreibt er, „so werde ich schon wieder vom Gestein angezogen. Ich komme mir vor wie Antäos, der sich immer neu gestärkt fühlt, je kräftiger man ihn mit seiner Mutter Erde in Berührung bringt“.

Wohl die reichste mineralogische Förderung und Ausbeute lieferten dem Dichter seine zahlreichen Kuraufenthalte in den böhmischen Bädern in den letzten dreissig Jahren seines Lebens. Namentlich war Karlsbad sein Lieblingsort:

Was ich dort gelebt, genossen,
Was mir all dorthier entsprossen,
Welche Freude, welche Kenntniss
Wär ein allzulang Geständniss,

diese Worte beziehen sich wesentlich auf seine in Karlsbad getriebenen mineralogischen und geologischen Studien und seinen anregenden persönlichen Verkehr mit bedeutenden Mineralogen und Geologen, wie Werner und Leopold v. Buch.

Wenn man Goethes wohlgeordnete mineralogische Sammlung im Weimarer Goethehaus durchwandert, so staunt man über den Riesenfleiss, mit dem sich dieser Mann in dieses ihm doch eigentlich fernerliegende Gebiet eingearbeitet hat. Da finden wir die Gesteine Thüringens, des Harzes, Böhmens, die zahlreichen Marmorarten Italiens, eine schöne Sammlung von Saalekieseln und zahlreiche palaeontologische Funde aus den berühmten diluvialen Ablagerungen von Taubach bei Weimar. Wer das gesehen hat, der lächelt wohl unwillkürlich über die Meinung derer, die in Goethes Naturwissenschaft nur phantastische Spekulationen eines Dichters erblicken.

Verlässt man dann Goethes fürstliches Wohnhaus in der Stadt und lenkt seine Schritte zu dem herrlichen Park an den Ufern der Ilm, wo Goethes bescheidenes Gartenhäuschen Zeugnis ablegt von dem tiefen Natursinn seines einstigen Bewohners, so wird man an eine neue Sphäre der naturwissenschaftlichen Strebungen des Dichtersfürsten erinnert, an seine mit Leidenschaft betriebenen botanischen Studien. Die Bäume des Parks, in deren Schatten es sich heute gar

lieblich ruhen und wandeln lässt, hat Goethe zum grossen Theil selbst gepflanzt:

Schlanker Bäume grüner Flor,
 Selbstgeplanter wuchs empor,
 Geistig ging zugleich all dort
 Schaffen, Hegen, Wachsen fort.

Diese gärtnerische Thätigkeit trug viel dazu bei, Goethe auch für die wissenschaftliche Botanik zu interessiren. Linnés Terminologie und Gessners Dissertationen begleiteten ihn damals auf Wegen und Stegen, auch war Linnés Philosophie der Botanik sein tägliches Studium. Er selbst bekennt, dass neben Shakespeare und Spinoza Linné den grössten Einfluss auf ihn ausgeübt habe und zwar hauptsächlich durch den Widerspruch, den er in ihm durch sein künstliches System erregt habe. Grossen Vortheil brachte ferner die Nähe der Universität Jena, wo Ruppes Flora Jenensis ein freies frohes Naturstudium einleitete, an dem sich auch aufgeweckte Landleute aus der Umgegend in ihrer Weise beteiligten, indem sie alles Blühende aus der Nähe und Ferne herbeischafften und den Interessenten überreichten.

Alle diese Einzelheiten hat uns Goethe selbst in einer kleinen bewundernswürdigen Abhandlung über die Geschichte seines botanischen Studiums erzählt, einer Abhandlung, von der ein französischer Forscher sagt, dass sie fast den Reiz der Bekenntnisse Rousseaus besitze, aber reiner und instruktiver sei als diese.

Auch über den Gang seiner anatomischen Studien hat uns Goethe vielfach in seinen biographischen Aufzeichnungen berichtet. Da erfahren wir unter anderm, dass er im Jahre 1794 mit seinem Freunde Meyer in der Morgenfrühe im tiefsten Schnee nach der Universität wanderte, um in einem fast leeren anatomischen Auditorium Loders Vorlesungen über Bänderlehre zu hören. Loder, Professor der Anatomie an der Universität Jena, war es überhaupt, der ihn in die Anatomie, speziell die Osteologie einführte. Goethe selbst übte sich im Präpariren und Skelettiren, und noch heute kann man in der Sammlung der Jenaer Anatomie einen Schrank bewundern, in dem von Goethe eigenhändig präparirte Skelette kleinerer Säugethiere und Vögel aufgestellt sind. Also auch hier keine müssige Spekulation, sondern tiefes, ernstes eindringendes Studium.

Etwas später als die eben erwähnten Studien begann Goethes eingehendere Beschäftigung mit der Optik. Die Veranlassung dazu hat er uns selbst in dem letzten Kapitel seiner Geschichte der Farbenlehre erzählt. In seinen poetischen Bestrebungen erblickt er die Wurzel seiner optischen. Obgleich Goethe aus innerstem Drange dichtete, fühlte er doch das Bedürfniss, sich über die Theorie der Dichtkunst aufzuklären. Was er darüber in Büchern fand und von den Lehrstühlen hörte, konnte ihn nicht befriedigen, und so wandte er sich zur bildenden Kunst, um möglicherweise von den Gesetzen und Regeln dieser auf jene der Dichtkunst schliessen zu können. Die italienische Reise förderte ihn sehr in dieser Hinsicht, nur über einen Punkt konnte er sich nicht klar werden: über die Technik des Kolorits. Nach Weimar zurückgekehrt, verfolgte er diese Probleme weiter und kam zu der Ueberzeugung, dass man den Farben als physischen Phänomenen zunächst von Seiten der Natur beikommen müsse, wenn man in Bezug auf Kunst etwas über sie gewinnen wolle. Er las deshalb den betreffenden Abschnitt in einem Kompendium der Physik, konnte aber aus der Lehre, die er hier vorfand, nichts für seinen Zweck entnehmen. Er wollte aber den Newtonschen Versuch von der Zerlegung des weissen Lichtes in die prismatischen Farben wenigstens selbst sehen und entlieh zu diesem Zweck den nöthigen Prismenapparat von Hofrath Büttner in Jena. Es fehlte nun nur noch an einer dunklen Kammer, die aber infolge mannigfacher Abhaltung Goethes nicht zu Stande kommen wollte. Büttner wurde ungeduldig und schickte einen Boten nach Weimar, um die Prismen zu holen. Schon hatte Goethe den Kasten hervorgeholt, um ihn dem Boten zu überreichen, als ihm einfiel, er wolle doch wenigstens einmal durch ein Prisma hindurchsehen, was er seit seiner frühesten Jugend nicht gethan hatte. Er hielt das Glas vor das Auge und hoffte nun die ganze weisse Wand seines Zimmers mit farbigen Bildern bedeckt zu finden. Zu seinem grossen Erstaunen blieb aber die Wand nach wie vor weiss und zeigte sich nur an den Rändern, wo sie an ein Dunkles stiess, mehr oder weniger lebhaft gefärbt. Goethe rief sofort aus, die Newtonsche Lehre sei falsch.

Diese eine flüchtige Beobachtung war die Veranlassung zu Goethes Jahrzehnte lang mit Rieseneifer betriebenen optischen Studien, deren Resultate er schliesslich in seiner dreibändigen Farbenlehre niederlegte, die sich die Widerlegung der Newtonschen Lehre von der Zusammensetzung des weissen Lichtes aus farbigen Strahlen zur Aufgabe macht. Wir wissen heute Alle, dass Goethe sich hier im Irrthum befand. Aber bewundern müssen wir auch hier die unermüdete Verfolgung des einen Ziels durch viele Jahre hindurch, die hingebende Liebe und das begeisterte Interesse für eine Sache, die nach seiner Ansicht der Erforschung der Wahrheit diente. Und wenn wir auch tief die Goethe sonst so fernliegende beispiellos heftige und ungerechte Polemik gegen Newton und seine Schule beklagen, weil sie einen Schatten wirft auf das sonst so reine Bild des Dichtersfürsten, so müssen wir doch andererseits das wirklich Grosse und Schöne, das auch in der Farbenlehre enthalten ist, anerkennen. Kein Geringerer als Johannes Müller spricht von grossen Verdiensten Goethes um die Farbenlehre, die zwar nicht die Hauptfrage nach den Ursachen der prismatischen Farben, wohl aber die Lehre von den physiologischen Farben, die moralisch-ästhetischen Wirkungen der Farben und die Geschichte der Farbenlehre betreffen.

Schliesslich sei noch kurz an Goethes meteorologische Studien erinnert. Wetterbeobachtungen gehörten mit zu den Lieblingsbeschäftigungen des grossen Mannes, und zu Zeiten betrieb er sie mit einer wahren Leidenschaft. Namentlich interessirte er sich für die von dem Engländer Luke Howard begründete Klassifikation der Wolkenformen, die durch ihn in Deutschland populär wurde. Goethe schrieb eine eigene Abhandlung über diesen Gegenstand und verherrlichte auch dichterisch den Begründer dieser Lehre, den „Mann, der Wolken unterschied“:

Er aber, Howard, gibt mit reinem Sinn
 Uns neuer Lehre herrlichsten Gewinn:
 Was sich nicht halten, nicht erreichen lässt,
 Er fasst es an, er hält zuerst es fest,
 Bestimmt das Unbestimmte, schränkt es ein,
 Benennt es treffend! Sei die Ehre dein!
 Wie Streife steigt, sich halbt, zerflattert, fällt,
 Erinne dankbar deiner sich die Welt.

Es kann nicht meine Aufgabe sein, in diesem kurzen Vortrag die verschiedenen soeben angedeuteten Seiten der naturwissenschaftlichen Thätigkeit Goethes im Einzelnen zu beleuchten. Nur die grossen leitenden Ideen, die der allgemeinen Naturanschauung des Dichters zu Grunde liegen, will ich hier kurz zu charakterisiren versuchen. Ein grosser Gedanke ist es, der die sämmtlichen morphologischen Arbeiten Goethes durchdringt: der Gedanke der Einheit der organischen Natur. Für Goethe war die Natur ein lebendiges, in sich zusammenhängendes Ganzes, in dem alles in beständiger Wechselwirkung steht, in dem keine schroffen Grenzen und Abstufungen existiren.

Und es ist das ewige Eine,
Das sich vielfach offenbart.

Ueberall sucht Goethe dieses Eine im Wechsel der Erscheinungen, überall sucht er nach der Grundform der Dinge. Seine anatomischen Studien führten ihn bald zu dem hochbedeutungsvollen und eminent fruchtbaren Gedanken eines anatomischen Typus, auf den sich die Gestalten aller Wirbelthiere zurückführen lassen. Dieser Gedanke war das Ergebniss seiner mit Meisterschaft gehandhabten vergleichenden Methode. Goethe ist zwar nicht als der einzige, vielleicht nicht einmal als der erste Begründer dieser Methode anzusehen, aber jedenfalls gebührt im das Verdienst, sie klar erfasst, selbständig angewendet und mit Nachdruck auf ihre hohe Bedeutung und Fruchtbarkeit hingewiesen zu haben. Die Idee des Typus und die vergleichende Methode waren eine Errungenschaft des ganzen Goethischen Zeitalters, und bereits 1780 hat der französische Anatom Vicq d'Azyr ihre leitenden Grundsätze entwickelt, ohne dass jedoch Goethe etwas davon wusste. Peter Camper amüsirte in seinen populären Vorträgen seine Zuhörer damit, dass er einen Hund in ein Pferd, das Pferd in eine schöne Frauengestalt verwandelte. Er drang ferner darauf, im Gehirn des Fisches das des Menschen zu sehen und sagte, er sei so in die Studien über Wale und deren Vergleichung mit der menschlichen Bildung vertieft, dass ihm alle Mädchen, hübsche und hässliche, nur noch als Delphine und Cachelots erschienen.

Also auch Camper hatte die Idee des Typus. Damit werden aber Goethes Verdienste nicht aufgehoben. Er war wohl der konsequenteste Vertreter der Typusidee, und bei ihm fand sie den prägnantesten und vielseitigsten Ausdruck. Das beweist sein „Entwurf einer allgemeinen Einleitung in die vergleichende Anatomie“, das beweist vor allem seine berühmte Entdeckung des Zwischenkieferknochens beim Menschen, die eine Folge der Typusidee war.

Bei Thierschädeln fällt es sehr leicht in die Augen, dass die obere Kinnlade aus mehr als einem Paar Knochen besteht. Ihr vorderer Theil wird durch sehr deutlich sichtbare Nähte mit dem hintern Theil verbunden und macht ein Paar besondere Knochen aus, die die Schneidezähne tragen. Dieser vorderen Abtheilung der obern Kinnlade haben die Anatomen den Namen *os intermaxillare*, Zwischenkieferknochen gegeben, weil er sich zwischen die beiden Hauptknochen der obern Kinnlade einschiebt. Beim Schädel des erwachsenen Menschen ist dieser Zwischenkieferknochen weniger deutlich bemerkbar, indem er fast vollständig mit dem eigentlichen Oberkieferknochen verwachsen ist. Aus diesem Grunde war die Existenz oder Nichtexistenz dieses Knochens der Gegenstand eines durch Jahrhunderte fortgesetzten Streites zwischen den bedeutendsten Anatomen. Galenus, der Begründer der vergleichenden Anatomie, war der Meinung, dass auch der Mensch einen Zwischenkieferknochen besitze. Er erwähnt ihn in seinem Büchlein „*de ossibus*“ bei der Beschreibung des Menschenschädels, indem es sagt, das Wangenbein enthalte die Alveolen aller Zähne mit Ausnahme der Schneidezähne. Doch bleibt es zweifelhaft, ob er den Knochen am Menschenschädel selbst gesehen hat. Ihm gegenüber behauptete im vorigen Jahrhundert der berühmte Anatom Vesalius das Fehlen des Intermaxillarknochens beim Menschen. In der Zeichnung, die er von der Basis des Menschenschädels gibt, ist zwar die Naht, die den Zwischenkieferknochen vom Oberkieferknochen trennt, deutlich angegeben; Vesalius meint aber, sie dringe nirgends so tief durch, dass man annehmen könne, der obere Kinnladenknochen werde dadurch in zwei getheilt. Galenus habe seine Beobachtungen nur an Thierschädeln gemacht. Um den Galenus zu rechtfertigen, brachten nun

seine Verehrer die seltsamsten Dinge vor. So behauptete Jakob Sylvius, der Mensch hätte früher einen Zwischenkieferknochen besessen, ihn aber nach und nach durch Verweichlichung und zunehmenden Luxus verloren. Dem gegenüber bemühte sich wieder Renatus Hener aus der alten Geschichte zu erweisen, die alten Römer hätten schon gerade so liederlich gelebt wie die heutige Welt.

Zu Goethes Zeit waren alle bedeutenden Anatomen, wie Camper, Sömmering und Blumenbach der Ansicht, dass dem Menschen der Zwischenkieferknochen fehle. Camper meinte sogar, das Fehlen des Zwischenkieferknochens beim Menschen sei der einzige wesentliche anatomische Unterschied zwischen dem Menschen und dem Affen, wobei er nicht bedachte, dass dem Chimpansen der betreffende Knochen gerade so weit und so gut fehlt als dem Menschen. Diesen bedeutenden Autoritäten gegenüber behauptete nun Goethe, gestützt auf seine allgemeine Vorstellung von der Einheit der organischen Natur und auf seine Idee des anatomischen Typus, dass auch der Mensch einen Zwischenkieferknochen besitzen müsse. Es wollte ihm durchaus nicht in den Sinn, dass der Mensch einen Ausnahme von den übrigen Säugethieren machen, dass er Schneidezähne haben und doch den Knochen nicht besitzen solle, worin sie eingefügt sind. Er suchte deshalb eifrig nach Spuren dieses Knochens und fand sie im Jahre 1784 bei Vergleichung von Thier- und Menschenschädeln auch wirklich auf.

Goethes Freude über diese Entdeckung war ausserordentlich gross. „Ich habe eine solche Freude“, schreibt er an Frau v. Stein, „dass sich mir alle Eingeweide bewegen“. Und an Herder berichtete er: „Nach Anleitung des Evangelii muss ich Dich aufs Eiligste mit einem Glück bekannt machen, das mir zugestossen ist. Ich habe gefunden — weder Gold noch Silber, aber was mir unsägliche Freude macht: das os intermaxillare am Menschen!“

Geringer freilich war seine Freude über die Aufnahme, die seine Entdeckung bei den Fachgelehrten fand. Weder Peter Camper, noch Blumenbach, noch Sömmering wollten anfangs etwas davon wissen, und wenn auch Loder auf seine Seite trat, so dauerte es doch noch fast 40 Jahre, ehe Goethes

Meinung in der Wissenschaft zu allgemeiner Anerkennung gelangte. Wundern dürfen wir uns deshalb nicht, dass Goethe angesichts dieser Thatsachen in die Worte ausbrach: „Einem Gelehrten von Profession traue ich zu, dass er seine fünf Sinne ableugnet“.

Die Abhandlungen über den Zwischenkieferknochen zeigen uns den Naturforscher Goethe in seiner ganzen Grösse. Bewunderswerth ist die Durchführung der vergleichenden Methode und die Erklärung der Verschiedenheit der Gestalt des Zwischenkieferknochens aus der verschiedenen Art und Weise, wie die Nahrung aufgenommen wird. Nicht die empirische Auffindung eines neuen Knochens ist das Grosse an Goethes Leistung — das hätten andere auch gekonnt — sondern die geniale Handhabung der Methode und der philosophischen Gesamtauffassung, die zu dieser Entdeckung führte. —

Eine weitere Konsequenz des Gedankens der Einheit der organischen Natur ist Goethes Wirbeltheorie des Schädels. Im Direktorzimmer des Weimarer Goethehauses liegt noch heute das Bruchstück jenes Schafschädels, den Goethes Diener im Jahre 1790 auf dem Judenkirchhof zu Venedig aufhob und der dem Dichter den Ursprung des Schädels aus Wirbelknochen offenbarte. Drei Wirbel sollten den Hirnschädel, drei den Gesichtsschädel zusammensetzen. Das Hinterhauptbein bildet den ersten, das hintere Keilbein und die Scheitelbeine den zweiten, das vordere Keilbein und die Stirnbeine den dritten Hirnschädelwirbel; Gaumenbeine und Siebbeine stellen den ersten, Oberkiefer- und Nasenbeine den zweiten, Zwischenkiefer und Nasenknorpel den dritten Gesichtsschädelwirbel vor. Diese Theorie hat sehr anregend gewirkt, ist aber in der von Goethe vorgetragenen Form von der neuern vergleichenden Anatomie nicht anerkannt worden. Vor allem war es Huxley, der mit Recht darauf hinwies, dass die erste Anlage des Schädels eine einheitliche Kapsel darstellt, die keine Spur einer Segmentirung aufweist, während gerade in den frühesten embryonalen Stadien die Segmentirung am deutlichsten sein müsste, wenn Goethes Theorie zu Recht bestände. Ferner ist das Kopfskelett der ältesten Schädelthiere, der Cyclostomen und der Selachier,

ebenfalls eine einheitliche Knorpelkapsel ohne Differenzirung in einzelne Segmente. Aus diesen Gründen bestreitet Huxley die segmentale Anlage des Kopfskeletts überhaupt. Dagegen nimmt Gegenbaur in seiner fundamentalen Arbeit über das Kopfskelett der Selachier auf Grund der segmentalen Anordnung der Kiemenbogen und der Nerven an, dass die Schädelkapsel bei den Zwischenformen zwischen Acraniern und Cranioten segmentirt gewesen sei, diese Segmentirung aber aus Anpassungsgründen bald verloren habe. Auch hiernach haben die Knochenringe, aus denen der Schädel der höheren Thiere sich aufbaut, mit Wirbelsegmenten nichts zu thun, wohl aber wird die ursprüngliche Zusammensetzung des Wirbelthierschädels aus den Wirbeln gleichwerthigen Segmenten anerkannt. —

Der Lehre von der Zusammensetzung des Schädels aus Wirbelknochen analog ist auf botanischem Gebiet Goethes berühmte Theorie von der Metamorphose der Pflanze. Auch hier handelt es sich um die Zurückführung verschiedener Theile eines organischen Körpers auf eine gemeinsame Grundform. Dort ist es der Wirbel, hier das Blatt.

Das Wechselhafte der Pflanzengestalten bei Pflanzen derselben Art, das Goethe überall, namentlich auf der italienischen Reise, entgegentrat, erweckte in ihm die Vorstellung, die Pflanzenformen seien nicht ursprünglich determinirt und bestimmt, es sei ihnen vielmehr eine glückliche Mobilität und Biegsamkeit verliehen, um sich in die mannigfaltigen Bedingungen, die auf sie einwirken, zu fügen und danach bilden und umbilden zu können. Er erkannte aber auch, dass den Pflanzen neben der Mobilität eine eigensinnige generische und spezifische Hartnäckigkeit verliehen sei, dass selbst die entferntesten Pflanzen noch eine ausgesprochene Verwandtschaft besitzen und sich ohne Zwang mit einander vergleichen lassen.

Alle Gestalten sind ähnlich, und keine gleicht der andern;
 Und so deutet das Chor auf ein geheimes Gesetz,
 Auf ein heiliges Räthsel.

Diese Erwägungen führten Goethe auf den Gedanken einer Urpflanze, eines allgemeinen Typus, auf den alle Pflanzengestalten sich zurückführen, aus dem alle Pflanzengestalten

sich ableiten liessen. Dieser Gedanke beschäftigt ihn un-
 ausgesetzt während seiner ganzen italienischen Reise. In
 Rom durchwandert er die Gärten der Villen, botanischen
 Spekulationen nachhängend. Am Meeresstrand in Neapel
 spürt er dem Geheimniss der Pflanzenorganisation nach.
 Und am letzten Ziel seiner Reise, in Sizilien, leuchtet ihm
 die ursprüngliche Identität aller Pflanzentheile vollkommen
 ein und erkennt er im Blatt den Proteus, der sich in allen
 Gestalten verstecken und offenbaren kann. Mit einer wahren
 Leidenschaft verfolgt er dann den Gedanken weiter, unab-
 lässig nach neuen Bestätigungen suchend. Während seines
 zweiten Aufenthalts in Rom bemächtigt sich der mit vielen
 andern schwierigen und hohen Dingen beschäftigte Mann
 tagtäglich in jedem Garten, auf Spaziergängen und Lust-
 fahrten der Pflanzen, die er neben sich bemerkt. Auf der
 Rückreise nach Weimar denkt er sich im Stillen einen Vor-
 trag über seine Ansichten aus und schreibt ihn zu Hause
 nieder. So entstand die „Metamorphose der Pflanze“, jenes
 „Epos des Werdens der höheren Gewächse“, wie Kirchoff
 die kleine Schrift genannt hat. Goethes gewöhnlicher Ver-
 leger lehnte nach Erkundigungen bei Sachverständigen den
 Druck ab, ein Anderer übernahm ihn nur, weil er eine
 dauernde geschäftliche Verbindung mit Goethe suchte. Und
 doch gehört die kleine Abhandlung zu den Perlen der
 botanischen Literatur und vereinigt wissenschaftliche Tiefe
 mit formvollendeter Darstellung. Der Grundgedanke, der in
 ihr entwickelt wird, ist Ihnen Allen bekannt. Er ist eine
 weitere Ausführung und tiefere Begründung des Linnéschen
 Satzes: in Blättern und Blüten waltet ein und dasselbe
 Prinzip. Alle Seitenorgane der Pflanze, also Keimblätter,
 Stengelblätter, Kelch, Krone, Staubgefässe und Pistill, sind
 nach Goethe trotz ihrer äussern Verschiedenheit innig ver-
 wandt, indem sie alle als Modifikationen eines Grundorgans,
 des Blattes, anzusehen sind. Die morphologische Identität
 der Seitenorgane der Pflanze, ihre Entwicklung aus gleich-
 artigen Anlagen, das ist der auch heute noch gültige Grund-
 gedanke der Goethischen Metamorphosenlehre. Mit ihm
 glaubte Goethe das heilige Räthsel der Pflanzengestalt gelöst
 zu haben:

Wende nun, o Geliebte, den Blick zum bunten Gewimmel,
 Das verwirrend nicht mehr sich vor dem Geiste bewegt.
 Jede Pflanze verkündet dir nun die ewgen Gesetze,
 Jede Blume, sie spricht lauter und lauter mit dir.

Um die Metamorphosenlehre im Einzelnen zu begründen, verfolgt Goethe den Entwicklungsgang einer einjährigen Pflanze vom Samen bis zu Blüthe und Frucht. Dies führt uns auf ein neues bedeutungsvolles Moment in der allgemeinen Naturanschauung Goethes: auf seine hohe Werthschätzung der entwicklungsgeschichtlichen oder genetischen Methode. Er war bereits der Meinung, dass das Gewordene nur durch die Erkenntniss des Werdens verstanden werden könne und eignete sich den Turpinschen Satz zu: „die Sachen herankommen zu sehen, ist das beste Mittel, sie zu erklären“. Inwieweit jedoch Goethe diese entwicklungsgeschichtliche Auffassung im Einzelnen vertreten hat, ob er vor Allem an eine Entwicklung der organischen Arten auseinander bereits gedacht hat, darüber gehen die Ansichten der Forscher, die sich mit Goethes naturwissenschaftlichen Schriften beschäftigt haben, weit auseinander, und ein ziemlich lebhafter Streit hat sich seit 1866 über die Stellung Goethes zu descendenztheoretischen Fragen entsponnen. In dem genannten Jahre veröffentlichte der geniale Vorkämpfer des Darwinismus, Ernst Haeckel in Jena, sein epochemachendes Werk über die „Generelle Morphologie der Organismen“. Der zweite Band dieses Werkes ist Darwin, Lamarck und Goethe gewidmet, und zwar ihnen als den Begründern der Descendenztheorie in England, Frankreich und Deutschland. Die allgemeine Würdigung des Naturforschers Goethe in diesem Werke gehört mit zu dem Schönsten, was je über diesen Gegenstand geschrieben worden ist. Haeckel geht aber dann einen Schritt weiter als seine Vorgänger und stellt die Behauptung auf, dass Goethe als einer der grössten Vorläufer Darwins, ja als der Begründer der Descendenzlehre auf deutschem Boden anzusehen sei, eine Ansicht, die er später in seiner „Natürlichen Schöpfungsgeschichte“ und seinem 1882 auf der Eisenacher Naturforscherversammlung gehaltenen Vortrag über die Naturanschauung von Darwin, Goethe und Lamarck weiter zu begründen ver-

sucht hat. Dieser Anschauung des grossen Jenaer Zoologen ist sein persönlicher Freund und darwinistischer Gesinnungsgenosse Oskar Schmidt, der rühmlichst bekannte Bearbeiter der Kieselschwämme, in einem kleinen Schriftchen „War Goethe ein Darwinianer?“ entschieden entgegengetreten. Nach ihm war Goethe keineswegs von der Blutsverwandtschaft der Organismen überzeugt, so verführerisch auch viele Stellen seiner Schriften danach aussehen. Es sei deshalb nicht gerechtfertigt, Goethe als einen Vorläufer Darwins und Begründer der Descendenzlehre zu feiern.

Dieser Streit zwischen Haeckel und Schmidt dreht sich wesentlich um die Deutung des Goethischen Typusbegriffs. Nach Haeckel ist der Typus Goethes eine reale Stammform, aus der sich die Thier- resp. Pflanzenarten entwickelt haben. Nach Schmidt ist dagegen der Typus nur eine Abstraktion, eine Idee, ein Schema, auf das wir im Geist die verschiedenen organischen Formen zurückführen können. Die einzelnen Thier- und Pflanzenarten sind nicht Abkömmlinge, sondern nur Erscheinungsformen des gedachten Urbildes.

Wenn ich mir ein Urtheil in dieser schwierigen Frage erlauben darf, so muss ich mich, was die Deutung des Typusbegriffs anlangt, auf die Seite von Oskar Schmidt stellen. Es scheint mir aus dem ganzen Zusammenhang, in dem das Wort Typus von Goethe gebraucht wird, hervorzugehen, dass er nicht an eine reale Stammform, sondern nur an eine geistige Abstraktion, ein ideales Schema gedacht hat. Später hat Kalischer in seiner gründlichen und tiefeindringenden Analyse der naturwissenschaftlichen Arbeiten Goethes in der Hempelschen Goetheausgabe versucht, eine Vermittelung beider Auffassungen anzubahnen, indem er meint, Goethe habe das Wort Typus bald in der einen, bald in der andern der beiden erörterten Bedeutungen gebraucht. Aber auch mit dieser Ansicht kann ich mich nicht einverstanden erklären, denn wenn Goethe wirklich diesen Doppelsinn seinem Typusbegriff zu Grund gelegt hätte, so würde er dies auch näher präzisirt haben, bei der ausserordentlich hohen Bedeutung, die er diesem Begriff zugeschrieben hat.

Glücklicher als die Deutung des Typusbegriffs scheint mir Kalischers Versuch aus der allgemeinen Naturanschauung

Goethes, aus seinen spinozistisch-pantheistischen Ansichten, aus seiner Abneigung gegen die Teleologie und seiner Betonung der genetischen Methode, vor Allem aber aus seinen allgemeinen geologischen Anschauungen die descendenztheoretischen Meinungen des Dichters zu erweisen. Goethe war in geologischer Hinsicht ein entschiedener Gegner aller Katastrophentheorien und gewaltsamen Erklärungsweisen. Langsam und stetig hat sich nach ihm der Erdkörper entwickelt, langsam und stetig in unbegrenzten Zeiträumen.

Nie war Natur und ihr lebendiges Fliessen
 Auf Tag und Nacht und Stunden angewiesen,
 Sie bildet regelnd jegliche Gestalt,
 Und selbst im Grossen ist es nicht Gewalt.

Eine nothwendige logische Konsequenz dieser geologischen Kontinuitätstheorie ist die Ansicht von der natürlichen langsamen Entwicklung der thierischen und pflanzlichen Arten. Es fragt sich aber, ob Goethe diese Konsequenz selbst mit Bewusstsein gezogen hat oder ob für ihn die Entstehung der Arten nicht ein der Lösung noch harrendes Problem war. Es muss daran erinnert werden, dass Lyell, der wissenschaftliche Begründer der geologischen Kontinuitätslehre, keineswegs von vornherein ein Anhänger der Descendenzlehre war und dass er erst ganz allmählich durch seinen persönlichen Verkehr mit Darwin für diese gewonnen wurde. Es darf ferner nicht unberücksichtigt bleiben, dass in der Geschichte der Wissenschaft lange Zeit beide Ansichten neben einander bestanden, dass von 1830 bis 1860 auf geologischem Gebiet die Kontinuitätslehre, auf biologischem die Katastrophentheorie herrschte. Also auch aus den allgemeinen geologischen Anschauungen Goethes lässt sich ein sicherer Schluss auf seine descendenztheoretischen Ansichten nicht machen.

Es fragt sich nun noch, ob sich in den naturwissenschaftlichen Schriften Goethes Stellen finden, die mehr oder weniger entschieden für die eine oder andere der beiden Auffassungen sprechen. Und da kann denn allerdings nicht geleugnet werden, dass es mehrere Stellen gibt, die sich nicht anders als im descendenztheoretischen Sinne deuten lassen. Ich erlaube mir hier einige dieser Stellen, die mir besonders charakteristisch erscheinen, zu verlesen.

In einem von Riemer mitgetheilten Brief schreibt Goethe: „Die Natur kann zu Allem, was sie machen will, nur in einer Folge gelangen. Sie macht keine Sprünge. Sie könnte z. B. kein Pferd machen, wenn nicht alle übrigen Thiere vorausgingen, auf denen sie wie auf einer Leiter bis zur Struktur des Pferdes heransteigt“.

In einer Bemerkung Goethes über Kants Kritik der Urtheilskraft, in der die Descendenzlehre als „ein gewagtes Abenteuer der Vernunft“ bezeichnet wird, heisst es: „Hatte ich doch erst unbewusst und aus innerm Trieb auf jenes Urbildliche, Typische rastlos gedrunken, war es mir sogar geglückt, eine naturgemässe Darstellung aufzubauen, so konnte mich nunmehr nichts mehr verhindern, das Abenteuer der Vernunft, wie es der Alte vom Königsberge selbst nennt, muthig zu bestehen“.

In der Besprechung des Werkes von d'Alton über die Faulthiere und Dickhäutigen bemerkt Goethe in Bezug auf die Einleitung, in der descendenztheoretische Ansichten mit grösster Deutlichkeit entwickelt werden, folgendes: „Was die Einleitungen betrifft, sind wir mit dem Verfasser vollkommen einstimmig und ihm zugleich höchlich verpflichtet, dass er uns in langgehegten und längst anerkannten Grundsätzen bestärkt ; wir glauben auch an die ewige Mobilität aller Formen in der Erscheinung. Hier kommt jedoch zur Sprache, dass gewisse Gestalten, wenn sie einmal generisirt, spezifizirt, individualisirt sind, sich hartnäckig lange Zeit durch viele Generationen erhalten und sich auch selbst bei den grössten Abweichungen immer im Hauptsinne gleichbleiben“. Also: für lange Zeit, durch viele Generationen, nicht für alle Zeit, nicht durch alle Generationen!

Auch für die Meinung, dass Goethe bereits an eine Blutsverwandtschaft zwischen Mensch und Thier gedacht hat, lassen sich Zeugnisse aus seinen Schriften und Gesprächen beibringen. So äusserte er einmal zu Eckermann: „Der Mensch hat in seinem Schädel zwei unausgefüllte hohle Stellen. Die Frage warum? würde hier nicht weit reichen, wogegen aber die Frage wie? mich belehrt, dass diese Höhlen Reste des thierischen Schädels sind, die sich bei solchen geringern Organisationen in stärkerer Masse befinden, und

die sich beim Menschen, trotz seiner Höhe, noch nicht ganz verloren haben“.

Und in dem Aufsatz über die Skelette der Nagethiere heisst es: „Man bemerkt an den vierfüssigen Thieren eine Tendenz der hinteren Extremitäten sich über die vorderen zu erheben, und wir glauben hierin die Grundlage zum reinen aufrechten Stande des Menschen zu erblicken“.

Angesichts solcher Zeugnisse könnte man fragen, wie denn ein Streit über Goethes Stellung zur Descendenzlehre überhaupt noch möglich sei. Und da darf denn nicht verschwiegen werden, dass es neben den genannten andere Stellen in Goethes Schriften gibt, die das gerade Gegentheil aussagen. Vor allem kommt hier ein „Problem und Erwidern“ überschriebener Artikel in Betracht, in dem Goethe eine Anzahl von ihm aufgestellter Aphorismen über die Metamorphosenlehre nebst einer von seinem jungen Freunde Ernst Meyer dazu geschriebenen Kritik veröffentlicht. In dieser Kritik heisst es: „Jedes besondere Naturwesen beschreibt ausser dem grossen Kreislauf alles Lebens, an dem es Theil hat, noch eine engere, ihm eigenthümliche Bahn, und das Charakteristische derselben, welches sich aller Abweichungen ungeachtet in einem Umlauf wie in dem andern durch die fortgesetzte Reihe der Geschlechter ausspricht, dies beharrlich Wiederkehrende im Wechsel der Erscheinungen bezeichnet die Art. Aus innigster Ueberzeugung behaupte ich fest: gleicher Art ist, was gleiches Stammes ist. Es ist unmöglich, dass eine Art aus der andern hervorgehe“. Und diese Worte hat Goethe „als Zeichen reiner Sinn- und Geistesgemeinschaft“ in seine naturwissenschaftlichen Schriften aufgenommen.

Ein Anhänger der Haeckelschen Ansicht hat demgegenüber bemerkt, dass man auf diese Stelle kein grosses Gewicht zu legen brauche, da der liebenswürdige Poet von Weimar mit „Zeichen reiner Sinn- und Geistesgemeinschaft“ sehr freigiebig gewesen sei. Ganz unberücksichtigt dürfen wir sie aber nicht lassen; es geht jedenfalls soviel aus ihr hervor, dass die Descendenzlehre für Goethe keine tiefgegründete Herzens- und Geistesüberzeugung war, wie etwa die Typusidee, die Metamorphose der Pflanze, die Wirbel-

theorie des Schädels oder die Farbenlehre. Nie würde Goethe diesen Theorien extrem entgegenstehende Ansichten als „Zeichen reiner Sinn- und Geistesgemeinschaft“ in seine Schriften aufgenommen haben. Es kann nicht geleugnet werden, dass Goethe über die Entstehung der Arten nachgedacht, dass er sich zu Zeiten descendenztheoretischen Lehren zugeneigt hat, aber er hat diese Ansichten nicht längere Zeit hindurch verfolgt und eingehender zu begründen versucht. Für ihn war der Ursprung der Thier- und Pflanzenarten wohl wesentlich ein Problem, das seiner Lösung noch harre. Wir dürfen in vielleicht in einem gewissen beschränkten Sinn einen Vorläufer, besser noch einen Geistesverwandten des grossen britischen Forschers nennen, wir können ihn als einen prophetischen Verkünder der Transformationslehre bezeichnen; zu weit gegangen erscheint es mir aber, ihn als einen Begründer, ja als den Begründer der Descendenztheorie auf deutschem Boden zu feiern.

Wie dem aber auch sein mag, der Werth und die Bedeutung der naturwissenschaftlichen Werke Goethes liegen nicht darin, ob er eine der heute anerkannten wissenschaftlichen Theorien bereits vertreten hat oder nicht. Sie liegen vielmehr in dem eigenartigen Stempel, den Goethes Persönlichkeit diesen Schriften aufgeprägt hat. Die Natur im Spiegel des Goethischen Geistes, die Naturwissenschaft im Lichte Goethischen Denkens zu schauen, das bedingt den eigenartigen Zauber, der uns aus Goethes naturwissenschaftlichen Arbeiten entgegenweht. Und wie einst Goethes Persönlichkeit selbst die Widerstrebendsten des Weimarer Kreises mit sich riss und für das Naturstudium gewann, so können auch heute noch seine Schriften empfohlen werden als wirksame Mittel, die Freude an der Natur und am Naturstudium zu wecken. Das Wort, das Goethe einst Frau v. Stein zurief: „Sie müssen noch eine Erdfreundin werden, es ist gar zu schön“, es weht uns aus jeder Zeile, aus jedem Wort der Goethischen Werke entgegen. Aber gerade weil es die subjektive Ausdrucksweise des Dichters ist, die den Reiz seiner naturwissenschaftlichen Schriften bedingt, deshalb ist es auch nicht möglich in einer verstandesmässigen Analyse

in einem Vortrag über sie, das Wesen dieser Schriften zu charakterisiren. Nur die Lektüre der Werke selbst kann zu ihrem Verständniss führen, denn sie wirken nicht nur auf den Verstand, sondern wesentlich auch auf Gefühl und Gemüth. Auch bei der Beurtheilung der naturwissenschaftlichen Werke unseres grossen Dichters darf sein Wort nicht vergessen werden:

Gefühl ist alles,
Name ist Schall und Rauch,
Umnebelnd Himmelsgluth.

Der Pithecanthropus erectus und die Abstammung des Menschen.

Von Dr. Ludwig Wilsor.

(Vortrag gehalten am 15. Dezember 1899.)

Als ich vor sieben Jahren die Ehre hatte, in Ihrem Kreise über unsern „Stammbaum“ zu sprechen, war eine der wichtigsten Entdeckungen unseres an überraschenden Funden so reichen Jahrhunderts zwar schon gemacht, aber noch nicht veröffentlicht. Am 18. November 1892 hielt ich den erwähnten Vortrag und am 27. des gleichen Monats erstattete Dr. Eugen Dubois, damals Truppenarzt in Niederländisch Indien, jetzt Professor in Amsterdam, seiner vorgesetzten Behörde Bericht über einen nicht nur für die Entwicklungslehre im Allgemeinen, sondern ganz besonders für den Stammbaum des Menschen hochbedeutsamen Fund, den er in den zwei vorhergehenden Jahren anlässlich paläontologischer, auf Befehl des Generalgouverneurs auf Sumatra und Java unternommener Nachforschungen gemacht hatte. Ausser zahlreichen Knochen ausgestorbener Thiere fand nämlich dieser glückliche Entdecker in der linken Uferwand des Flusses Bengawan, in der Nähe des Gehöftes Trinil der Residentschaft Madiun auf Java, 12 bis 15 m unter der Bodenfläche im September 1891 zuerst einen Zahn, dann einen Monat später ein Schädeldach und endlich im August 1892 einen Oberschenkel, Knochen, die anscheinend von einem einzigen Lebewesen herstammten und von so eigenartiger Beschaffenheit waren, dass sie weder dem Menschen noch einem menschenähnlichen Affen zugeschrieben werden konnten, sondern den Gedanken erweckten, dass hier „offenbar ein Glied, wie es die Entwicklungstheorie zwischen dem Menschen und seinen nächsten Verwandten“ voraussetzt, vorliege. Ueber Schädel und Zahn war schon im Verslag van het Mijnwezen des Jahres 1891 berichtet worden, die Ergebnisse des ganzen Fundes sind im dritten Vierteljahrsheft des Jahr-

gangs 1892 der gleichen Zeitschrift zusammengefasst. Eine auf Java geschriebene, 1894 in Batavia deutsch gedruckte, mit Abbildungen ausgestattete, im Buchhandel selten gewordene Arbeit über den „*Pithecanthropus erectus*, eine menschenähnliche Uebergangsform“ kann ich Ihnen hier vorlegen.¹ Aus diesen Veröffentlichungen geht hervor, dass die fraglichen Knochen alle in der gleichen Erdschicht lagen, der Schädel 1 m, der Oberschenkel 15 m stromaufwärts vom Zahn, so dass es nach Dubois Ansicht „thöricht wäre, auf Grund jener so geringen Entfernung der Fundstellen an der Zusammengehörigkeit der drei Reste zu zweifeln“. Gehören sie aber zusammen, so war, da der Oberschenkel fast ganz menschlich, der Schädel aber viel thierähnlicher ist als bei den am tiefsten stehenden ausgestorbenen oder lebenden Menschenrassen, der Entdecker wohl berechtigt, diese merkwürdigen Ueberbleibsel einer bisher unbekanntes „Uebergangsform“ von neuer Gattung und Art, *genus novum*, *species nova* zuzuschreiben. Während er im ersten Bericht die Bezeichnung *Anthropopithecus*, Menschenaffe, gebraucht, hat er später das von Häckel stammende *Pithecanthropus*, Affenmensch, gewählt und damit seiner Meinung Ausdruck gegeben, dass das fragliche Geschöpf dem Menschen näher stehe als dem Affen. Ob diese Wahl eine ganz glückliche war, wird sich im Laufe unserer Erörterungen ergeben.

Ehe ich aber auf Einzelnes eingehe, möchte ich einige allgemeine Bemerkungen über die Abstammung des Menschen von niedriger stehenden Wesen, von thierischen Ahnen einflechten. Obgleich seit Darwin die Ueberzeugung von der natürlichen Entstehung alles Lebens, von der allmäligen Umbildung niederer zu höheren Formen immer weitere Kreise durchdringt, obgleich unter den Zoologen kaum noch Einer sich als Gegner der Entwicklungslehre zu bekennen wagt, stösst merkwürdigerweise bei den Anthropologen, besonders einigen deutschen, der folgerichtige Schluss, dass auch der

¹ Vgl. auch E. Dubois, *Pithecanthropus*, betrachtet als eine wirkliche Uebergangsform und als Stammform des Menschen, *Zeitschr. f. Ethnologie* XXVII 1895, und *Anatom. Anzeiger* XII 1896. In dieser Arbeit ist noch ein zweiter Zahn, 2. 1. ob. Mahlzahn, etwa 3 m vom Schädel gefunden, erwähnt.

Mensch unter dem allgemeinen Naturgesetz steht und wohl die höchste, aber keine Sonderstellung einnimmt, immer noch auf heftigen, theils offenen, theils versteckten Widerstand. Wer aber die Errungenschaften der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte kennt — und beim Anthropologen vor Allen muss man dies voraussetzen — der findet eine solche Fülle von Uebereinstimmungen im Bau und in den Lebensvorgängen von Mensch und Thier, dass eine Sondererschöpfung unmöglich erscheint, der erblickt in manchen rückständigen, jetzt theils zwecklosen, theils geradezu schädlichen Bildungen unseres Leibes eine deutliche, durch die Vererbung bewahrte Erinnerung an längst entschwundene Geschlechter anders, noch unvollkommener gestalteter Vorfahren. Wen diese Thatsachen nicht überzeugen, bei dem werden auch Worte nichts ausrichten; die Macht des Vorurtheils wird weniger durch Gründe als durch die Zeit gebrochen. Wir dürfen uns deshalb dadurch nicht aufhalten lassen.

Formverwandtschaft schliesst ja nicht nothwendig Blutsverwandtschaft ein, sondern kann auch durch Anpassung an gleichartige Verhältnisse und Lebensbedingungen erworben sein: Wal und Hai, Fledermaus und Vogel stehen trotz mancher äusserer Aehnlichkeit einander sehr ferne. Die Uebereinstimmung im Bau des Menschen und der Grossaffen ist aber eine so grosse und ins Einzelne gehende, dass Blutsverwandtschaft unmöglich in Abrede gestellt und nur über den Grad derselben gestritten werden kann. Eines aber wird Jeder zugeben: gegen die Abstammung von den Affen, jenen fratzenhaften Zerrbildern der Menschengestalt mit ihren rein thierischen Trieben, sträubt sich unser Gefühl und das, wie wir sehen werden, mit Recht, denn solche Ahnen, auf die der heutige Begriff „Affe“ passt, spricht uns die Wissenschaft nicht zu. Eine solche Auffassung wäre ja gleichbedeutend mit der Annahme, dass während der gewaltigen Fortschritte des Menschen in aufsteigender Entwicklungsrichtung die Affen sich gar nicht verändert hätten. Gewiss folgt aus der Thatsache der Verwandtschaft der unabweisbare Schluss, dass wir gemeinsame Vorfahren haben; von diesen trennen uns aber ungeheure Zeiträume und seitdem ist die Entwicklung des Menschen und der Affen in völlig

getrennten Bahnen verlaufen. Zurückgebliebene Glieder sind diese freilich, und ein solches Stehenbleiben auf tieferer Entwicklungsstufe, von Eimer Genepistase genannt, ist ja eine der Hauptursachen der Artentrennung und der Gliederung der Thier- und Pflanzenwelt. In den heute lebenden Affen aber unsere „Ahnenbilder“ sehen zu wollen, wäre ganz verkehrt. Während sich der Mensch, jeden kleinsten Fortschritt durch Vererbung festhaltend, durch ein gütiges Geschick vor einseitiger Anpassung bewahrt und den Kampf ums Dasein hauptsächlich mit geistigen Waffen führend, aus niederen, thierähnlichen Vorstufen zu immer höherer und edlerer Bildung erhoben hat, sind die Affen, wie die Thiere des Waldes lebend, ganz dem Baumklettern sich anpassend und im Daseinskampf mit Krallen und Zähnen sich wehrend, unserem gemeinsamen Urahn immer unähnlicher und wieder viel thierischer geworden. Es ist Naturgesetz, dass in der Entwicklung des Einzelwesens die abgekürzte Entwicklungsgeschichte der Gattung sich wiederholt; daher sind auch die Affen in der ersten Jugend am menschenähnlichsten. Zweifellos sind dem Gorilla seine langen Arme, mächtigen Kiefer und kraftvollen Muskel von grossem Nutzen; sie nehmen ihm aber auch jede Möglichkeit höherer Entwicklung und führen ihn immer weiter vom Menschen ab. Die einmal eingeschlagene Richtung — das ist ein anderes Naturgesetz — kann nicht mehr verlassen werden, und das Verlorene ist unwiederbringlich dahin: nimmer kann aus einem Pferdehuf wieder ein Zehenfuss, aus einem Fledermausflügel eine Greifhand werden. Dadurch und durch ein ins Uebermässige gesteigertes „Riesenmass der Leiber“ erklärt sich das Aussterben so mancher Arten, die veränderten Lebensbedingungen sich nicht mehr anpassen, genügende Nahrungsmengen nicht mehr finden konnten. Wie lange wird es noch dauern, bis die unaufhaltsam vordringende Kultur die afrikanischen und indischen Urwälder gelichtet und den Menschenaffen ihre letzten Schlupfwinkel genommen haben wird? Dann wird man in den Sammlungen die Schädel und Felle der letzten Schimpansen und Orangs als grosse Merkwürdigkeit anstauen und zwischen Menschen und niederen Affen wird eine so weite Lücke klaffen, dass der verwandtschaftliche Zusammen-

hang nur noch mit Hilfe der ausgestorbenen Zwischenglieder begriffen werden kann.

Jede Auffindung einer solchen vorweltlichen „Uebergangsform“, wie sie der Pithecanthropus zweifellos darstellt, ist daher für unsere Erkenntniss des Zusammenhangs der Lebewesen, für die Aufstellung eines lückenlosen Stammbaums von der grössten Bedeutung und von der Wissenschaft aufs Freudigste zu begrüssen; zur Begründung der Entwicklungslehre bedürfen wir derselben aber nicht mehr, denn wir kennen solcher, lebender oder ausgestorbener, schon mehr als genug, um jeden Zweifel auszuschliessen: ich erinnere an die Molchfische, die Brückenechse, das Schnabelthier und den Ameisenigel, die Beutelthiere und Flatterthiere, den flügellosen Vogel Kiwi, das Hipparion, das Stegodon, den Archäopteryx u. a. In der Entwicklung der Frösche und Salamander hält uns in Folge der erhaltenden Vererbungskraft die Natur ein Beispiel vor Augen, wie sich die Umbildung der Arten, der Uebergang zu anderer Lebensweise vollzogen hat.

Der Beschreibung des Fundes und seiner einzelnen Theile darf ich noch vorausschicken, dass durch diese überraschende Entdeckung die vor sieben Jahren vorgetragenen Ausführungen nicht geändert, sondern nur ergänzt werden; denn sie ist genau so ausgefallen, wie wir uns den Vormenschen, eine solche Staffel in unserer Entwicklung, ausgedacht haben würden. Wesen mit schon ganz menschlichem Oberschenkel, aber noch thierähnlichem Schädel müssen unsere Vorfahren einmal gewesen sein, denn die Menschwerdung hat zweifellos mit dem aufrechten Gang begonnen. Vor bald einem Jahrhundert schon ist Lamarck von dieser Anschauung¹ ausgegangen, Burmeister sagt² geradezu, dass der Mensch seinen hohen Rang eigentlich zuerst dem Fuss zu verdanken hat, und Karl Ernst von Bär weist³ nach, dass die Ausbildung des Gehirns, des Sitzes des Denk- und Sprachvermögens, eine unmittelbare Folge des aufrechten Ganges ist.

¹ Philosophie zoologique, 1809, I, S. 341.

² Der menschliche Fuss als Charakter der Menschheit, in: Geologische Bilder zur Geschichte der Erde und ihrer Bewohner, 1855.

³ Studien aus dem Gebiete der Naturwissenschaften, 1876.

Die gemeinsamen Vorfahren der Menschen und Affen haben ihre hinteren Gliedmassen jedenfalls abwechselnd zum Gehen und Klettern gebraucht; in der weiteren Entwicklung aber hat sich beim Menschen nur die erste, beim Affen vorwiegend die zweite Fähigkeit ausgebildet. In Folge der veränderten Haltung musste der ganze Bau des Menschen eine durchgreifende Umgestaltung¹ erfahren. Zunächst wurde der Fuss seinem doppelten Zweck, als Stütze für die Leibeslast und als Hebel zur Fortbewegung zu dienen, in bewundernswerther Weise angepasst, so dass der Kraftaufwand ein möglichst geringer und verhältnissmässig kleinerer wurde als bei den Vierfüsslern. Ebenso gründlich, aber von ganz anderer Art war die Umbildung der oberen Gliedmassen. Da diese Theile nicht mehr zur Stütze und Fortbewegung gebraucht wurden, verwandelte sich ihr vorderes Ende in ein Greifwerkzeug von vollendeter Einrichtung, die menschliche Hand, mit der die Natur ihr Meisterstück gemacht hat. Die Befestigung derselben am oberen Theil des Rumpfes durch einen freibeweglichen Arm gab dem Menschen in Angriff und Abwehr Ueberlegenheit über alle übrigen Geschöpfe, gerade wie ein Krieger, der von oben herab fechten kann, im Vorthail ist. Mit der geschickten Hand konnten Steine und Stöcke nicht nur ergriffen, sondern auch zum Gebrauch zurecht gemacht und zweckmässig verwendet werden. Damit waren die ersten Werkzeuge erfunden und alle Bedingungen gegeben zur weiteren Anregung der Erfindungskraft und zur Entwicklung des Gehirns, das sich auf Kosten der Kiefer, denen die Arbeit zum guten Theil durch die Hände abgenommen war, mächtig ausdehnen konnte. Beim Fischen, Jagen, Nahrungssammeln lernte der Mensch die Naturkräfte kennen, und mit der Erweiterung seiner Kenntnisse wuchs das Urtheilsvermögen. Aus einzelnen Lauten, mit denen man bestimmte Dinge zu bezeichnen anfang, entwickelte sich die Sprache und durch sie wurde eine Verallgemeinerung der Vorstellungen, die Bildung von Begriffen, wie Kraft, Bewegung, Raum, Zeit, Zahl, und damit ein zusammenhängendes, folgerichtiges Denken einge-

¹ Vgl. auch Munro, Opening address of the section of Anthropology, 85. Meeting of the British Association for the Advancement of Science, Nottingham 1893. Nature Vol. 48, S. 503.

leitet. So steht die Gestaltung der Hand mit der Entwicklung des Gehirns, d. h. alles menschlichen Fortschritts bis zur heutigen Kulturhöhe, in ursächlichem Zusammenhang. Auch Darwin war von dieser Ueberzeugung durchdrungen: „Der Mensch“, sagt¹ er, „hätte seine herrschende Stellung in der Welt nicht erlangen können ohne den Gebrauch der Hände, die so wunderbar geeignet sind, seinem Willen folgend zu wirken.“ Schon im Alterthum waren Naturforscher und Aerzte von Bewunderung für den vollendeten Bau der Hand erfüllt; Anaxagoras nennt sie *ὄργανον των ὀργάνων* und Galenus sagt: „als Ersatz für die Nacktheit und Wehrlosigkeit seines Leibes erhielt der Mensch die Hand“. Ohne Fuss aber keine Hand, kein menschlich gebildeter Oberschenkel.

Dies führt uns von unserer Abschweifung zum Fund von Trinil zurück. Die Schicht, in der die vier Knochen eingebettet lagen, besteht aus vulkanischer Asche, Sand und Steinchen, die ins Wasser gefallen waren und in Folge davon schichtenweise abgelagert sind. Das Ganze ist steinhart geworden, die ursprünglich jedenfalls wagrechte Lage hat sich etwas geneigt, was für das hohe Alter der Ablagerung spricht. Die Knochen selbst sind härter als Marmor und sehr schwer, das Femur z. B. wiegt ein Kilo, mehr als doppelt so viel wie ein gleich grosses frisches Schenkelbein. Vergesellschaftet mit ihnen waren die versteinerten Knochen von folgenden Thieren: Stegodon, der Uebergangsform vom Mastodon zum Elephanten, Rhinoceros, Hippopotamus, Bubalus, Leptobos, Boselaphus, Sus, Felis, Hyaena, Cervus, Manis. Diese Thierwelt hat Beziehungen zu der von Siwalik und Narbada in Indien, von denen die erste noch dem Tertiär angehört, die zweite vielleicht schon quartär ist. Nach Dubois' Ansicht steht die den Pithecanthropus begleitende Fauna in der Mitte zwischen beiden und wäre demnach als „jungpliocän“ oder „pleistocän“ anzusprechen. Das Vorkommen von Flusspferd und Hyäne erinnert an Afrika und lässt, was auch durch andere Umstände bestätigt wird, vermuten, dass Südasien und das ursprünglich damit zusammenhängende Inselindien von jenem Welttheil aus mit Thieren und später auch mit Menschen bevölkert worden ist.

¹ Descent of man, 1859, cap. 4.

Da spätere Nachforschungen erfolglos blieben, sind wir mit unseren Untersuchungen auf die vier genannten Fundstücke beschränkt. Zwei Knochen und zwei Zähne, das ist im Vergleich mit einem vollständigen Skelett freilich nicht viel; glücklicherweise sind aber die erhaltenen Stücke gerade solche, die zu den wichtigsten gehören und ziemlich sichere Rückschlüsse auf den ganzen Körperbau gestatten. Der zuerst gefundene Zahn ist der dritte Mahlzahn des rechten Oberkiefers, also, menschlich gesprochen, ein „Weisheitszahn“. Wegen ihrer grossen Aehnlichkeit sind einzelne Menschenzähne von solchen grosser Affen nur schwer zu unterscheiden, und so wurde auch der in Frage stehende bei seiner Aufindung zuerst einer dem Schimpansen verwandten grossen Affenart zugesprochen. Er hat zwei stark auseinanderstrebende, schief nach hinten aufsteigende Wurzeln, von denen die äussere durch eine tiefe Furche erkennen lässt, dass sie aus der Verwachsung eines vorderen kürzeren und eines hinteren längeren Astes entstanden ist. Von einem menschlichen unterscheidet sich der Zahn durch seine Grösse, die Rauigkeit der Kaufläche und die Rückbildung hauptsächlich des hinteren äusseren, statt inneren Höckers. Im Ganzen macht er den Eindruck, dass er trotz beträchtlicher Breite in der Richtung von vorn nach hinten eine bedeutende Rückbildung erfahren hat, was auf einen ähnlichen Zustand des ganzen Gebisses schliessen lässt. Er ist nur wenig durch den Gebrauch abgenützt und muss daher, da sein Träger, nach der Verwachsung der Schädelnähte zu schliessen, ein höheres Alter erreicht hatte, erst spät, wie beim Menschen, zum Durchbruch gelangt sein. Von den Zähnen lebender oder ausgestorbener Affenarten unterscheidet er sich durch das Ueberwiegen der Breitenausdehnung, sowie durch die starke Rückbildung der hinteren Höcker und der Wurzeln. Aehnlich verhält sich der später gefundene Mahlzahn. Obgleich beide Zähne dem Affentypus näher stehen als dem menschlichen, hat eine eingehende Vergleichung den Entdecker doch zu der Ueberzeugung gebracht, dass sie „zu keiner der lebenden Anthropoidenarten in näherer Beziehung stehen“.

Von dem bald darauf und ganz in der Nähe gefundenen

Schädel ist leider nur das Dach erhalten; die Theile unterhalb der Stirn und der Nackenlinie sind abgebrochen. Glücklicherweise lassen sich aber doch die für uns wichtigsten Schlüsse auf Rasse und Schädelinhalt aus dem Vorhandenen ziehen. Das Schädeldach ist länglich eiförmig, hinter den mässig entwickelten Augenwülsten tief eingezogen und zeichnet sich durch seine Grösse und die Höhe der Wölbung vor dem des Schimpansen und anderer menschenähnlicher Affen aus. Die Länge beträgt 18,5, die grösste Breite 13,0, die geringste, hinter den Augenwülsten gemessen, nur 9,0 cm. Breite und Länge verhalten sich wie 7 zu 10, der Index von 70 ist daher ein niederer. Dadurch unterscheidet sich der Schädel wesentlich von dem des ausgesprochen rundköpfigen Orang, der stets einen Index von über 80 hat. Die mächtigen Knochenkämme des Gorillaschädels fehlen dem von Trinil, der in seiner ganzen Gestalt am meisten dem des Schimpansen oder, besonders wegen der Einziehung hinter den Stirnwülsten, dem eines sehr grossen Gibbons (*Hylobates*) ähnelt. Die Schädel der jetzt lebenden Gibbonarten sind aber viel kleiner und auch, bei einem durchschnittlichen Index von 74, nicht so länglich. Die verstrichenen Nähte, die fehlenden Knochenleisten lassen auf ein älteres weibliches Individuum schliessen. Schon durch seine bedeutende Länge steht der Schädel von *Pithecanthropus* hoch über denen aller lebenden Grossaffen; Schimpansenschädel sind durchschnittlich 13,5, solche von alten Orangmännchen höchstens 14,0, die der grössten Gibbons allerhöchstens 10,0 cm lang. Der ausgewachsene männliche Gorilla erreicht ungefähr die gleiche Schädellänge von 18,5 cm, das Weibchen etwa 3,0 cm weniger; dabei ist aber zu beachten, dass unser fraglicher Schädel ein weiblicher ist und dass beim Gorilla wegen der Grösse der Stirnhöhlen und der Dicke des Knochens etwa 6,0 cm abgezogen werden müssen, so dass für die innere Höhle nur noch 12,0, beim *Pithecanthropus* aber 15,5 cm übrig bleiben. Den Schädelinhalt berechnet Dubois auf mindestens 900 ccm, das ist doppelt so viel wie bei den grössten Affen, annähernd zwei Drittel von dem des Menschen. Wäre also der *Pithecanthropus* von Java ein wirklicher Affe gewesen, so müsste er, da die grösseren Arten einer Gattung immer ein verhält-

nissmässig viel kleineres Gehirn haben, die dreifache Grösse des Gorilla und das Gewicht eines Rindes oder Pferdes erreicht haben. Dass ein solches Riesenthier nicht klettern und ein Baumleben führen kann, leuchtet ein, und um seine Körperlast zu tragen, hätten seine Schenkelknochen die dreifache Stärke der menschlichen haben müssen.

Das bei Trinil gefundene Schenkelbein, dessen Abbildung ich Ihnen nun vorlege, ist aber weder dicker noch länger als ein menschliches. Jeder Anatom und Arzt würde den Knochen — er ist der linksseitige eines Erwachsenen, nur wenig beschädigt, aber mit einem krankhaften Auswuchs behaftet — beim ersten Anblick für den eines Menschen erklären. Erst bei genauerer Untersuchung entdeckt man einige Verschiedenheiten. Das Mittelstück ist viel runder als beim Menschen, das Planum popliteum dadurch weniger ausgebildet und mehr gewölbt, da gerade in seiner Mitte eine Art von Wulst nach den Gelenkknorren sich hinzieht; die vom grossen zum kleinen Rollhügel (Trochanter) laufende Knochenleiste ist weniger erhaben, schmaler und etwas nach innen gezogen. Diesen zwar geringfügigen, aber doch beim Menschen nie vorkommenden Abweichungen — unter vielen Hunderten menschlicher Oberschenkelbeine konnte der französische Anthropologe Manouvrier erst nach langem Suchen und in ganz vereinzelt Fällen eine einigermaßen ähnliche Bildung auffinden — stehen sehr wesentliche und wichtige Uebereinstimmungen gegenüber. Die Länge von 45,5 cm entspricht der bei einem mittelgrossen, 165—170 cm hohen Menschen. Der Schenkelhals bildet mit dem Schaft, genau wie beim Menschen, einen Winkel von 125° , ist ganz gleich gebildet und trägt auch einen ebensolchen Gelenkkopf. Die rauhe Stelle, wo sich der beim Menschen in Folge des aufrechten Gangs mächtig entwickelte Gesässmuskel (*Musculus gluteus maximus*) ansetzt (*Tuberositas glutealis*), ist deutlich ausgeprägt. Die wichtigste Uebereinstimmung zeigt aber das untere Ende des Knochens: die Gestalt der mit dem Schienbein im Kniegelenk zusammentreffenden Flächen zeigt, dass das Bein vollkommen gerade gestreckt werden konnte. Diese den aufrechten Gang gestattende Fähigkeit besitzt eben von allen lebenden Geschöpfen nur der Mensch. Ganz an-

ders ist das Femur der grossen Affen gestaltet, im Allgemeinen kürzer, dicker, nicht um die Längsachse gedreht und mit Gelenkflächen, die eine völlige Streckung nicht zulassen. Die krankhafte Knochengeschwulst, die Abdrücke der zurückgebogenen Schenkelschlagader (Arteria femoris circumflexa) und ihrer Aeste erkennen lässt, rührt offenbar davon her, dass von der Innenfläche des Oberschenkels aus ein Fremdkörper, abgebrochener Ast oder starker Dorn, eingedrungen und entweder theilweise eingeheilt war oder eine Erweiterung (Aneurysma) der Schlagader verursacht hatte. Sie war ohne Einfluss auf die Gebrauchsfähigkeit und somit auch auf die Gestalt des Knochens.¹

Wir haben, wie gesagt, keinen Grund, die Angaben oder die Ansichten des Entdeckers über die Zusammengehörigkeit der vier Stücke zu bezweifeln. Vierhundert Kisten voll Knochen wurden gesammelt, und unter dieser grossen Menge fand sich kein einziger mehr, den man einem Affen oder einem Menschen hätte zuschreiben können. Es wäre doch mehr als unwahrscheinlich, fast ein Wunder, wenn gerade der Schädel eines riesigen Affen und das Schenkelbein eines Menschen, sonst aber nichts von beiden, zusammen in die gleiche Schicht gerathen wären. Aber selbst dann bliebe dem Funde seine grosse Bedeutung: wir hätten zwei „überaus wichtige und gänzlich unbekannte, aber nahe verwandte Formen“, den Tertiärmenschen und einen aus gleicher Zeit stammenden, sehr grossen und menschenähnlichen Affen zusammen gefunden. Das Nächstliegende und Wahrscheinlichste ist aber gewiss die Annahme — wir müssen darin Dubois' Ueberzeugung theilen —, dass die beschriebenen Stücke „sicher von einem Wesen“ herstammen, das „weder ein Affe noch ein Mensch gewesen ist“.

Auf der ganzen Insel hat sich sonst nichts gefunden, was für ein so frühes Auftreten des Menschen spräche, als

¹ Auf der Anthropologenversammlung zu Lindau, 1899, hat Dr. Bumüller, ein katholischer Geistlicher, das Schenkelbein von Trinil für das eines ausgestorbenen Gibbons, *Hylobates*, erklärt. Das Femur dieser Affenart ist entschieden dem menschlichen am ähnlichsten, unterscheidet sich jedoch von diesem und dem des *Pithecanthropus* wesentlich durch die geringere Dicke der Gelenkenden, durch die Kürze des Schenkelbalses und dem kleinerem Winkel zwischen diesem und dem Schaft.

im Jahre 1890 ein kleines Bruchstück eines Unterkiefers, das in der *Natuurkundig Tijdschrift voor Nederlandsch-Indie*, 1891 S. 95, und im *Verslag van het Mijnwezen*, 1890, No. 4, kurz erwähnt und einer niederen Menschenrasse zugeschrieben wurde, das aber ganz wohl mit dem Fund von Trinil in Verbindung stehen und von einem Vorläufer des Menschen herrühren kann.

Wie alle überraschenden Entdeckungen hat auch die von Trinil das Fegefeuer absprechender Urtheile und widersprechender Meinungen durchmachen müssen. Auf dem Internationalen Zoologenkongress des Jahres 1895 in Leyden erklärten von zwölf beteiligten Forschern nach langer und heftiger Redeschlacht den *Pithecanthropus* drei für einen Menschen, drei für einen Affen und sechs für eine Uebergangsform. Seitdem haben den Schädel allein Virchow, Krause, Waldeyer, Ranke, Kollmann, Selanka, v. Zittel, Ten Kate als den eines Affen, Turner, Cunningham, Keith, Lydekker, Martin, Matschie, Topinard als einen menschlichen und Dames Manouvrier, Marsh, Häckel, Nehring, Verneau, Pettit, Schwalbe als den einer Zwischenform angesprochen. Man sieht, die „Pithekisten“, unter denen sich gerade die ältesten und bekanntesten deutschen Anthropologen befinden, sind in der Minderzahl. In neuester Zeit haben u. A., die Zusammengehörigkeit der Fundstücke anerkennend, Branco¹ und Klaatsch² sich dahin ausgesprochen, dass der *Pithecanthropus* „für eine dem *Hylobates* verwandte Anthropoidenform, welche mehr als eine jetzt lebende sich dem Menschen nähert“, zu halten sei. Dem gegenüber muss man doch hervorheben, dass mit dem Oberschenkel von Trinil nur ein aufrechter Gang möglich war und dass dieser mit dem Begriff „Affe“ unvereinbar ist. Selbst die am besten aufrecht gehenden Gibbons können nur wenige Schritte frei machen, indem sie sich mit ihren langen Armen im Gleichgewicht zu halten suchen. Sehr richtig ist die Bemerkung³ von Dames: „Bringt grosse Meinungs-

¹ Die menschenähnlichen Zähne aus dem Bohnerz der Schwäbischen Alb, 1898.

² Die Stellung des Menschen in der Reihe der Säugethiere u. a. w., *Globus* LXXVI, 21 u. 22, 1899.

³ *Deutsche Rundschau*, 1896 S. 368 u. ff.

verschiedenheit sonst wohl Unsicherheit und Schwanken mit sich, so kann sie hier geradezu als starke Stütze der Uebergangsnatur von Pithecanthropus verwerthet werden.“ Der Mittelweg ist immer der beste und all die widerstreitenden Anschauungen lassen sich am leichtesten verstehen und versöhnen, wenn wir in der That das merkwürdige Geschöpf, das einst auf Java gelebt hat, mit seinem glücklichen Entdecker als ein Bindeglied, eine Zwischenstufe, eine „Uebergangsform“ auffassen. Es ist nur die Frage, zwischen welchen Lebewesen der Pithecanthropus die verbindende Brücke bildet, und hier beginnt sich meine Anschauung von der Dubois' in etwas zu scheiden. Ich kann, wie ich schon eingangs angedeutet, den „Affmenmenschen“ weder für eine „Uebergangsform zwischen dem Menschen und dem Affen“ noch für den „unmittelbaren Erzeuger des Menschen“ halten. Zwischen Affen und Menschen, deren Stammbäume schon eine sehr lange, kaum noch abzuschätzende Zeit neben einander herlaufen, kann es ja keinen Uebergang, keine verbindende Brücke geben. Wir müssen bis zur Gabelung des Stammbaums, wo beide Aeste zusammentreffen, zurückgehen, um auf Geschöpfe zu stossen, in deren Bau menschliche und äffische Eigenschaften vereinigt waren, die sich nach beiden Richtungen hin entwickeln konnten. Wann diese unsere gemeinsamen Vorfahren gelebt und wie sie ausgesehen haben, darüber wissen wir nichts Sichereres, können wir höchstens ganz unbestimmte Vermuthungen hegen. Dubois lässt sowohl Menschen als auch Grossaffen von einem Urigibbon, Prothylobates, abstammen, muss aber selbst zugeben, dass dies Geschöpf seiner Einbildungskraft nicht mehr ist als „eine sehr generalisirte, hypothetische Form“.

Gegen den Pithecanthropus als „Vorfahren“ des Menschen spricht nicht sowohl die Beschaffenheit seiner Knochen als vielmehr das Land und die verhältnissmässig junge Erdschicht, wo sie gefunden worden sind. Um uns darüber klar zu werden, ob und wie sich aus einem Wesen von der Art des javanischen „Affmenmenschen“ zuerst niedere, dann höhere Menschenrassen entwickeln konnten, müssen wir zuerst versuchen, uns eine Vorstellung, ein Bild von ihm zu machen, nach den wenigen Ueberbleibseln das ganze Knochengerüst

wieder aufzubauen und mit Fleisch und Haut zu umkleiden. Nachdem schon Manouvrier mit einem den Entdecker nicht ganz befriedigenden Endergebniss es unternommen¹ hatte, den Schädel zu ergänzen und wiederherzustellen, ist dieser selbst an die Frage herangetreten² und hat sie, wie ich glaube und wie Sie nach dieser Zeichnung selbst beurtheilen mögen, in durchaus zutreffender Weise gelöst. Der knöcherne Kopf, wie ihn diese Abbildung darstellt, ist weder der eines Menschen noch der eines Affen, sondern weist, wenn auch wohl die menschlichen überwiegen, Züge von beiden auf, vereinigt in einer vollkommen zusammenstimmenden Mischung Merkmale menschlicher und thierischer Bildung. Das Schädeldach ist höher gewölbt, die Schädelhöhle geräumiger als bei jedem Affen und doch noch lange nicht menschlich. Kiefer und Gebiss sind zwar viel stärker entwickelt als bei uns, aber doch nicht in dem Masse wie beim Gorilla und lassen die Zeichen einer beginnenden Rückbildung erkennen. Die starke Knickung der Hinterhauptschuppe, das nach vorn gerückte grosse Hinterhauptsloch beweist, dass der Kopf nicht mit seinem hintern Ende an der Wirbelsäule hing, sondern ihr in der Mitte seiner Grundfläche aufsass wie der Knopf der Fahnenstange, mit einem Worte, dass sein Träger nicht auf allen Vieren, sondern aufrecht auf zwei Beinen ging. Wir begreifen ganz gut, wie sich aus einem solchen Schädel durch allmähliges Wachsthum des Gehirns und Ausdehnung seiner Kapsel, durch fortschreitende Rückbildung der Kauwerkzeuge ein menschliches Haupt hat entwickeln können; ein Affenkopf aber konnte nicht mehr daraus werden, denn eine so starke Rückbildung des schon so weit vorgeschrittenen Gehirns, ein Aufgeben des aufrechten Gangs muss als unmöglich erscheinen. Aus dem Schädel allein können wir also schliessen, dass aus einem Geschöpf wie der Pithecanthropus wohl ein Mensch, nimmermehr aber ein Affe werden konnte, dass er also im Stammbaum nicht an der Gabelung, sondern auf der Menschenseite steht.

Der Haltung des Kopfes entspricht die Wirbelsäule. Obgleich kein einziger Wirbel gefunden ist, lässt sich doch mit

¹ Revue scientifique 1896 S. 294.

² Anatom. Anzeiger 1896 XII 1.

Bestimmtheit sagen, dass sie bei einem aufrecht gehenden Wesen nicht, wie beim Gorilla oder Orang, nur eine einzige, nach vorn offene, sondern, wie bei uns, eine doppelte, im Hals- und Lendentheil nach vorn gewölbte Krümmung gehabt haben muss. Auch das Becken ist in Folge des aufrechten Gangs gründlich umgestaltet worden: um die Last der Eingeweide tragen zu können, durften die Darmbeine nicht so hoch, schmal und flach bleiben, wie Sie es an den Skeletten grosser Affen sehen, sondern mussten sich zu flachen, weit ausladenden Schaufeln verbreitern. Mit dem Beckengürtel steht durch die Hüftpfanne das Oberschenkelbein in Gelenkverbindung. Dass dasjenige von Trinil sich nur unwesentlich vom menschlichen, dagegen wesentlich von dem der Affen unterscheidet, haben wir schon gesehen. Dem Oberschenkel muss der Unterschenkel entsprochen haben und daher verhältnissmässig länger gewesen sein als beim Schimpansen oder Gorilla. Der Fuss wird durch die auf ihm allein ruhende Leibeslast eine flache Sohle und eine vorspringende Ferse bekommen haben und dadurch dem unsrigen sehr ähnlich geworden sein; nur die grosse Zehe mag noch absteher und freier beweglich gewesen sein. Die Hand dürfte der menschlichen schon sehr nahe gekommen sein, wenn auch vielleicht die Fähigkeit, den Daumen jedem andern Finger gegenüber setzen zu können, noch nicht in dem Maasse wie bei uns ausgebildet war.

Wie sich Dubois das äussere Aussehen seines „Affemenschen“ gedacht, darüber spricht er sich nicht aus. Da dies aber entschieden zur Vervollständigung des Bildes gehört, so lassen Sie mich hier wiederholen, was ich vor einem Jahre in einem Vortrage über „Menschenrassen“ im Naturhistorisch-medizinischen Verein zu Heidelberg¹ im Anschluss an das bekannte Bild von Gabriel Max darüber gesagt habe: „Die künstlerische Einbildungskraft, allerdings unterstützt durch fachmännischen Rath (Häckel), hat uns ein Bild entworfen, das wohl die Hauptsache, den Körperbau, annähernd richtig wiedergibt, im Einzelnen jedoch der Berichtigung bedarf. Wir müssen dem Urmenschen aus so früher Zeit (Pithec-

¹ Verhandl. d. Vereins N. F. VI, 1.

thropus alalus) ohne Sprache noch ein allgemeines Haarkleid zuschreiben; auch das lange Haupthaar ist sicher eine Folge späterer Entwicklung und ein kurzes Wollhaar das ursprüngliche; neueren Ursprungs, eine Wirkung der Eiszeit und des nordischen Klimas ist auch die Farbenbleichung, das hellgelbe Haar, die weisse Haut, die blauen Augen. Wie man besonders gut an dem Säugling sieht, hat der Künstler die Köpfe dolichocephal dargestellt.“ Heute, nach eingehender Beschäftigung mit dem Pithecanthropus, muss ich auch diese sehr bedingte Zustimmung noch mehr einschränken. Der Künstler geht offenbar, wie Dubois und Häckel¹, von der Voraussetzung aus, dass der Urmensch „ein Verbindungsglied zwischen den Menschenaffen (Anthropoiden) und den echten (sprechenden) Menschen“ sein müsse. Diese Voraussetzung ist aber falsch — der Mensch stammt nicht vom Affen ab, sondern hat mit diesem nur gemeinsame, aber sehr entfernte Vorfahren —, und so hat der berühmte Maler, obgleich er sein Bild erst nach jahrelangen gründlichen Studien auf die Leinwand brachte, doch in der Hauptsache geirrt. Sein Werk ist allerdings so ausgefallen, wie es wohl die meisten Menschen, die von der „Affentheorie“ gehört haben, erwartet hätten: Merkmale der höchsten Affen und der niedersten Menschenrasse sind vereinigt, aber so entstehen nicht Vormenschen, sondern Bastarde von Gorilla und — sagen wir Buschmann, wozu aber wieder die hellen Farben und langen Haare nicht stimmen. Nach dem Fund von Trinil, wie nach allgemeinen entwicklungsgeschichtlichen Erwägungen, müssen wir uns den sprachlosen Urmenschen vorstellen mit einem flachen Schädel und thierischen Gesicht, dagegen schon ziemlich menschlicher Gestalt, besonders langen Beinen und schlankem Rumpf. Die Farbe der Augen war jedenfalls dunkelbraun, die der kahlen Hautstellen, Gesicht, Gesäss, Hohlhand und Fusssohlen etwas heller, das den übrigen Körper bedeckende Wollhaar von einem mittleren Braun. Das wäre so ungefähr unser „Ahnensbild“.

Warum nun, werden Sie fragen, wenn der Pithecanthropus von Java solche Rückschlüsse auf die Merkmale des

¹ Ueber unsere gegenwärtige Kenntniss vom Ursprung des Menschen. Vortrag, geh. auf dem 4. Intern. Zoologenkongress in Cambridge 1898.

Urmenschen gestattet, warum soll er nicht unser unmittelbarer Vorfahr, warum die „indische Thierprovinz“ nicht, wie Dubois meint, das Werdeland des Menschen sein? Weil der Mensch, das Endglied einer unendlich langen Kette, das höchstentwickelte Säugethier, die Krone der Schöpfung, da entstanden sein muss, wo das erste Wirbelthier den festen Boden betreten hat, wo der erste Lurch durch den Schlamm gekrochen ist und der erste Warmblüter durch Lungen geathmet hat. Dort war die längste Zeit, dort waren die meisten äusseren Anstösse zur Fortentwicklung gegeben, dort muss diese zuerst ihren Gipfel erreicht haben, wie — gestatten Sie mir den Gebrauch eines oft wiederholten Bildes — lassen wir Sand aus einem Trichter rieseln, der Hügel da am höchsten sein wird, wo die ersten Körner aufgefallen sind. Es ist einleuchtend, dass das Leben auf unserem Erdball an den zuerst abgekühlten Stellen, und zwar im Wasser begonnen haben muss. Das von Nansen am Nordpol¹ festgestellte Tiefseebecken hat jedenfalls die ersten Wasserthiere beherbergt, an seinen Küsten müssen die ersten Anpassungen ans Landleben stattgefunden haben. Von diesem Lande aus, das man Arktogäa genannt hat und von dem nur noch einige Trümmer, Parry-Inseln, Grinnell-Land, Grönland, Island, Spitzbergen, Franz-Josefsland, Nowaja Semlja, über den Meeresspiegel emporragen, haben sich die Thiere und Pflanzen auf jeder Entwicklungsstufe über alles zugängliche Land der Alten und Neuen Welt verbreitet. Die an den Boden gefesselten, schwer beweglichen Säugethiere brauchten selbstverständlich lange, bis sie die südlichsten Spitzen der grossen Festländer oder der benachbarten Inseln erreichten. Während dieser ganzen Zeit schritt aber die Entwicklung im Norden, hauptsächlich durch die zunehmende Abkühlung angeregt, unaufhaltsam weiter, so dass dieser immer einen bedeutenden Vorsprung vor dem Süden hatte. Als die ersten Grossaffen den Gleicher erreichten, lebten in Nordeuropa jedenfalls schon Vorstufen der Menschen von der Art des Pithecanthropus, und als dieser auf Java eintraf, gab es in den nördlichsten Gebieten der Alten Welt schon richtige sprachbegabte Men-

¹ Soweit unsere jetzige Kenntniss reicht, fällt der Südpol auf Land.

schen. Deshalb kann der „Affenmensch“ von Trinil nicht der Vorfahr des Menschen, der bei Sivalik gefundene Grossaffe (*Palaeopithecus sivalensis*) nicht der Stammvater des ersteren sein. Beide stellen frühe Wellen in der Verbreitung der Affen und Vormenschen dar, die sich aber nicht fortgepflanzt und erhalten haben, sondern durch spätere Wellen auf höherer Entwicklungsstufe stehender Geschöpfe verdrängt und ersetzt wurden. So erklärt sich auch die verhältnissmässig junge Fundschicht des *Pithecanthropus*; denn, wie Dubois selbst zugeben muss, können wir den Zeitraum, der diesen von den ältesten Menschen trennt, „höchstens etwa der Länge der Diluvialperiode gleichstellen, und es fragt sich nur, ob dieser Zeitraum zur Entwicklung des Einen aus dem Andern genügen konnte“. Da im westlichen Europa, z. B. in Chelles, St. Acheul, Denise, Tilloux nicht nur Spuren, sondern sogar Knochen des voreiszeitlichen Menschen gefunden worden sind, dürfte allerdings die nöthige Entwicklungszeit fehlen. Der Mensch dieses Erdalters, der in unserem Welttheil noch mit wärmeliebenden Thieren, wie *Elephas antiquus*, *Rhinoceros Merckii*, *Hippopotamus amphibius*, zusammengelebt hat, gehört der sogenannten Neanderthalrasse an. Er ist schon ein richtiger Mensch, und nur die einer geringen Gehirnentwicklung entsprechende Flachheit des Schädels, der aber, wie Sie an den Funden von Neanderthal und Spy beobachten können, hoch über dem des *Pithecanthropus* steht, weist ihm seine Stelle unter den niedersten Menschenrassen an.

Ureuropäer, Afrikaner, sowie die negerartigen Ureinwohner von Südasien, Inselindien und Australien sind alle langköpfig. Wir können daraus schliessen, dass mit Pflanzen und Thieren von der Arktogäa nach Süden sich ausbreitend, ein Strom langköpfiger Menschen über Europa nach Afrika und von dort über früher bestehende Landbrücken ostwärts sich ergossen hat. Dass die auf gleichem Wege sich ausbreitenden Wellen der Grossaffen und Vormenschen ebenfalls langköpfig waren, zeigt die Schädelbildung des Gorilla, Schimpanse und *Pithecanthropus*. Ausgesprochen rundköpfig dagegen — die Gibbonarten nehmen eine vermittelnde Stellung ein — ist der Orang und stimmt durch dieses Merkmal mit den nord- und ostasiatischen Menschenrassen überein. Es scheint

also, dass sich über Asien — die ältesten in Amerika gefundenen Schädel sind wie die ureuropäischen dolichocephal — nach Osten hin Wellen rundköpfiger Grossaffen und Menschen ergossen haben und dass nach der Schädelbildung, einem der wichtigsten Rassenmerkmale, Grossaffen wie Menschen in zwei Hauptgruppen zerfallen und der Unterschied vielleicht in vormenschliche Zeit zurückreicht. Es mehren sich bekanntlich in neuerer Zeit die Stimmen¹, die der Schädelmessung allen Werth absprechen, und ich selbst muss gestehen, wenn man nicht weiss, was damit zu erreichen ist und nichts herausbringt als endlose Zahlenreihen, dann könnte man — nach einem früheren Ausspruch von mir — allerdings ebenso gut Kegelkugeln messen wie Schädel. Es gibt, wie schon der Vater der Schädelmessung, Anders Retzius, richtig erkannt hat, nur zwei Grundformen des menschlichen Schädels, die längliche und die rundliche, die ursprünglich durch etwa 15 Indexeinheiten getrennt waren. Die seit Jahrtausenden wirksame Rassenmischung aber hat diesen Gegensatz an vielen Orten und bei den meisten Völkern ausgeglichen, so dass

¹ So sagt u. A. Wohlbold (Die Kraniologie, ihre Geschichte und ihre Bedeutung u. s. w., Nürnberg 1899): „Man könnte schon heute eingesehen haben, dass alle Versuche, die Menschheit kraniologisch zu klassifiziren, scheitern müssen. Eine Hypothese drängt die andere, aber keine kann mehr Recht als die andere für sich beanspruchen, keine vermag zu erschöpfen und zu überzeugen. Darum ist jede exakte, auf Thatsachen, die nicht anders erklärt werden können, gestützte Forschung ausgeschlossen, und die modernen Kraniologen führen uns nur in das weite Reich der blühendsten Phantasie.“ In den letzten Tagen hat Buchner in der Beilage zur Allgemeinen Zeitung, Nr. 282/4, 1899, einen Aufsatz über „Völkerkunde und Schädelmessung“ veröffentlicht, der die Verirrungen der Kraniologie in witsiger Weise geißelt, aber doch mangels tieferer Einsicht über das Ziel hinausschiesst und den gesunden Kern mit der faulen Schale verwirft. Das Schlussergebniss „die Rasse kann nicht im Schädel stecken“ ist ja richtig: die Schädelgestalt, und zwar das Längenbreitenverhältniss, ist nur eines der vielen Rassenmerkmale, das aber zum wichtigsten wird, weil es das älteste und von äusseren Einflüssen unabhängigste ist. Da es ursprünglich nur zwei Schädelformen, die längliche und die rundliche, gibt, kann nach ihnen die Menschheit nur in zwei Hauptrassen, Langköpfe und Rundköpfe, zerfallen, die allerdings durch zahllose Uebergangs- und Mischformen verbunden sind. Die Schädelmessung konnte zwar überschätzt und missbraucht, „entbehrt“ aber kann sie für die Völkerkunde nicht werden.

wir in ein und demselben Volke, ja in der gleichen Sippe oft Schädel von sehr verschiedenem Index finden. Will man zu Viel und zu Vielerlei aus dem Schädel herausmessen, so lohnt der Erfolg die Mühe nicht. Auch die Gesichtsbildung ist, wie ebenfalls schon der ältere Retzius eingesehen, viel weniger wichtig als das Längenbreitenverhältniss der Schädelkapsel. Dies lässt sich aber leicht und schnell durch zwei Maasse ermitteln, und damit ist die Rasse, bezw. die Mischform eines Schädels festgestellt. Kommen in einem Volke viele solcher Mischformen und starke Gegensätze vor, so ist dies immer das untrügliche Zeichen einer Mischlingsrasse. So wird die Schädelmessung, trotz allem Widerspruch, durch Ermittlung eines Rassenmerkmals, das in das fernste Alterthum, vielleicht sogar in vormenschliche Zeit zurückreicht und von äusseren Einflüssen unabhängig ist, richtig verstanden und angewendet immer ihre grosse Bedeutung für die Rassenkunde des Menschen behalten.

Die Schädel der Menschen der neueren Steinzeit unterscheiden sich hinsichtlich ihrer Rasse von denen der heutigen nordeuropäischen Kulturvölker nicht, hinsichtlich der Gehirnentwicklung kaum. Ein grosser Unterschied bertheilt aber, was die Geräumigkeit der Schädelhöhle anlangt, zwischen dem Ureuropäer der Neanderthalrasse und dem Träger der hochentwickelten Steinzeitkultur; zwischen beiden liegt aber auch ein ungeheurer Zeitraum, die Eiszeit mit ihren Unterbrechungen und Nachschüben, kaum weniger als 100 000 Jahre. Da wir in unserem Welttheil schon vor dem Diluvium richtige Menschen finden, muss der Uebergang vom Vormenschen zum Menschen noch früher, und zwar in nördlicheren Gebieten sich vollzogen haben, wo jetzt nur noch ein kleiner Theil des früher bewohnbaren Landes über Wasser ist. Dass wir vom Tertiärmenschen, den wir als Vorläufer des quartären doch voraussetzen müssen, bisher noch keine sicheren Spuren gefunden haben, beruht wohl gerade darauf, dass sie von den Wogen des Nordmeeres überfluthet oder unter ewigem Eise begraben sind. Auch die Verbreitung der grossen Affen muss auf dem gleichen Wege erfolgt sein; das lehren uns die sonst überaus seltenen, in unserem Welttheil aber an verschiedenen Orten, in Südfrankreich, in Hessen,

auf der Schwäbischen Alb, in Steyermark, gefundenen Knochen und Zähne ausgestorbener Arten, des *Dryopithecus* und des *Pliopithecus*.¹ Diese stehen aber im Stammbaum schon ganz auf der Affenseite. Von dem 1820 bei Eppelsheim gefundenen Oberschenkelbein, das man damals für das eines zwölfjährigen Kindes hielt, sagt Dubois: „Ich fand den fossilen Knochen nicht im mindesten menschenähnlicher als jeden Oberschenkelknochen von *Hylobates*.“ Was von den gemeinsamen Vorfahren des Menschen und Affen noch übrig ist, müsste daher wohl noch weiter nördlich gesucht werden, wo aber aus den angeführten Gründen nichts mehr zu finden sein wird. Ueber ihre Beschaffenheit können uns vielleicht die jetzt noch lebenden Halbaffen Aufschluss geben, wobei man aber nicht vergessen darf, dass auch sie in der unendlich langen Zeit, die seitdem verflossen ist, durch einseitige Anpassung sich wesentlich verändert haben müssen. Von keinem der lebenden Grossaffen kann man behaupten, dass er dem Menschen am nächsten stehe, sondern der eine hat diesen, der andere jenen menschlicheren Zug. Es müssen daher alle diese Uebereinstimmungen auf die Zeit vor der Gabelung des Stammbaums zurückgehen.

Was nun den Menschen veranlasst hat, sich in einer ganz besonderen Weise weiter zu entwickeln, diese Frage werden wir an die Natur wohl ebenso vergeblich stellen wie die, warum sie manchen Thieren Hörner, anderen Krallen, wieder anderen Zähne zur Vertheidigung gegeben, warum sie weniger wehrhafte Geschöpfe theils durch Schuppenpanzer oder Stacheln, theils durch unscheinbare Farben oder Schnellig-

¹ Dubois schreibt (Ueber drei ausgestorbene Menschenaffen, Neues Jahrb. f. Mineralogie 1897) das bei Eppelsheim gefundene Femur einer besonderen, von ihm *Pliohylobates* benannten Art zu. — Ausserdem ist von Knochen ausgestorbener Grossaffen nur in Indien ein Oberkiefer gefunden worden (*Palaeopithecus sivalonsis*). — Amerika hat keine fossilen und von lebenden nur die niedrigsten (*platyrrhinen*) Affen. Seine Verbindung mit dem nordischen Verbreitungscentrum der Fauna muss öfter unterbrochen gewesen sein. Die ältesten amerikanischen Menschen sind Langköpfe von gleicher Rasse wie die Ureuropäer. In Folge der Eiszeit, die bis auf geringe Ueberbleibsel in Nordamerika den Menschen vernichtete, trat wieder eine Unterbrechung ein. Später erfolgte von Asien aus eine Einwanderung von Rundköpfen.

keit des Laufs geschützt hat. Es steht ihr ein ungeheurer Reichthum von Mitteln zu Gebote, unter denen sie die Wahl hat. Was den Menschen vor allen anderen Geschöpfen auszeichnet, ist die Bildung von Fuss und Hand, die Entwicklung des Gehirns und der Verlust des Haarkleides. Schon in der Einleitung haben wir uns mit der Frage beschäftigt, wie durch den aufrechten Gang erst die freie Beweglichkeit des Arms und die Ausgestaltung der Hand zu einem vollendeten Greifwerkzeug ermöglicht wurde, warum aber bei unseren Vorfahren die Anpassung an den Aufenthalt auf ebener Erde, bei unsern Vettern von der Affenseite jedoch die an das Baumleben den Sieg davontrug, darüber wird uns schwerlich irgend ein Fund Aufklärung bringen. Wir müssen uns mit der Feststellung der Thatsache begnügen. Darwin sagt¹ zwar: „Nur der Mensch ist ein Zweifüsser geworden, und wir können, wie ich glaube, sehen, wie er dazu gekommen ist, die aufrechte Stellung zu erhalten“. Er bewegt sich dabei aber in einem Zirkelschluss: weil die Hand für den Menschen so vortheilhaft war, nahm ihr die Hinterhand, zum Fusse sich entwickelnd, die Aufgabe der Stütze und Fortbewegung ab; weil aber der Fuss dem aufrechten Gange sich anpasste, konnte die Hand ausschliesslich Greifwerkzeug werden. Was war nun das erste? Auch dass der Gebrauch der Hand sehr viel zur Weckung der Erfindungskraft und damit zur Ausbildung und zum Wachsthum des Gehirns beigetragen haben muss, ist schon eingangs erwähnt worden. Aber schon vorher muss das Gehirn unserer Vorfahren ungemein entwicklungsfähig, müssen im Kampf ums Dasein die geistigen ihre Hauptwaffen gewesen sein? Warum? Auch hierauf wollen wir statt gewagter Muthmassungen lieber mit bescheidenem Schweigen antworten. Aehnlich verhält es sich mit den Ursachen, die den Verlust des Haarkleides, das wir auf tieferer Entwicklungsstufe einmal besessen haben, zur Folge hatten. Wie die meisten Forscher hält es auch Darwin für „mehr als wahrscheinlich“, dass die ersten Menschen in einem heissen Land, und zwar in Afrika, wo Gorilla und Schimpanse hausen, entstanden seien. Die Frage aber, ob sie deshalb, durch

¹ Descent of man, cap. 4.

unmittelbare Wirkung der Hitze haarlos geworden, muss er im Hinblick auf den dichten Pelz der genannten Affen verneinen. Da auch in warmen Ländern ein Haarkleid zweifellos guten Schutz gegen Durchnässung und Abkühlung gewährt, versagt auch die natürliche Auslese zur Erklärung. So sieht sich Darwin allein auf die von ihm in ihren Wirkungen sehr überschätzte geschlechtliche Zuchtwahl angewiesen und nimmt an, der Mensch, und zwar zuerst das Weib, habe die Behaarung aus „Schönheitsrücksichten“ verloren. Aber auch diese Erklärung hält einer schärferen Beurtheilung nicht Stand. Der Haarschwund, der ja auch jetzt noch kein vollständiger ist, kann nur ganz allmählig vor sich gegangen und die Anfänge müssen so geringfügig gewesen sein, dass sie kaum ins Auge fallen und bei der Gattenwahl zuletzt in Betracht kommen konnten. Auch ist, nebenbei bemerkt, ein dichtes Fell ein entschieden hübscherer Anblick als ein durch beginnenden Haarausfall ruppig gewordenes. So bereitet also, wie Sie sehen, die Kahlheit unserer Haut der natürlichen Erklärung grosse Schwierigkeiten, und ich selbst wage auch nicht mehr als Vermuthungen anzudeuten. Vielleicht hat der aufrechte Gang mitgewirkt, indem nämlich der in Folge dessen mächtig entwickelte Gesässmuskel zu häufigem Gebrauch dieser bequemen Sitzgelegenheit einlud. Alle Affen, die nicht bloss kauern, sondern richtig sitzen, haben haarlose Gesässschwien, wie auch Hohlhand und Sohlen kahl sind. Bei der Art des menschlichen Sitzens nun wird sich die Kahlheit über die ganze Hinterfläche der Oberschenkel ausgedehnt haben, und eine kahle Stelle zieht, wie Sie an jeder beginnenden Glatze beobachten können, die fortschreitende Enthaarung der benachbarten Hauttheile nach sich. Da der Haarschwund allen Menschenrassen gemein ist, muss er sehr früh begonnen haben. Möglicherweise ist daher auch die zunehmende Abkühlung der Erde mitschuldig, die den denkenden Menschen frühzeitig zur Anwendung künstlicher Schutzmittel, wie Hütten und Höhlen, Felle und Feuer, veranlasste.

Aus der Nacktheit des Menschen aber, wie dies Klaatsch¹

¹ Angegebenen Orts.

gethan hat, schliessen zu wollen, dass der Mensch lange in einem Lande mit „ungewöhnlich günstigen Bedingungen“ und von „andauernd gleichmässigem Klima“ gelebt habe, dass er „lange dem Kampf ums Dasein entzogen“ gewesen sei und ihm „eine Art von Paradiesesstadium“ auch von der Wissenschaft zugesprochen werden müsse, ist meines Erachtens verfehlt. Wir haben nicht den geringsten Grund zu der Annahme, dass jemals irgendwo der Kampf ums Dasein aufgehört hat oder aufhören wird, und eine stets gleichbleibende Wärme ist auch ausgeschlossen, da infolge der Erkaltung unseres Erdballs die Temperatur von den Polen nach dem Gleicher zu fortwährend abnimmt. Diese fortschreitende Abkühlung hat ja die gewaltigen Umwälzungen und Umgestaltungen der Erdoberfläche zur Folge gehabt, die wir unter dem Namen „Eiszeit“ zusammenzufassen gewöhnt sind.

Gewiss hat diese Zeit schwerster Noth und heftigsten Kampfes ums Dasein zahllose Menschen vernichtet; aber die Wenigen, die sie glücklich überstanden hatten und durch diese harte Schule gegangen waren, verdanken ihr den grössten Fortschritt. Aus ihren Nachkommen ist die edelste, zur Weltherrschaft berufene Rasse der Nordeuropäer (*Homo europaeus* Linné) erwachsen. Je früher eine Rasse vom gemeinsamen Urstamme sich loslöste, desto weniger konnte sie aus den anregenden und fördernden Einflüssen des Nordens Nutzen ziehen, auf desto tieferer Entwicklungsstufe stand sie damals, steht sie noch heute. Denn der Aufenthalt in den Ländern am Gleicher, wohin diese ersten Wellen der Menschheit gelangten, wo die Hitze die geistige und leibliche Thatkraft lähmt und die Nahrung dem Menschen mühelos in den Schooss fällt, ist, wie wir an deren Bewohnern sehen können, durchaus ungeeignet, sie zu heben und vorwärts zu bringen. Die niederen, hauptsächlich zwischen den Wendekreisen lebenden Menschenrassen, stellen, den rastlos vorwärts strebenden Nordländern gegenüber, ein Beispiel der Entwicklungshemmung, Genepistase, beim Menschen dar. Auch in ihrem Leibesbau zeigen sie mancherlei Merkmale des Zurückbleibens auf tieferer Stufe, so z. B. an Gehirn und Schädel, an Kiefern und Gebiss, in der Nasenbildung, am Becken, an den Gliedmassen, am Fuss u. dgl.

Man hat diese Merkmale, die ja in gewissem Sinne an die Affen erinnern, „pithekoide“, d. h. affenähnliche, genannt, hätte aber besser gethan, diesen nur Anlass zum Streit gebenden Ausdruck zu vermeiden; Zeichen rückständiger Entwicklung sind sie zweifellos. Ueberhaupt hätte man, wenn man die Abstammungsfrage des Menschen nicht zu einer „Affentheorie“ gemacht hätte, den Gegnern weniger Grund zu Spott und Blößen zum Angriff geboten; denn darin hat ja Virchow nicht so ganz Unrecht, dass man, wie er in seiner Eröffnungsrede der Anthropologenversammlung 1894 in Innsbruck behauptete, ebenso gut „zu einer Elephantentheorie oder zu einer Schaftheorie“ kommen könne. Ich halte deshalb auch die Wahl des Namens Pithecanthropus nicht für die glücklichste und würde Proanthropus vorgezogen haben.

Es war ein merkwürdiges Zusammentreffen, dass gerade im Herbst des Jahres 1892, als Virchow auf dem Kongress in Moskau siegesgewiss verkündete: „Es existirt kein Proanthropos, kein Affenmensch, das missing link war die Schöpfung eines Traumes“, am Uferand des Flusses Bengawan das Schenkelbein gefunden wurde, das dem im Jahr zuvor entdeckten Schädel erst den wahren Werth, die grosse entwicklungsgeschichtliche Bedeutung gab. Ein solches Geschöpf mit menschlicher Gestalt und thierischem Kopf war ja etwas ganz Neues, für Viele etwas Unerhörtes, Unmögliches. „Ein solches Monstrum“, rief Kräuse¹ aus, „soll erst noch geboren werden“. Das ist nun freilich unmöglich, ein solches Wesen kann nie mehr den Boden der Erde betreten, so wenig als diese jemals wieder in ihren feurig flüssigen Zustand zurückkehren kann, aber es musste einmal geboren werden, wenn die Lebensentwicklung ihren Gipfel erreichen und den Menschen, die Krone der Schöpfung, hervorbringen sollte. Die Ansicht, dass wir „gerade vom Affen abstammen“, gilt allerdings nicht mehr für „ein Zeichen eines freien Geistes“, wer aber bei unseren heutigen Kenntnissen von vergleichender Anatomie und Entwicklungsgeschichte auch die Abstammung des Menschen von tieferstehenden Wesen leugnet, gibt sich dadurch nicht als grossen Geist zu erkennen.

¹ Zeitschr. f. Ethnologie XXVII, 1895.

Ziehen wir aus dem Funde von Trinil und dem durch ihn entfesselten Gelehrtenstreit die Schlussfolgerung, so gelangen wir zu folgendem, vor dem Richterstuhl der strengsten Wissenschaft bestehenden Endergebniss:

Schädel, Zähne und Oberschenkel gehören zusammen und stammen aus dem obersten Tertiär. Ihr Träger war weder Thier noch Mensch, sondern ein richtiges missing link, ein bisher unbekanntes Bindeglied, aber nicht zwischen dem Affen und Menschen, sondern zwischen diesem und beider gemeinsamen Vorfahren. Stammvater der lebenden Menschen ist er jedoch nicht, sondern nur der Vertreter einer früheren Welle, eines ausgestorbenen Seitenastes, der uns von der Beschaffenheit unserer richtigen Vorfahren eine gute Vorstellung gibt.

Bericht über die am 14. Februar und 3. Juli 1899 in Baden beobachteten Erdbeben.

Von Dr. Fr. Wieggers.

I. Das Erdbeben im Kaiserstuhl am 14. Februar 1899.

Am 14. Februar 1899 fand im südlichen Baden ein Erdbeben statt, das seinen Ausgang im Kaiserstuhl nahm und sich von dort aus ziemlich gleich weit nach N, S, O u. W erstreckte. Das Beben war, obwohl nicht von grosser Ausdehnung, dennoch von ziemlich heftigen Wirkungen begleitet.

Es ist in 35 badischen und 10 elsässischen Orten beobachtet und von den meisten Orten sind der badischen Erdbebenkommission in Karlsruhe Berichte vorzugsweise durch die dankenswerthe Vermittelung der Kaiserl. Oberpostdirektion Konstanz und der Grossh. Wasser- und Strassenbauinspektionen Freiburg und Emmendingen zugegangen, die im folgenden zusammengestellt und zu einem einheitlichen Bericht zusammengefasst sind.

Das Erschütterungsgebiet. Das Beben hat seine Hauptausdehnung in Baden gehabt. Im Elsass ist es in folgenden 10 Orten beobachtet worden: Andolsheim, Artolsheim, Baltzenheim, Fortschweier, Grussenheim, Jepsheim, Kuhnheim, Mackenheim, Markolsheim und Munzenheim. In den beiden Dörfern Kuhnheim und Baltzenheim, die dem Rhein und dem starkerschütterten Kaiserstuhl am nächsten liegen sind die heftigsten Wirkungen verspürt worden, während die übrigen acht, fast auf einer Geraden liegenden Orte nur schwach betroffen und daher aus ihnen auch keine genaueren Angaben über Art und Verlauf der Erschütterung eingelaufen sind.

In Baden liegen positive Nachrichten vor aus:

Achkarren	Emmendingen	Hartheim
Bahlingen	Endingen	Herbolzheim
Bischoffingen	Forchheim	Hochstetten
Breisach	Freiburg	Ihringen
Burckheim	Gretzhausen	Jechtingen
Eichstetten	Gündlingen	Kenzingen

Kiechlinsbergen	Mundingen	Theningen
Köndringen	Munzingen	Tutschfelden
Königsschaffhausen	Oberrothweil	Wagenstadt
Leiselheim	Oberrimsingen	Weisweil
Malterdingen	Riegel	Wyhl.
Merdingen	Sasbach	

Negative Nachrichten aus:

Biengen	Hausen	Schlatt
Bremgarten	Mengen	Thiengen
Feldkirch	Niederrimsingen	Waltershofen.
Gottenheim	Opfingen	

Die nördlichsten Orte in Baden, an denen man das Beben verspürte, sind Weisweil, Herbolzheim, Wagenstadt und Tutschfelden; die östliche Begrenzungslinie desselben folgt dem Schwarzwaldrande und geht über Emmendingen nach Freiburg.

Es ist jedoch zu bemerken, dass zwischen Emmendingen und Freiburg keine einzige Nachricht von einer Erschütterung bekannt geworden ist, ja aus dem ganzen Gebiete zwischen Emmendingen, Eichstetten, dem Westrand des Tuniberges und Freiburg liegt mit einer Ausnahme (Munzingen) eine Reihe von negativen Nachrichten vor, so dass durch die Linie Gottenheim—Bremgarten die südöstliche Begrenzung des erschütterten Gebietes gegeben wäre, wenn nicht Freiburg und Munzingen auch mit betroffen wären. Die südlichsten Punkte des Schüttergebietes sind die in der Rheinebene gelegenen Orte: Oberrimsingen, Munzingen, Gretzhausen und Hartheim.

Leider sind nur aus der Umgegend des Tuniberges negative Nachrichten bekannt geworden, die doch gerade so wichtig sind, wie die positiven. Man würde sicher geneigt sein, anzunehmen, dass das ganze oben näher begrenzte Gebiet zwischen Tuniberg und Freiburg mit erschüttert wäre, nur dass man von der Erschütterung infolge des herrschenden Karnevaltreibens (das Beben ereignete sich gerade am Fastnachtstag) nicht bemerkt hätte. Diese Annahme ist aber durch die direkten negativen Angaben ausgeschlossen.

Das Gebiet stärkster Erschütterung liegt im westlichen Kaiserstuhl; die Wirkungen waren hier am stärksten und erreichten sogar den vierten Grad der Intensitätsskala, d. h. es wurden Kamine umgestürzt, die Mauern bekamen Risse

und die Leute wurden auf das äusserste erschreckt. Am Rhein ufer bei Burkheim entstand sogar eine 25 m lange und fussbreite Spalte im Boden. Die derartig stark erschütterten Orte liegen auf zwei Linien, von denen die eine nahe einer Verwerfungsspalte einherläuft, die andere aber sehr wahrscheinlich ebenfalls eine solche vermuthen lässt. Auf der ersteren Linie liegen die Orte Königsschaffhausen, Leiselheim, Kiechlinbergen, Bischoffingen, Oberrothweil und Achkarren, auf der anderen Sasbach, Jechtingen, Burkheim und Breisach.

Hier haben wir also das Epicentrum (im weiteren Sinne) oder das pleistoseiste Gebiet des Bebens mit Sicherheit anzunehmen. Wie aus der angehängten Karte ersichtlich ist, nimmt die Intensität der Erschütterung langsamer nach Osten als nach Norden und Süden ab. Dass aber gerade am Nordrande der Freiburger Bucht eine noch ziemlich heftige Wirkung des Erdbebens gespürt wurde, hängt, wie später gezeigt werden soll, ebenfalls mit tektonischen Verhältnissen zusammen, da die betroffenen Orte in geringerer oder grösserer Nähe von Bruchspalten liegen.

Eintrittszeit und Dauer des Bebens. Die Eintrittszeit eines Bebens ist insofern von grosser Wichtigkeit, als sich aus ihr allein Schlüsse über die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erdbebenwellen ziehen lassen. Leider ergibt sich fast immer, dass die Zeitangaben so ausserordentlich von einander differiren, dass sich nur in den wenigsten Fällen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit feststellen lässt. Theils liegt dieser Mangel in ungenau gehenden Uhren begründet, theils darin, dass die von Privatleuten beobachteten Uhren nicht mit den amtlich regulirten Uhren der Bahnhöfe oder Telegraphenämter verglichen werden. Es muss daher immer wieder darauf hingewiesen werden, dass ungenaue Zeitangaben wissenschaftlich absolut unbrauchbar sind.

Aus den im Epicentrum liegenden Orten liegen folgende Zeitangaben vor.

Achkarren	4 ^h 58' 5"
Breisach	4 ^h 58'30"
	4 ^h 57'40"
	4 ^h 58'
	4 ^h 59'

Burkheim	5 ^h 08' (?)
Königsschaffhausen	4 ^h 59'
Oberrothweil	4 ^h 55' (?)
Sasbach	5 ^h 03' (?)

Es ist wohl sicher anzunehmen, dass die Angaben 4^h55', 5^h03' und 5^h08' falsch sind und dass die wirkliche Eintrittszeit des Bebens zwischen 4 Uhr 58 und 4 Uhr 59 Min. liegt. Aus Sasbach wird zwar angegeben, dass die Uhr des Berichterstatters um 5 Uhr 3 Min. stehen geblieben sei, aber es vergeht immer einige Zeit, bis das gegen das Uhrgehäuse schlagende Pendel vollkommen zur Ruhe gekommen ist, somit ist auf solche Angaben gar kein sicherer Verlass.

Dieselben Angaben: 4 Uhr 58 — 4 Uhr 59 Min. sind auch aus den Orten Eendingen, Forchheim, Freiburg und Weisweil gemeldet, während aus Bahlingen, Emmendingen, Riegel, Malterdingen und Wyhl die Zeit 5 Uhr berichtet ist. Es ist möglich, dass diese Angaben richtig sind; es muss dann aber an der Zeitangabe aus Freiburg: 4 Uhr 58 Min. gezweifelt werden, da es nicht wahrscheinlich ist, dass dieser Ort früher als im Kaiserstuhl selbst gelegene Orte (wie Bahlingen) von dem Beben betroffen ist. Es geht hieraus zur Genüge die Schwierigkeit einer richtigen Beurtheilung bei so sehr von einander differirenden Angaben hervor.

Ebenso wie die Berichte über die Eintrittszeit des Bebens schwanken auch die über die Dauer desselben ganz ausserordentlich, was freilich sehr erklärlich ist, da diese Angaben fast allgemein auf blossen Schätzungen beruhen. Ganz ausgeschlossen sind alle Angaben zwischen einer halben und 5 Minuten und nur diejenigen haltbar, welchen zwischen einer und sechs bis acht Sekunden liegen; es ist wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit und mit Bezug auf die Dauer anderer ähnlicher Beben anzunehmen, dass die Dauer dieses zwischen 2 und 4 Sekunden liegt.

Richtung der Bewegung. Spärlicher noch als die Zeitangaben sind solche über die Richtung des Stosses bekannt geworden und es muss zugegeben werden, dass die Beurtheilung derselben von günstigen Verhältnissen abhängig ist. Aus dem Epicentrum wird mehrfach berichtet, dass der

Stoss von unten nach oben gekommen sei, so aus Achkarren und Bahlingen. In letzterem Orte fühlten sich zwei Bericht-erstatte von Stuhle in die Höhe gehoben. In Bischoffingen muss daraus, dass die Ziegel von den Dächern fielen, geschlossen werden, dass der Stoss von unten kam; denn die Ziegel mussten zuvor in die Höhe gehoben werden, bevor sie von dem Dachgerüst herabfallen konnten. Auch aus Breisach, Sasbach und Weisweil sind succussorische Stösse gemeldet worden; in Sasbach fielen ebenfalls die Ziegel von den Dächern. In Burkheim sollen die Stösse horizontal, in Forchheim und Königsschaffhausen schräg erfolgt sein.

Pendelnde Bewegungen von freihängenden Gegenständen sind fast gar nicht beobachtet und nur aus folgenden Orten wird berichtet: aus Achkarren, dass an einer von O nach W gerichteten Wand hängende Gegenstände sich bewegt hätten; aus Emmendingen, dass ein Schreibtisch sich von S nach N bewegt habe; aus Jechtingen, dass die Flügelthüren eines Schranke sich nach SW geöffnet hätten und Flaschen in demselben Schranke nach SW gefallen seien. Dagegen fehlen da, wo Kamine eingestürzt sind, leider alle Mittheilungen über die Fallrichtungen.

Zuweilen weichen die angegebenen Stossrichtungen verschiedener Beobachter von einander ab (Weisweil N—S und O—W; Emmendingen N—S und NO—SW).

Die Angaben aus dem westlichen Kaiserstuhl erscheinen ziemlich glaubwürdig und richtig; da wir hier die Haupterschütterung hatten, mussten succussorische Stösse verspürt werden. Solche sind, wie wir oben gesehen haben, aus mehreren Orten gemeldet. Es musste aber auch ferner, da wir es hier mit der Bewegung einer von N nach S gestreckten Scholle zu thun haben, die Fortpflanzungsrichtung des Bebens senkrecht oder im schiefen Winkel zu der NS-Linie gerichtet sein. Wenn nun auch nur ein Bericht die theoretisch zu verlangende O—W-Richtung angibt, die andern aber solche, die zwischen O—W und NO—SW oder NW—SO liegen, so muss in Betracht gezogen werden, dass diese Angaben auch nur persönlichen Beobachtungen entstammen, da keine seismometrischen Apparate in dem Gebiete aufgestellt sind.

Art und Wirkung des Bebens. Beides, die Art wie die Wirkung der Erschütterung sind in den einzelnen Theilen des bewegten Gebietes sehr verschieden gewesen. Während in Emmendingen, Gretzhausen und Hartheim nur ein Ruck, schwacher Stoss, Erzittern des Bodens oder wellenförmige Erschütterung beobachtet wurden, sind im pleistoseisten Gebiet des westlichen Kaiserstuhls sehr starke Stösse empfunden mit vorausgegangenem und nachfolgendem Zittern des Bodens. Die durch die Stärke der Erschütterung bedingten Wirkungen sind nach der von Forel¹ aufgestellten und von Prof. Futterer² modificirten Eintheilung in vier Intensitätsgrade im folgenden registrirt.

In Achkarren entstanden an einem älteren Gebäude (Wandrichtung N—S) neue Risse; in Bischoffingen fiel der Verputzsand von älteren Häusern und einzelne Ziegel fielen von den Dächern; nach einer zusammenfassenden Mittheilung des Strassenmeisters Oestringer in Breisach sollen in den Orten Bischoffingen, Burkheim, Jechtingen, Königsschaffhausen, Kiechlinsbergen, Leiselheim und Rothweil einige Kamine eingestürzt und Ziegel von den Dächern gefallen sein, sowie Gebäude und Wände Risse bekommen haben. In Breisach schwankten die Häuser; Möbel, Bilder, Spiegel und Lampen bewegten sich und stillstehende Uhren fingen an zu schlagen. Auch Thiere wurden unruhig, begannen zu schreien und viele Leute sprangen erschreckt aus den Häusern ins Freie. Im Allgemeinen war die Wirkung stärker

¹ *Compte rendu des travaux présentés à la 63. session de la Soc. helv. des sc. nat. réunie à Brigue (Valais) 1880.* Genève.

² *Das Erdbeben vom 22. Januar 1896.* p. 10.

Grad 1: Sehr schwache Erschütterung, von den wachenden Menschen unter für die Beobachtung besonders günstigen Verhältnissen bemerkbar.

Grad 2: Schwache Erschütterung, bemerkbar durch den wachenden Menschen auch während der Thätigkeit; fähig den schlafenden Menschen zu wecken; Schwanken von aufgehängten Gegenständen oder von Flüssigkeiten.

Grad 3: Mittelstarke Erschütterung: Verschieben von beweglichen Gegenständen, Möbeln.

Grad 4: Recht starke Erschütterung: Beschädigung an Häusern, Umstürzen von Kaminen etc.

in der Oberstadt, die auf anstehendem Fels (Basalt) gebaut ist, als in der auf dem Kies des Rheinthals liegenden Unterstadt, eine Erscheinung, die dadurch zu erklären ist, dass in den mächtigen Diluvialablagerungen die Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Intensität der Erdbebenwellen erheblich geschwächt wurden. Aus demselben Grunde sind aus den in der Rheinebene gelegenen Orten fast durchweg nur schwache Wirkungen gemeldet, weil zufolge des geringen Emergenzwinkels die Erdbebenwellen einen grösseren Weg durch die losen Ablagerungen des Rheinthals zurücklegen mussten und dadurch stark geschwächt wurden. Anderseits konnte sich im Kaiserstuhl selbst die Erschütterung durch feste Gesteine (Tephrite, Basalte etc.) fortpflanzen und daher in Endingen, Bahlingen, Eichstetten stärkere Wirkungen (vom Grade 2) erzeugen.

In Burkheim entstand am Kirchthurm unterhalb des Daches ein etwa 4 m langer und 4 cm breiter Riss, mehrere Plafonds wurden beschädigt und Kamine stürzten im oberen Theil ein. Am Rhein (Kilometerstein 67.5) entstand in dem Uferbau ein 25 m langer Riss, der fussbreit auseinander klappte. In Oberrothweil wurde das Postdienstzimmer stark beschädigt und auch hier wird der Einsturz einiger Kamine berichtet.

Am stärksten aber scheint Sasbach berührt zu sein, da hier nicht nur Häuser erzitterten, Schornsteine und Ziegel auf die Erde fielen, sondern auch in einem Steinbruch sich Felsen spalteten (!) und aus grosser Höhe niederstürzten.

Auch auf der linken Seite des Rheins sind stärkere Erschütterungen beobachtet, nämlich in den Orten Kuhnheim und Balzenheim, wo Kamine einstürzten und in Munzenheim, wo eine Lampe umfiel, Bilder sich bewegten und Nippsachen von den Schränken fielen.

Weit geringer trat das Beben in den übrigen Orten des Schüttergebietes auf; zwar bewegten sich mehrfach Gegenstände in den Häusern (in Freiburg, Emmendingen, Endingen, Bahlingen, Eichstetten, Riegel und Weisweil), aber Beschädigungen an den Gebäuden und die erschreckenden Einwirkungen auf die Bewohner erfolgten hier nicht.

Für den Kaiserstuhl war dieses Erdbeben seit längerer Zeit das stärkste, wenigstens hat in den letzten 20 Jahren,

seit 1879 kein einziges derartige Wirkungen zur Folge gehabt.

(Eine kurze Zusammenstellung der seit 1879 im Kaiserstuhle beobachteten Beben s. pag. 13).

Licht- und Schallerscheinungen. Ueber erstere, die zuweilen bei Erdbeben auftreten, ist nur aus Oberrothweil von der Postagentur berichtet, dass der elektrische Apparat hell erleuchtet gewesen sei. Schallerscheinungen dagegen sind mit Ausnahme von Emmendingen, Munzingen und wenigen anderen Orten überall wahrgenommen; theils glichen sie einem unterirdischen Getöse oder dumpfen Rollen, theils waren sie dem Geräusch vergleichbar, das entsteht, wenn ein Gebäude einstürzt oder auch, wenn Fässer im Keller gerollt werden.

In einigen Orten ging das Geräusch dem Stoss voran (in Burkheim, Forchheim, Hartheim, Riegel und Weisweil); in andern traf es gleichzeitig oder später als die Erschütterung ein. In Bischoffingen war nur der erste Stoss von einem rollenden Getöse begleitet. In Breisach wurde das Geräusch im Keller besser gehört als im Freien.

Diese Schallerscheinungen, die durch die schwingende Bewegung des Bodens erzeugt werden, pflanzen sich ebenso, wie die Erdbebenwellen durch die Erde fort; sie besitzen zwar eine grössere Fortpflanzungsgeschwindigkeit, als die letzteren (v. Lasaulx fand bei dem Erdbeben von Herzogenrath am 24. Juni 1877 die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Erschütterung zu 374,83 m, die des Schalles aber 485,96 m in der Sekunde), aber sie erleiden auf ihrem Wege durch das Gestein eine grössere Verzögerung und werden daher, je nach der Lage des Ortes zum Epicentrum vor, gleichzeitig oder nach der Erschütterung verspürt. —

Wetterbeobachtungen sind nur vereinzelt gemacht und diese besagen nichts Aussergewöhnliches.

Vor- und Nachbeben. In Kiechlinbergen soll am Samstag, den 11. Februar, Nachmittags $2\frac{1}{2}$ — $2\frac{3}{4}$ Uhr, auf freiem Felde nächst dem Walde bei der Katharinenkapelle ein leichter Stoss mit darauf folgender Erschütterung wahrgenommen worden sein. Ferner wurde in Oberrothweil von verschiedenen Personen am 15. Februar, Vormittags $10\frac{1}{4}$ — $10\frac{1}{2}$ Uhr,

ein donnerähnliches Rollen mit leichter Erschütterung von der Dauer einer Sekunde beobachtet.

In Burkheim wurden in der Nacht vom 15. zum 16. zwischen 3 und 4 Uhr (einige behaupten 3^h 30') verschiedene Erschütterungen wahrgenommen, welche an Heftigkeit dem Beben vom 14. jedoch weit nachstuden.

Auch in Königsschaffhausen hat 3^h 30' eine kurze Störung stattgefunden. In Sasbach endlich trat ebenfalls in der gleichen Nacht um 3^h 10', ein Nachbeben ein, und zwar das stärkste von allen, begleitet von unterirdischem Donner und bewirkte, dass hängende Gegenstände in Bewegung geriethen.

Es ist zwar noch aus Oberrimsingen berichtet, dass ein Postillon, um 3 Uhr Nachts, Geräusch und Erschütterung vernommen habe; da aber diese Angabe vom Berichterstatter selbst als „recht unsicher“ bezeichnet wird und auch aus anderen Gründen wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat, können wir sie, als auf Täuschung beruhend, unbeachtet lassen. Es haben demnach nur im Gebiet der stärksten Erschütterung Vor- oder Nachbeben stattgefunden, eine Thatsache, die auch Futterer bei dem grossen Beben vom 22. Januar 1896 festgestellt hat.¹ Wir werden später sehen, wie sich diese Beobachtung für die Erforschung der Ursache des Bebens verwerthen lässt.

Die Ursache des Bebens. Nachdem Otto Volger im Jahre 1858 zum ersten Mal auf den Zusammenhang der Phänomene der Erdbeben mit geotektonischen Verhältnissen hingewiesen hat, ist diese Ansicht, wenn auch in etwas modificirter Form nach den Arbeiten von Heim, Hörnes, Suess u. a. zur Grundlage der modernen Erdbebenforschung geworden. Es ist jetzt eine der wichtigsten Aufgaben, bei dem Suchen nach der Ursache eines Bebens, die geologischen Verhältnisse des erschütterten Gebietes kennen zu lernen.

Es soll darum der tektonische Aufbau der Kaiserstuhl-egend kurz geschildert werden. Die Rheinebene stellt einen sogenannten Grabenbruch vor, der dadurch entstanden ist, dass in der Tertiärzeit, in welcher die grossen geologischen

¹ Futterer loc. cit. p. 19/20

Veränderungen in der Erdrinde vor sich gingen, die z. B. die Auffaltung der Alpen zur Folge hatten, der mittlere Theil des früher einen zusammenhängenden Gebirgskomplex bildenden Schwarzwaldes und Wasgenwaldes einbrach. Durch das staffelweise Einsinken der Massen wurde bewirkt, dass wir in den Vorbergen des Schwarzwaldes, wie in der Ebene unter den diluvialen Kiesablagerungen dieselben Schichten der Trias- und Juraformation wiederfinden, die wir auf der Höhe des Schwarzwaldes noch haben oder doch vor ihrer Erosion hatten.

Vereinzelte Schollen blieben in der Rheinebene stehen, wie der Tuniberg, die Marchhügel und die Jurakalke der Schelinger Klippen im Kaiserstuhl. In der Nähe der letzteren waren Verwerfungsspalten von solcher Tiefe entstanden, dass Lava aus dem Erdinnern empordrang und den Kalk, der so den eigentlichen Kern des Kaiserstuhls bildet, bei gleichzeitiger Metamorphosirung desselben, umgaben. In der Diluvialzeit wurde, nach Ablagerung der Rhein-Kiese und -Schotter der Kaiserstuhl infolge aeolischer Wirkungen zum grossen Theil mit Löss bedeckt.

Diese eben geschilderten Vorgänge haben wir uns nicht als Katastrophen, als plötzlich vor sich gehende Ereignisse vorzustellen, sondern als durch lange Zeiträume hin sich erstreckende Veränderungen der Erdrinde. Trotz dieser langen Zeitdauer aber sind diese Vorgänge noch nicht abgeschlossen: sie gehen auch jetzt noch vor sich, bis das durch die Einbrüche gestörte Gleichgewichtsverhältniss wieder gänzlich hergestellt ist; werden aber die durch tektonische Vorgänge verursachten Spannungen ausgelöst, so sind Erderschütterungen stets die Folge. Das ist die jetzt allgemein angenommene Erklärung der Dislokationsbeben.

Auch für unser Beben in Baden dürfen wir dieselbe Ursache annehmen. Der Vorgang der Gleichgewichtsherstellung wird nun, den natürlichen gegebenen Verhältnissen folgend, bis zu einem gewissen Grade von den vorhandenen Spaltenbildungen abhängig sein. Bei dem Beben vom 14. Februar wurde eine Scholle bewegt, die sich durch die Linien Sasbach—Breisach und Königsschaffhausen—Achkarren begrenzen lässt. Letztere Linie fällt mit der „Gündlinger Linie“ des Bebens

vom 17. Nov. 1891¹ zusammen und läuft der Verwerfung, die sich von Königsschaffhausen über Oberbergen und Oberriemsingen nach Heitersheim zieht, annähernd parallel. Die Linie Sasbach—Breisach ist aber ebenfalls als Verwerfungslinie anzunehmen, weil auf ihr die Lavamassen der Limburg und Sponeck emporgedrungen sind.

Die durch die Bewegung dieser Scholle erzeugten Wellen pflanzten sich radiär zu ihr fort, wie aus den Stossrichtungen in Bahlingen (O—W), Endingen und Riegel (NO—SW) und Weisweil (N—S) hervorgeht. Je weiter sich die Erdbebenwellen durch die Kiesmassen fortpflanzten, und je flacher sie die Erdoberfläche trafen, desto mehr wurden sie abgeschwächt, so dass in der Rheinebene weder eine grosse Ausdehnung noch eine grosse Wirkung erfolgte. Hierauf ist es auch zurückzuführen, dass wir eine fast centrale Ausdehnung der Erschütterung haben, trotz des elliptisch gestalteten Erregungsherde.

Stärker dagegen trat die Erschütterung wieder am Schwarzwaldrande auf und es liegt daher die Vermuthung nahe, dass hier ein sog. Relaisbeben eintrat, d. h. dass durch die Bewegung der westlichen Kaiserstuhlscholle eine sekundäre Bewegung einer randlichen Schwarzwaldscholle ausgelöst wurde.

Ferner lässt auch die eigenthümliche Anordnung der im Elsass betroffenen Orte auf zwei geraden Linien auf ein linksrheinisches Relaisbeben schliessen.

Aus den in den letzten 20 Jahren beobachteten Erdbeben scheint eine gewisse Unabhängigkeit der Erschütterungen des Kaiserstuhles² von jenen des südlichen Schwarzwaldes hervorzugehen. Es fanden in dieser Zeit 12 grössere Beben statt:

1. 21. Mai 1882. Erdbeben im Kaiserstuhl; es bestand nur aus einem vereinzelt Stosse, war von geringer Intensität und beschränkte sich fast ganz auf den Kaiserstuhl.

¹ E. Böse: Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg. Verh. d. Nat. Ver. zu Karlsr. Bd. XII.

² Auch Hofrath Knop sprach in seinem Bericht über das Erdbeben im Kaiserstuhl am 21. Mai 1882 die Ansicht aus, dass der letztere vielleicht ein geognostisch abgegrenztes Schüttergebiet sei.

2. 24. Januar 1883. Beben im südlichen und mittleren Schwarzwald, das am stärksten in der Freiburger Gegend auftrat. Obwohl die Erschütterung von der Hornisgrinde bis Lörrach und Laufenburg, sowie am Osthang der Vogesen von Strassburg bis Altkirch gespürt wurde, ist sie am Kaiserstuhl nur an drei Orten: Bischoffingen, Eichstetten und Endingen wahrgenommen.
3. 24. Juni 1884 fand ein Erdbeben im Kaiserstuhl statt, das auch nördlich desselben in Weisweil, Wyhl, Malterdingen und Oberhausen beobachtet wurde.
4. 21. April 1885 war ein Erdbeben in der Feldberggruppe, das nicht über den westlichen Rand des Schwarzwaldes hinausging.
5. 3. Januar 1886 war ein Beben im Kaiserstuhl; es umfasste die nördliche Hälfte desselben und griff nordöstlich in den Schwarzwald über.
6. u. 7. 7. Juni und 9. Oktober 1886. Beben in der Gegend von Lahr; der Kaiserstuhl wurde nicht erschüttert.
8. 17. November 1891. Das Beben umfasste den Kaiserstuhl, den Tuniberg, die Rheinebene und den Westhang des Schwarzwaldes.
9. 13. Januar 1895 war ein Beben im ganzen südlichen Schwarzwald, von welchem der Kaiserstuhl unberührt blieb.
10. 22. Januar 1896. Beben mit einem über den ganzen Schwarzwald von Baden bis Lörrach verbreiteten Schüttergebiet; im Kaiserstuhl wurden nur Endingen und Eichstetten leicht berührt.
11. 13. Januar 1898. Beben in der Umgegend des Feldberges.
12. 14. Februar 1899. Beben im Kaiserstuhl, der Rheinebene und einem Theil des westlichen Schwarzwaldes.

Diese Zusammenstellung ergibt, dass 7 Beben auf den Schwarzwald beschränkt blieben, und keine oder doch nur wenige (2—3) Orte des Kaiserstuhls schwach erschüttert wurden, und 5 Beben hauptsächlich im Kaiserstuhl auftraten, zuweilen aber auch auf den Westrand des Schwarzwaldes übergriffen. Von den an Zahl häufigeren Schwarzwaldbeben

haben einige auch eine weit grössere Ausdehnung gehabt, als die Rheinthalbeben, ohne jedoch grössere Wirkungen zur Folge gehabt zu haben. Dass aber die Rheinthalbeben die eigenthümliche Beschränkung auf den Kaiserstuhl zeigen, sowie dass Beben in andern Theilen der Rheinebene nur sehr selten auftreten, scheint davon abzuhängen, dass die eruptiven Gesteine des Kaiserstuhls gute Leiter der Erdbebenwellen sind, während die älteren Sedimentärschichten in der Tiefe des Rheinthaales sowie die losen diluvialen Kies- und Sandablagerungen an der Oberfläche, die Bebenwellen vielfach so sehr schwächen, dass sie nicht mehr wahrgenommen werden.

Bemerkenswerth ist, dass im Kaiserstuhl das auf dem metamorphosirten Jurakalk liegende Schelingen viel weniger unter den Erdbeben zu leiden hat, als die übrigen auf den vulkanischen Gesteinen liegenden Orte Achkarren, Bischoffingen, Kiechlinsbergen u. a. m.

II. Das Erdbeben in der Umgegend von St. Blasien am 3. Juli 1899.

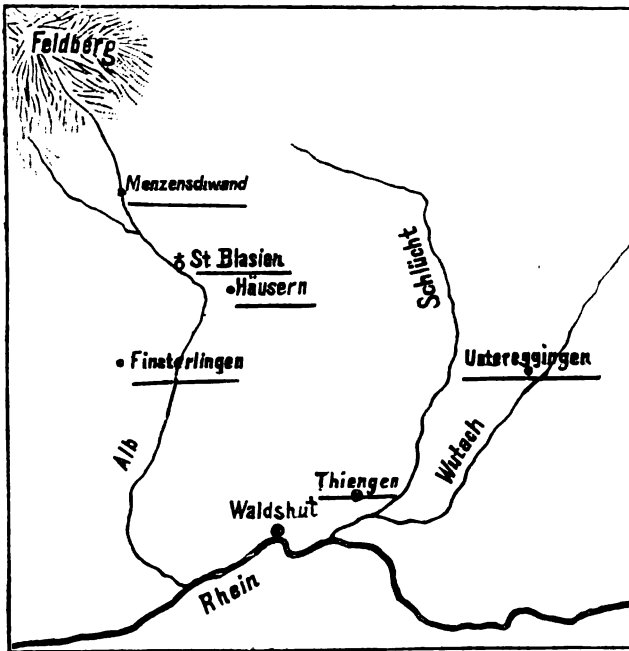
In der Nacht vom 2. zum 3. Juli wurde im südlichen Theil des Schwarzwaldes eine Erschütterung in den Orten St. Blasien, Bohlingen bei Singen, Finsterlingen, Häusern, Menzenschwand, Thiengen und Untereggingen verspürt.

Die Angaben über die Eintrittszeit schwanken zwischen $12^{\text{h}}10'$ (St. Blasien) und $12^{\text{h}}38'$ (Bohlingen). Die Angabe $12^{\text{h}}10'$ ist zweimal; $12^{\text{h}}15''$ dreimal; $12^{\text{h}}20'$, $12^{\text{h}}30'$ und $12^{\text{h}}38'$ je einmal gemacht. Die Differenz von 28 Minuten ist so gross, dass unbedingt Beobachtungsfehler angenommen werden müssen. Wahrscheinlich liegt der Eintritt der Erschütterung zwischen $12^{\text{h}}10'$ und $12^{\text{h}}15'$.

Die Dauer derselben kann, nach der Art der Erscheinung nur wenige Sekunden betragen haben.

Das Beben äusserte sich theils als Stoss, von denen 1—3 empfunden wurden, theils als wellenförmige Bewegung oder nur als Zittern des Bodens. Die Stösse waren jedoch nicht stark, so dass als ganze Wirkung nur von einem Erzittern der Häuser und von Klirren der Fenster berichtet

wird, gerade hinreichend, um die Leute aus dem Schlafe zu wecken.



Für die Intensität der Erschütterung kann daher wohl im Allgemeinen der zweite Grad der Futterer'schen Intensitätskala angenommen werden.

Fast überall war das Beben von einem donnerähnlichen Geräusch begleitet.

Die Ursache des Bebens wird auch hier in tektonischen Verhältnissen zu suchen sein; die Gegend des Feldberges gilt als habituelles Stossgebiet, denn von hier aus haben schon häufiger grössere Beben ihren Ausgang genommen. Dieselben Ursachen, welche jene herbei führten, haben aller Wahrscheinlichkeit nach auch diese Erschütterung südöstlich des Feldberges am 3. Juli bewirkt.

Beiträge zur Geschichte des östlichen Centralasien und Chinas während der letzten geologischen Perioden.

Von Dr. K. Futterer.

Die Erörterung über die letzte geologische Vergangenheit des centralen und östlichen Asiens ist in letzter Zeit durch mehrere Publicationen¹ und Erweiterungen unserer Kenntnisse in ein neues Stadium getreten, für welches die nachstehend mitgetheilten neuen Beobachtungen von Interesse sein dürften.

Verfolgen wir die Geschichte des inneren Asiens in seiner Entstehung als Festland, so sehen wir nach v. Loczy's umfassenden Zusammenstellungen, dass schon in sehr alten Zeiten zwischen den Carbonmeeren des südlichen und nördlichen China eine scharfe Trennung durch den östlichen, vielleicht auch noch mittleren Theil des Kuen-lun bestand.² Es geht das daraus hervor, dass der Charakter der Meeresfaunen nördlich dieser trennenden Land- und Gebirgs-erhebung in Nordchina, der Dsungarei und weiter westlich von da bis zum uralisch-russischen Carbonmeere und atlantischen Ocean derselbe war und sich wesentlich unterscheidet von den

¹ v. Loczy: Palaeontologische und stratigraphische Ergebnisse, in Band III der Wissenschaftlichen Ergebnisse der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien. 1899 S. 161.

v. Obrutschew: Geographische Skizze von Centralasien und seiner südlichen Umrandung. Hettner's geogr. Zeitschrift. Bd. I. 1895.

E. Suess: Ueberreste von Rhinoceros sp. aus der östlichen Mongolei (Verh. der K. russ. Mineralog. Gesellschaft St. Petersburg. Bd. XXXVI 1899).

Friedrichsen: Ein Beitrag zur Kenntniss vom Alter und Charakter der sog. Hanhai-Schichten Innerasiens. Petermann's geogr. Mitth. 1900. Heft 1.

² Die Entwicklungsgeschichte wird hier vom Carbon ab dargestellt; für noch weiter zurückliegende Vorgänge siehe: K. Futterer: Die allgemeinen geologischen Ergebnisse der neuen Forschungen in Centralasien und China. Erg.-Heft No. 119 Petermann's Mitth. Gotha 1896. S. 26 und v. Loczy a. a. O.

südlich des Kuen-lun gefundenen carbonischen Faunen, welche sich dem indischen Typus der Entwicklung in der Salt-Range anschliessen. Auch in der Entwicklung des Carbon sind Unterschiede nachweisbar, indem auf der Nordseite der trennenden Landmasse marines Carbon nur mit dem unteren und den beiden unteren Stufen des oberen Carbon entwickelt ist, und darauf nur im nördlichen China und einem Theil der Shamo zur Zeit des obersten Carbons oscillatorische Hebungen eintraten, welche zu Landbildungen und klastischen terrestrischen Ablagerungen führten. Weiter im Westen aber, im Ural und Thien-schan, im Pamir, im westlichen Tarim-Becken und westlichen Kuen-lun, dauerte die Meeresbedeckung noch viel länger an, wahrscheinlich bis zur Triasperiode.

Ganz anders ist die stratigraphische Entwicklung während derselben Zeiträume in Südchina. Nachdem Niveauveränderungen einige Kohlenbildungen ermöglicht hatten, gewann das Meer wieder grössere Ausdehnung und bedeckte als Permo-Carbonmeer weite Gebiete, deren Ablagerungen grosse Verwandtschaft der Faunen zeigen und im Gegensatz zu der nordischen Entwicklung stehen. In der Salt-Range, im Himalaya, in Westtibet, Birma, Sumatra und Timor sind solche Ablagerungen nachgewiesen und durch die Entdeckung eines reichen Fundorts von Fusulinenkalken (obercarbonischen oder permocarbonischen Alters nach gütiger vorläufiger Bestimmung von Herrn Dr. Schellwien) im Semenow-Gebirge südlich vom Kuku-nor-See in Nordosttibet und im nord-westlichen Theile des Peling-Gebirges nordöstlich von Mintschou wird eine noch weitere Ausdehnung dieses Meeres bis an den Südfuss des mittleren Kuen-lun nachgewiesen. Diese Meeresbedeckung hielt noch bis in die jüngere Triaszeit an und machte dann erst dem allmählich auftauchenden Festlande Platz.

Wir sehen so im Norden schon früher beginnend — am Ende der Kohlenperiode — im Süden erst später gegen Ende der Triaszeit — an dem schon von Alters her bestehenden, von West nach Ost laufenden Festlandskeil des Kuen-lun, neue Festlandmassen sich angliedern.

Es bestehen Anzeichen dafür, dass die trennende Landmasse des östlichen Kuen-lun weit nach Osten reichte und

schon vom Cambrium an die nördlich und südlich gelegenen Meere trennte.

Die Meere zogen sich im Norden des Kuen-lun gegen Westen zurück und von Osten her wuchs das Festland. Gebirgsbildung und Faltung dauerte südlich vom östlichen Kuen-lun noch länger als im Nan-schan, wo sie schon vor dem Carbon erloschen waren; in den hinterindischen Ketten traten sogar noch in der Triasperiode Faltungen ein.

So war allmählich ein gewaltiger Continent entstanden, der seit der Jurazeit der Abtragung und Denudation unterworfen war, und auf welchem sich Ablagerungen mit Resten von Floren bildeten, die überall im centralen und nördlichen Asien vom Osten bis Westen sich ähnlich sind, aber Unterschiede zeigen gegen die südlichen Floren der Gondwana- und Glossopteris-Bildungen in Indien, Africa und Australien. Auch hierin liegt ein Beweis für die Existenz und Ausdehnung jenes seit Beginn der Jurazeit gebildeten Continents, der von Japan bis zum Altai, vielleicht sogar zum Ural und vom Amur bis Südchina reichte.

Seit jener Zeit hat dieser Continent als solcher bestanden und erst aus der jüngeren Zeit des Tertiär wurden wieder Ablagerungen bekannt, die auf eine neue Meeresbedeckung schliessen liessen.

Schon v. Richthofen hat mit Meisterhand die physikalischen Bedingungen skizzirt, unter denen wir uns jenen Continent unterworfen den abtragenden Wirkungen der Erosion während langer Perioden mit möglichem Wechsel niederschlagsreicher und daran ärmerer Perioden vorstellen müssen. Spärlicherhaltene Reste terrestrischer Ablagerungen der Jurazeit sprechen für reichere Regenmengen, während im Uebrigen die Bedingungen eines sehr trockenen Continentalklimas vorhanden waren. Ein Vergleich mit den Ländern auf dem Plateau des Colorado oder mit den Gebieten Transcaspiens wird als entsprechend angeführt.

Auch während der Kreidezeit änderten sich diese Verhältnisse nicht; nach dem bis jetzt bekannten Vorkommen von marinen Kreideschichten war das Kreidemeer nur im Süden und Westen bis ins Tarim-Becken ausgebreitet, die centralen und östlichen Theile Asiens waren aber Festland.

Die letzten unterscheidbaren continentalen Perioden in der geologischen Entwicklung des Continentes hat v. Richthofen als eine

Erosionsperiode bezeichnet, in welcher sich im wesentlichen die jetzige Oberfläche des Gebietes durch Erosion und Denudation gebildet hat. Darauf folgte die

Steppenperiode, während welcher die centralen Salzsteppen sich auch über das nördliche China ausbreiteten und dann folgt die

Lössperiode d. h. die Zeit des gegenwärtigen Klimas und der Verwandlung des Steppenlandes in Lössland.

Die neueren Forschungsreisen haben nun ergeben, dass man überall im inneren Asien, sowohl in den Niederungen des Tarim-Beckens, wie in der Mongolei und an den Grenzen des nordöstlichen Tibet ausgedehnte Ablagerungen findet, die ihrem Charakter nach nur auf eine weite Meeresbedeckung oder Süßwasserseen zurückgeführt werden können, die noch in ganz junger geologischer Zeit existirt haben müssen, und von denen die heutigen abflusslosen Seebecken die Ueberreste sein können.

Schon v. Richthofen nannte dieses seichte innerasiatische Meer „Han-hai“, dessen Ausdehnung nunmehr vom Westrande des Tarim-Beckens und Thien-schan bis in die östliche Mongolei und an den Chingan und nach Süden über Ordos und Ala-schan bis in die Längsthäler des Nan-schan und den Zaidam festgestellt ist. Diese Ausdehnung kann nun noch vergrößert und auf Grund der später anzuführenden Beobachtungen auch über das ganze nordöstliche Tibet östlich vom oberen Hoang-ho ausgedehnt werden.

Durch glückliche Funde in den lange für ganz fossilieer gehaltenen Sedimenten des Han-hai und ihnen äquivalenter Bildungen von conglomeratischem Charakter, die v. Loczy Quetaeschichten nannte, ist es nun ganz sicher geworden, dass diese Ablagerungen nicht aus einem Meere, sondern aus Süßwasserseen gebildet sind. v. Loczy hat zuerst diese Ansicht betont und nach anfänglichen Bedenken ist auch Obrutschew ihr beigetreten, nachdem er zuerst meinte, dass eine Anzahl grösserer und kleinerer Seebecken, deren letzte

Reste die jetzt noch bestehenden Salzseen sind, jene Ablagerungen gebildet haben könnten.

Durch einen Fund Obrutschew's, den E. Suess¹ neuerdings beschrieben hat, wurde nun für die jungtertiären Han-hai-Ablagerungen in der östlichen Mongolei ihr Ursprung als Süßwassersedimente von höchstens mitteltertiärem Alter über alle Zweifel erhoben.

Die Schichten, in welchen Obrutschew die Rhinocerosreste fand, bestehen aus weissen und grünlichen Mergeln, über welchen feinkörnige Conglomerate lagern, welche durch ihre grössere Widerstandsfähigkeit gegen die Deflation die Oberflächen der isolirten Tafelberge und Zeugen bilden, die im südöstlichen Theil einer ziemlich grossen Einsenkung von 880 m Meereshöhe den Rand des Chuldyin-Gobi-Plateaus auf dem Wege von Urga nach Kalgan etwa 25 km SSO vom Salzsee Iren-dabassun-nor begleiten. Die ganze Gegend ist dort von Ablagerungen des letzten innerasiatischen Meeres gebildet, die Gobi-Ablagerungen genannt werden, etwa 200 m Mächtigkeit besitzen, meist horizontal lagern, und in deren tiefsten Horizonten die Rhinocerosreste gefunden wurden. Da die Sedimente Süßwasserbildungen sind, nimmt Obrutschew an, dass das Innerasien in der letzten Tertiärzeit bedeckende Meer schon von Anfang an süßes Wasser hatte. Es liegt nun nahe, diese Erfahrung auf die gesammte bekannte Ausbreitung der Han-hai-Schichten und der Quetae-Bildungen, für die ein pliocänes Alter erwiesen ist, auszudehnen.

Während der Reise von Kaschgar bis Chami habe ich reichliche Gelegenheit gehabt, die Schichten des Han-hai kennen zu lernen, wo sie eine gefaltete Zone von Vorbergen vor den Ketten mit älteren Sediment- und Urgesteinen bilden. Sie werden z. B. zwischen Aksu und Kutscha und noch östlich davon von schluchtenartigen, steilwandigen Durchbruchsthälern der aus den höheren und nördlicher gelegenen Gebirgsketten ausfließenden Flüsse durchbrochen, und dadurch ist reichliche Gelegenheit geboten, ihren Schichtcharakter genau kennen zu lernen. Es wechseln weiche, meist rothe

¹ E. Suess; Ueberreste von *Rhinoceros* sp. aus der Mongolei. Verh. Kais. russ. Min. Gesellschaft St. Petersburg 1899. Bd. XXXVI No. 2.

oder gelbbraune sandige Mergel und Thone mit Sandsteinen und die jüngsten Bildungen der sehr mächtigen Schichtserie sind conglomeratisch und grob und infolge der Auflockerung an der Oberfläche durch die Erosion von den am Gebirgsfusse über ihnen lagernden alten diluvialen Schottern der Aufschüttungsdeltas nicht zu unterscheiden.

Sie machen den Eindruck sehr junger Bildungen, wenn schon es nirgends gelang, versteinerte Reste zu finden. Häufig führen sie aber Gyps und Salzefflorescenzen und noch westlich von Kaschgar am Schur-bulak-Passe ist das Wasser der kleinen Bäche, die aus dem Gebiete dieser von Skoliczka Artush-Schichten genannten Mergel und Sandsteine kommen, etwas salzhaltig. Diese beiden Beobachtungen scheinen nicht für Bildungen aus süßem Wasser zu sprechen, da ja gerade Salz und Gyps meist als Bestandtheile littoraler mariner Ablagerungen und Salzseen gefunden werden. Es sollen nun an der Hand des an diesen Ablagerungen gewonnenen Beobachtungsmaterials einige Gesichtspunkte zur Beurtheilung jener wichtigen Fragen, ob marine oder lacustre Entstehung anzunehmen ist, mitgetheilt werden.

Was zunächst den Charakter dieser zuerst von Skoliczka nördlich von Kaschgar beschriebenen Bildungen anbelangt, so sind dieselben durch eine Reihe von Eigenthümlichkeiten ausgezeichnet. Der Hauptmasse nach bestehen sie aus Conglomeraten, die meist intensiv rothe oder braunrothe Farbe besitzen und mit weichen, oft lehmigen Sandsteinen von gelbbrauner Farbe wechseln; diese letzteren gehen in rothe oder graue Thone über, in welchen härtere mehr sandige und glimmerige Bänke eingelagert sind.

Die Gypse in den Mergeln sind nicht in Bänkchen und als Fasergyps vorhanden, wie das z. B. im Gypskeuper der Trias der Fall ist, sondern es sind concretionartige Knollen eines weissen körnigen bis mehligem Gyps, die in unregelmässiger Vertheilung in den weichen Schichten liegen. Gypskristalle wurden nirgends hier gefunden.

In den weichen Sandsteinen und sandigen Mergeln sind Concretionen häufig, deren Bindemittel Eisenhydroxyd ist wie überhaupt auch viele Schichtbänke stark eisenschüssig sind.

Der Salzgehalt dieser Bildungen zeigt sich ebenfalls nicht auf bestimmte Schichtlagen beschränkt oder in einzelnen Bänken besonders reich, wenn auch im Allgemeinen die Thone und Mergel häufiger Salzefflorescenzen zeigen, als die reinen Sandsteine und die groben Conglomerate. Linsen oder Salzbanke finden sich nirgends im Schichtverbande, sondern die Salze treten nur als Efflorescenzen an der Oberfläche auf, und zwar am häufigsten in heruntergefallenen zerbröckelnden und in starker Verwitterung befindlichen Theilen.

Die Oberfläche dieser Artush-Schichten oder Han-hai-Sedimente ist ganz und gar steril, selbst die isolirten Grasbüschel der Steppengräser und Salzpflanzen meiden sie, dafür hat aber die Erosion gewaltig auf ihre Oberfläche gewirkt. Es gibt kein wilder zerschluchtetes, mehr von unzähligen steilwandigen tiefen und vielfach verzweigten Schründen und kleinen Thälchen durchsetztes Gebiet als die Berge und Gehänge, an welchen die weicheren Sedimente dieser Bildungen nackt und kahl die Oberfläche bilden. Die nur seltenen aber heftigen Regen, welche sich über den Thien-schan und seine Vorberge ergießen, wirken ungemein intensiv und reißen tiefe Furchen ein. Photographien vom Passe Schur-bulak, westlich von Kaschgar und von den weit gegen die Ebene des Tarim-Beckens vorgeschobenen Berge des Kik-tau etwa in der Mitte zwischen Aksu und Bai, die ich bei anderer Gelegenheit wiederzugeben beabsichtige, zeigen aufs Schönste diese intensive und die Oberfläche ausserordentlich zergliedernde Thätigkeit des Wassers.

Es sei nur nebenbei hier erwähnt, dass die hohen Steilwände der Schluchten der Durchbruchthäler und die weichen Sandsteine der kahlen Berggehänge auch der Thätigkeit des Windes, der Deflation, ein durch bizarre und auffallende Bildungen ausgezeichnetes Arbeitsfeld darbieten. Pfeiler, Thürme, Höhlungen sind entstanden unter der ausschleifenden, nagenden und höhlenden Wirkung des Windes und der in Stürmen einhergejagten Sandtheilchen.

Jede Concretion, jede Verhärtung im Gestein, jede durch höheren Eisengehalt ausgezeichnete Schichtlage wird besonders herausgehoben aus den vertieften weicheren Theilen; die

Felsflächen sehen aus, als wären sie mit gigantischen Schriftzeichen bedeckt und man begreift, dass der Aberglaube der Bevölkerung solchen Gebilden eine besondere Bedeutung beimisst.

Am ganzen Südfusse der alten Ketten des Thien-schan schon westlich von Kaschgar ab bis östlich von Kutscha in die Vorberge Ak-kamusch nördlich von Bugur ist überall steile Schichtstellung und intensive Faltung in diesen Schichten zu beobachten. Mehrere Anticlinalen liegen parallel von Nord nach Süd hintereinander und haben im Allgemeinen OW-Streichrichtung; zwischen denselben verlaufen z. B. nördlich der Kikberge bedeutende Längsbrüche, an denen der südliche, gefaltete Flügel abgesunken ist.

Bei Kurlia geht ein Zweig des Thien-schan-Systems gegen Ostsüdost in die Wüste, der Kuruk-tau, den man auf dem Weg nach Chami überschreitet; südlich von Turfan zweigt sich der Tschol-tau, der ebenfalls wie der Kuruk-tau aus massigen Gesteinen, krystallinen Schiefen und alten palaeozoischen Sedimenten besteht, vom Hauptsysteme des Thien-schan ab und jenseits im Norden desselben beginnt die Thien-schanische Niederung mit Depression der Oberfläche unter den Meeresspiegel, die noch weit gegen Osten reicht.

Auch in dieser weiten Niederung, die im Norden und Süden von hohen alten Gebirgszügen, Bogdo-ola-Kette und Tschol-tau begleitet wird, fanden sich sowohl westlich wie östlich von Turfan wieder die conglomeratischen und Sandsteinbildungen der Han-hai- oder Artush-Schichten. Der Gesteinscharakter ist genau derselbe wie weiter im Westen im Vorlande des Thien-schan; aber hier zwischen den Ketten desselben sind diese Sedimente nicht mehr so stark gefaltet, sondern sie zeigen ohne stärkere Faltung nur verschiedenes, durch Absinken an Brüchen bedingtes, mehr oder weniger steiles Einfallen nach verschiedenen Horizonten und einzelne flache Sattelbiegungen. So liegt z. B. östlich von Turfan zwischen Süngüm und Chandu eine flache Anticlinale von Sandsteinen und Knollenmergeln, deren Streichen von Ost nach West geht. Meine Beobachtungen stimmen in diesem Falle vollkommen mit der Ansicht Obrutschew's überein, dass nämlich die Thien-schanische Senkung ein grosser Graben-

bruch ist, dessen letzte Phasen der Entstehung in ganz junge Zeit — nach Bildung der Seenablagerung — zu verlegen sind. Im Westen zwischen Toksun und Liuktschun reicht die Depression 60—70 m unter den Meeresspiegel, nach Osten wird sie immer weniger tief, ist aber beim Brunnen Jan-dun zwischen Chami und Ansi-fan 778 m hoch, weiter östlich am Wege von Chami nach Su-tschou fand ich den tiefsten Punkt etwa 795 m tief, zwischen dem nördlich davon gelegenen Karlyk-tag mit einer Höhe von 5000—5300 m und der ersten höheren Gebirgskette des gebirgigen mittleren Theiles des Gobi (Nordkette des Pe-schan) mit ca. 2600 m hohen Gipfeln; bei Jasy-tshan ist die Höhe dieser etwa 500 km weit von West nach Ost zu verfolgenden Depression schon auf 1700 m gestiegen.

Es ist von grossem Interesse, dass nicht nur hier zwischen alten gefalteten Ketten des Thien-schan solche Seeablagerungen vorkommen, sondern dass ähnliche Sedimente, die auch als jugendliche Seenablagerungen bezeichnet werden, auf Hochflächen weit im Innern des Gebirgssystems des Thien-schan z. B. nordöstlich vom Issyk-kul-See auf der Dschalanasch-Hochfläche zwischen der Nord- und Südkette des transsilienischen Alatau nachgewiesen wurden.¹

Auch an vielen anderen Stellen, die Friederichsen² jüngst in einer sehr verdienstvollen Arbeit zusammengestellt hat, sind zwischen den Ketten des Thien-schan bis weit nach Osten in die Mongolei jungtertiäre Sandstein- und Conglomeratbildungen nachgewiesen worden, von denen es nunmehr ausser Zweifel stehen dürfte, dass sie äquivalente Bildung der Han-hai- und Artush-Schichten sind.

Auch aus dem Wüstengürtel der Gobi sind sie durch Obrutschew³ in der Nähe des Wasserplatzes Kufi zwischen Chami und Ansi-fan aufgefunden worden, und auch ich hatte Gelegenheit, südlich vom Karlyk-tag und ostsüdöstlich von Chami

¹ Sewerzew: Erforschung des Thien-schan-Gebirgssystems 1867. Pet. Mit. Erg.-Heft No. 42, 43.

² M. Friederichsen: Morphologie des Thien-schan. Zeitschr. d. Ges. f. Erdkunde. Berlin. Bd. XXXIV. 1899.

³ Obrutschew: Orographie des centralen Asien und seiner südöstlichen Grenzgebiete (russ.). Iswes. Imp. Russ. Geogr. Ob. 1895. pg. 253.

und im Norden der gebirgigen Erhebung der Gobi, des Pe-schan, isolirte Zeugenberge zu constatiren, welche aus rothen thonigen Sandsteinen bestanden und discordant darüber lagernd eine Decke von Conglomeraten tragen. Bei Lager V, das in einer grossen Depression am Nordfusse der gebirgigen Erhebung der mittleren Gobi (des Pe-schan) an dem direkten Wege von Chami nach Su-tschou, etwa 170 km ost-südöstlich von Chami, an einem breiten, zwischen erhöhten Terrassenabfällen befindlichen Trockenthale liegt, stehen an der Oberfläche der Terrassen überall in der Umgebung Conglomerate als oberste Schichten der Terrassen an; sie sind fest cementirt und bald gröber oder feiner; an dem Terrassenabfalle sieht man unter ihnen rothe Thone der Han-hai-Formation, die discordant von den wahrscheinlich diluvialen Conglomeraten überlagert werden.

Im Süden des grossen von ONO nach WSW ziehenden Trockenthales stehen einige isolirte Zeugenberge; auch hier liegen über gelben und rötlichen, stark mit Salzsäure brausenden, in mächtigen zuweilen grob-knollig abgesonderten Thonen grobe Conglomerate in deutlicher Discordanz; die Oberfläche der liegenden Schichten verläuft unregelmässig und kleinere Dislocationen dieser Schichten erstrecken sich nicht in die Conglomerate des Hangenden. Die ganze mittlere bergige Zone dieses Theiles der Gobi zeigt nirgends ähnliche Bildungen, die als Han-hai-Sedimente angesehen werden könnten. Auf den breiten schottererfüllten Thalbecken zwischen den Bergzügen sind nur ganz junge Schotterbedeckungen, stellenweise mit Terrassenabfällen älterer Schotter gegen die jüngeren Thäler; aber nirgends sind so tiefe Einschnitte, dass die Unterlage dieser höchstens diluvialen Schottermassen sichtbar wird. Diese erhöhte mittlere bergige Fläche der Gobi mit Meereshöhen von über 1600 m könnte möglicherweise frei von der Wasserbedeckung geblieben sein, oder die Seeablagerungen sind überall, wenn sie überhaupt in den breiten Thalbecken gebildet worden sind, durch die jüngeren fluviatilen Ablagerungen verdeckt. Bemerkenswerth ist ferner, dass auch in der Niederung am Südrande des Wüstengürtels unweit im NW von Su-tschou lockere, ganz junge Schotter, die höchstens diluvialen Alters sein dürften, horizontal und discordant

über einer Schichtserie liegen, die aus Kalksandsteinen und Conglomeraten besteht und rothe und gelbliche thonige Bänke enthält, die jedenfalls echte Han-hai-Bildungen sind, nach NNW streichen und mit 30° nach Nordosten hin einfallen.

Auch Obrutschew hat solche Discordanzen beobachtet ebenfalls zwischen unteren gelben und rothen Mergeln und Thonsandsteinen und oberen graugelben und graurothen Conglomeraten und construirt darauf eine grosse Transgression eines jüngeren Meeres aus der späteren Tertiärzeit, über die aufgerichteten und dislocirten Ablagerungen der älteren Zone, die als Kreide oder unteres Tertiär aufgefasst wird.

Ich kann mich dieser Anschauung nicht ganz anschliessen und glaube, die Bedeutung jener Discordanz der unteren und oberen Schichten ist überschätzt. Ich könnte eine Reihe von Beobachtungen citiren, wo ähnlich wie hier am Nord- und Südrande der Gobi die älteren gefalteten oder wenigstens dislocirten Han-hai-Ablagerungen von horizontalen, jüngeren Schottern überlagert werden. Die letzteren sind aber allem Anscheine nach immer Bildungen der jüngsten Diluvialzeit, die vielfach ohne merkliche Grenze in die recenten Schotterbedeckungen übergehen, deren Schotter von den Flüssen aus den Gebirgstälern getragen und weithin flach ausgebreitet werden. Andererseits war in der mächtigen Entwicklung der Han-hai-Sedimente am Südfusse des Thien-schan von einer Abrasionsfläche nichts zu bemerken und östlich von Kutscha bei Selengar sind vor dem Fusse der Berge des Thien-schan ganz junge Lehme, überdeckt mit Schottern, in flache Anticlinalen gelegt, die zeigen, dass die tektonischen Bewegungen bis in die jüngste Zeit angedauert haben. Ich möchte daher lieber annehmen, dass die beobachteten Discordanzen solchen localen Störungen junger Sedimente und darauf erfolgter Flusserosion und Aufschüttung neuer fluvialer transgredirender Sedimente entsprechen.

Es ist schwer, die weithin horizontal durch die Flüsse ausgebreiteten Schottermassen, besonders wenn sie in tieferen Lagen schon etwas mehr verkittet sind und conglomeratischen Charakter angenommen haben, von den Conglomeraten der älteren Seenbedeckung im einzelnen Falle zu unterscheiden; aber die transgredirenden Schotter machen überall den Ein-

druck von Flussterassenschottern, welche die älteren leichdislocirten Seeablagerungen überlagern. Auch v. Loczy¹ hat eine andere Anschauung als Obrutschew bezüglich der Abtrassionserscheinungen und einer tertiären Transgression auf dem mongolischen Plateau und in der Gobi, und auf Grund des Vergleichs mit den Ergebnissen der Untersuchungen der tertiären und diluvialen Gebilde Sibiriens durch Tscherski² erweitert v. Loczy seine Ansicht über das Bestehen der noch heute herrschenden physikalischen Verhältnisse seit der jüngeren Tertiärzeit auch auf die Gebiete, welche bisher dem tertiären Han-hai-Meere zugeschrieben wurden. Die weitere Sichtung und Durcharbeitung meines umfangreichen Beobachtungsmateriales ergibt vielleicht noch weitere Anhaltspunkte für die Beurtheilung dieser Transgressionsfrage. Für jetzt will ich mich darauf beschränken zu constatiren:

1. Die Artush-Schichten Skoliczka's im Westen des Tarimbeckens, die Han-hai-Ablagerungen v. Richthofens im centralen Theile Asiens und die jungtertiären Seebildungen Semenows und Sewerzows zwischen den Ketten des Thien-schan-Systems können als gleichartige Bildungen grosser Seebecken angesehen werden, welche die vorher durch Erosion gebildeten Thalmulden und Depressionen ausfüllten und auf deren Boden bedeutende Massen von Sedimenten aufschütteten.

2. Am Südfusse des Thien-schan oder am Nordrande des Tarimbeckens sind Faltungen und Absenkungen bis in sehr junge Zeiten nachzuweisen und auch die Seebildungen an anderen Stellen sind vielfach nicht ohne Dislocation geblieben, so dass sich die jüngsten fluviatilen Ablagerungen, die nach dem Verschwinden der Seen gebildet wurden, in Discordanz über die älteren Sedimente legen mussten. Beispiele für solche Vorgänge finden sich auch in den älteren Seeablagerungen im Innern des Thien-schan, von wo Sewerzow³ eine deutliche Diskordanz zwischen den bereits dislo-

¹ v. Loczy: Palaeontologische und stratigraphische Ergebnisse in Wiss. Ergeb. der Reise des Grafen Béla Szechenyi in Ostasien. Bd. III, p. 214. 1892.

² Mémoires de l'Acad. imp. d. sc. de St. Petersburg. VI. Sér. Tome XL.

³ N. Sewerzow: Erforschung des Thien-schan-Gebirgssystems 1867. Pet. Mit. Erg.-Heft 43, pg. 42 ff.

cirten und „gekrümmten“ Ablagerungen der alten Seeformation und echtem Alluvium mit groben Geröllen und Lehmen im Aptascha-Gebiete und am oberen Naryn beschreibt. Er hält es für wahrscheinlich, dass die Seeablagerungen älter sind als die eigentlichen posttertiären Anschwemmungen, und dass die sehr mächtigen Seeablagerungen durch späte geologische Hebungen in ihre dislocirte Lage gebracht wurden; palaeontologische Funde für genauere Altersbestimmungen sind von dort auch noch nicht bekannt, doch dürften sie in verschiedenen Seebecken auch verschiedenes Alter haben, und die jüngsten Schichten werden von diluvialen Moränen und ausgewaschenem Gletschermaterial überdeckt.

Für die Lösung der Frage, ob diese weitverbreiteten Ablagerungen im Tarim-Becken einer Meeresbedeckung oder einer grossen Süsswasserseenverbreitung ihre Bildung verdanken, sind noch folgende Umstände zu beachten.

Der reichliche Salz- und Gypsgehalt der Schichten scheint auf marinen Ursprung hinzudeuten; Gypsvorkommen in Süsswasserablagerungen kennt man z. B. an einem Punkte am Hohen-Höwen im badischen Seekreise, wo in Ablagerungen von Thon unreiner Gyps in undeutlichen Zwillingskrystallen zusammen mit Landthieren und *Testudo antiqua* vorkommt. Gyps- und Salzgehalt von sedimentären Schichten ist aber in marinen Bildungen eine allbekannte und häufige Erscheinung, so dass man für diese Han-hai-Bildungen und ihre Entstehung doch an eine Meeresbedeckung denken könnte.

Dem steht aber gegenüber, dass die Gypse überall in den in Frage stehenden Sedimenten nur als concretionäre Bestandtheile vorkommen und nicht als selbständige Schichten und Ablagerungen, die sich schon primär bei der Entstehung der Schichtfolge ausgeschieden hatten. Indessen können locale Ursachen an den Gestaden von Flüssen wie z. B. am Parana in Südamerika¹ oder am Hohen-Höwen zur Ausscheidung von Gypsconcretionen im sandigen Lehme führen und von mir selbst sind am Südrande der Gobi, im Bereiche der von den Flüssen des Nan-schan in die Wüste vorgeschobenen

¹ Burmeister: Zeitschrift der Deutschen Geolog. Gesellschaft. 1858. S. 425.

Lehmdecken zahlreiche Gypskrystalle aufgefunden worden. Auch in der Umgebung von centralasiatischen Salzseen pflegt Gyps vorzukommen und auch in den als Süßwasserablagerungen gebildeten Quetae-Schichten Loczy's im Thale des Sining-ho und am Hoang-ho sind Gypskrystalle zu finden.

Die Bildung dieser Gypse dürfte denselben Ursachen zuzuschreiben sein, welche zu Salzausscheidungen führen, welche ja vielfach die ersteren auch begleiten.

Was nun diesen Salzgehalt der Schichten anbelangt, so ist durchaus kein Anzeichen dafür zu finden, dass er primär mit den Schichten selbst gebildet wurde. Wo man die letzteren oder die Flüsse, die aus ihnen abfließen, mit Salzgehalt trifft, sind überall die Bedingungen der ariden Klimate mit intensiver chemischer Zersetzung und Verwitterung der Gesteinsoberfläche bei mangelnder Auslaugung der entstandenen Zersetzungsproducte gegeben. Zahlreich sind überall die Salzefflorescenzen, welche die lockeren Aufschüttungsböden, besonders die Lehme, durchdringen. So erklärt sich auch der Salzgehalt der vielfach sandig-thonigen und lehmigen Han-hai-Sedimente sowie der spärlichen und sie nur temporär berieselnden Wasser.

Sind doch die grossen Durchbruchsthäler durch die tertiäre Vorkette am Südfusse des Thien-schan im Winter zum Theil ganz ohne Wasser!

Die in die Wüste aus den Randgebirgen gehenden ursprünglich süßes Wasser führenden Flüsse werden salziger, je länger sie über zersetzte Böden fließen und durch Verdunstung an Wasser verlieren. Die Bedingungen der in der Wüste versiegenden Wüstenbäche oder der an ihrem Ende existirenden Salzseen sind dieselben wie diejenigen abgeschnürter Meeresbuchten, die der Austrocknung ausgesetzt sind. Wie sich hier Gypse und Salze ausscheiden, so wird aber auch in kleinerem Maasse im ariden Gebiete gelegentlich circulirende Feuchtigkeit in durchlässigen Schichten durch Verdunstung und Concentration locale Salz- und Gypsbildungen veranlassen können, wie man sie in der That auch als concretionäre Bildungen beobachtet, aber nicht als primäre Schichten. Von dieser Seite aus stehen demnach der Auffassung der Han-hai-Sedimente am Nordrande des Tarim-

Beckens als Süßwasserbildungen keine Bedenken mehr entgegen, und wir haben uns nur noch mit der Frage der weiteren Verbreitung zu befassen. Das Vorkommen der ausgedehnten alten dislocirten Seeablagerungen zwischen den älteren Ketten des Thien-schan ebenso wie dasjenige der Artush- und Han-hai-Schichten ist schon besprochen; es ist auch schon erwähnt, dass Loczy's Quetae-Formation in den Thälern des Sining-ho und Hoang-ho, die aus rothen Conglomeraten und thonigen Sandsteinen besteht, als Aequivalente dieser erstgenannten Bildungen aufgefasst werden müssen, und ihr Alter ist durch den Fund von *Stegodon insignis* Falc et Caut. als Pliocän festgestellt, ebenso wie die jüngeren Han-hai-Schichten der östlichen Mongolei in eine jedenfalls nicht ältere Altersstufe als höchstens mitteltertiär eingereiht werden.

v. Loczy hat die „Verbreitung dieser Ablagerungen seichter, durch Austrocknen verschwundener oder eingeengter Binnenwässer“ in der pliocänen Zeit vom gebirgigen Rande des grossen chinesischen Tieflandes einerseits bis zum Himalaya, andererseits bis zu dem etwas niedrigeren Hochplateau der Provinz Jünnan erkannt.

Ich kann auf Grund meiner eigenen Erfahrungen nur feststellen, dass die rothen Conglomerate und thonigen Sandsteine der tertiären Seeablagerungen des Thien-schan, über welchen die Aufschüttungen der Glacialzeit discordant liegen, sich vollständig decken mit dem, was v. Loczy über seine Quetae-Schichten und deren Charakter und Verbreitung schreibt, und was durch neue Beobachtungen erweitert werden kann.

Das ist nämlich die Feststellung, dass die Quetae-Schichten in Nordosttibet noch weit in den Thälern des älteren gefalteten Gebirges verbreitet sind und auch im Tao-Thale — überall aber nur mit geringen tektonischen Störungen — sich finden, und dann ferner der Nachweis diluvialer Ablagerungen von ähnlichem Charakter, wie er den Quetae-Schichten eigen ist, auf einer Hochsteppenfläche des Kuku-nor-Gebietes mit einer unzweifelhaften Süßwasserfauna von Muscheln und Schnecken.

Es folgen hier im Auszuge einige der Beobachtungen über diese Verhältnisse von dem Theile Nordosttibet, der

zwischen dem Salzsee Kuku-nor und dem obersten Theile des Tao-Thales liegt, und es sei mit der Beschreibung des Fundortes der Diluvialfauna der Anfang gemacht.

In dem etwa 50 km breiten Steppenthal, das sich südlich vom Süd-Kuku-nor-Gebirge bis an den Nordfuss des Semenow Gebirges erstreckt, östlich von dem als Dalai-Dabassu auf den Karten bezeichneten See, fanden sich in etwa 3200 m Meereshöhe sehr bemerkenswerthe und an Muschel- und Schneckenresten reiche Süßwasserablagerungen unter folgenden Verhältnissen.

Vom Südfusse des Süd-Kuku-nor-Gebirges senkt sich eine weite Steppenebene allmählich hinab gegen Süden zur Mitte des Thalbodens, der zwischen niederen, aber steil abfallenden, mit Steppengras dicht bewachsenen Ufern einen kleinen, in zahllosen maeandrischen Windungen nach Osten gehenden Fluss enthält. Die Böschung am Flusse selbst wird meist nur vom Riedgrase gebildet, das Wasser ist tief und der Boden weich und morastig, nur an wenigen Stellen kann dieses kleine Wasser zu Pferde passiert werden, wo eben etwas Geröll am Boden liegt und festen, tragenden Untergrund bildet.

Vielfach sind in diesem tiefsten Theile des ebenen flachen Thalbodens auch kahle, vegetationslose Stellen mit grauem und gelblichem Lehmboden, die mit Salzefflorescenzen bedeckt sind, die nach einer qualitativen Untersuchung hauptsächlich die für aride Regionen charakteristische durch klimatische Ursachen gebildeten Salze: Kochsalz und Glaubersalz, daneben noch etwas Kalisalze enthalten. Dagegen fehlen Nitrate und Phosphate.

Das ganze weite Thal ist nur von den Aufschüttungsmassen der es im Norden und Süden umfassenden Bergzüge gebildet und naturgemäss werden diese abgelagerten Flusssedimente gröber gegen den Fuss des Gebirges hin. (Vgl. Figur I.)

Beiderseits am Süd-Kuku-nor-Gebirge, wie am Semenow-Gebirge, fließen die Gebirgsbäche mit süßem Wasser in breiten Geröllbetten, und nach dem Austritte aus dem Gebirge zeigen weite Ueberschüttungsflächen auf den flachen Schuttkegeln an, dass zu Zeiten durch Hochwasser enorme Mengen von grobem Gerölle weit gegen die Mitte der Thalweitung

getragen werden. Ende August aber versiegten die Wasser der Bäche schon bald nach ihrem Austritt aus dem Gebirge und die ausgedehnten Schotterbetten waren ganz trocken und kaum wesentlich vertieft auf der Oberfläche des flachen Schuttkegels, ein Beweis dafür, dass die Wildwasser häufig ihre Wege auf demselben verlegen. Die Schotterbetten sind oft ohne eigentliche Ufer auf demselben Niveau wie die Oberfläche neben ihnen, die mit isolierten, dürrtigen niederen Büschen und Gräserstöcken bedeckt ist, an Stellen, wo schon die Farbe und die Oberfläche der Schotter verräth, dass sie lange nicht von Wasser überfluthet und bewegt wurden. An solchen schon vor langer Zeit aufgeschütteten

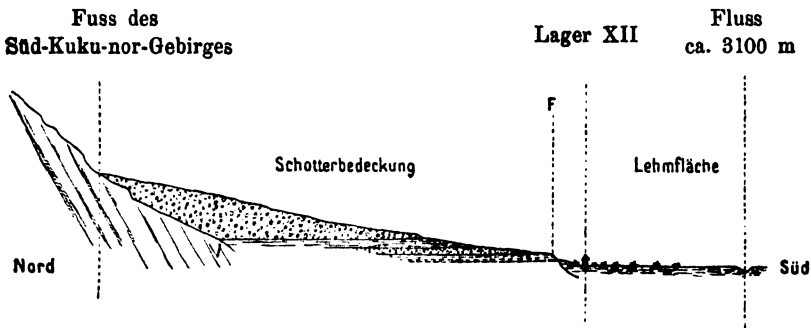


Fig. I. Profil vom Südabhange des Süd-Kuku-nor-Gebirges bis zur Mitte der Steppenfläche.

Schottern der Aufschüttungskegel sieht man die Einflüsse der Erosion der Oberfläche, der Deflation, und Schutzrinden wie Windschliffe sind allerdings nur in den Anfangstadien der Bildung zu constatiren.

Die Wasser versickern zwischen den Geröllen, aber es scheint, dass sie weiter gegen die Mitte des Thales zu wieder an die Oberfläche treten und Quellen bilden, an denen die Lagerplätze der Karawanen und der Nomaden sich befinden.

Das Lager XII, in dessen Nähe der zu besprechende Fundpunkt liegt, befand sich etwa 15 km vom Gebirgssusse des Süd-Kuku-nor-Gebirges und noch 5 km von dem Flüsschen in der Mitte.

In ganz geringer Entfernung nach Norden vom Lagerplatz zog sich von Westen nach Osten ein 10 m hoher Steilrand, der eine Schotterterasse bildete, und offenbar die Schotter und Bildungen älterer diluvialer Thalaufschüttungen von den Ablagerungen der jüngeren Periode der Thalaufschüttung abgrenzt.

Der Terrassenrand erwies sich als sehr vielfach ausgebuchtet durch tiefe Einschnitte, die gegen das Süd-Kuku-nor-Gebirge hinauf führten, aber ganz wasserleer waren, obgleich sie nur der Erosion fließenden Wassers ihre Entstehung verdanken können.

An den bis zu 5 m tiefen steilen senkrechten Erosionswänden kann man einen vielfachen Wechsel von feinen lehmigen und gröberen Schotterlagen erkennen, und an der Oberfläche wird häufig zwischen den Schottern und den Pflanzenbüschen und Grasstöcken Lehm sichtbar in immer grösseren Mengen gegen die Mitte des Thales hin.

In dem jüngeren Thalbette, südlich der Terrasse, ist an der Oberfläche überall Gras, wo noch Wasser hinkommt, und gerade bei dem Lagerplatze brach aus lehmigem Boden eine Süßwasserquelle hervor, welche in ihrer Umgebung den Boden sumpfig machte, aber nach kurzem Laufe wieder versiegt war. In den Lehmwänden neben der Quelle finden sich zahlreiche Süßwasserthiere (Planorbis, Pisidium u. a.). Schotterflächen fehlen hier ganz, und gegen die Mitte hin wird auch auf der Lehmfläche die Vegetation immer spärlicher, Salzefflorescenzen erscheinen häufiger auf den kahlen Stellen des Thalbodens und erst am Flüsschen in der Mitte erscheint die Steppengrasdecke wieder.

Die Oberfläche dieses jüngeren Thalbodens zeigt auch Unebenheiten und eingewaschene Wasserläufe, in deren Vertiefungen Süßwasser auf kurze Strecken zu Tage tritt.

Ganz ähnliche Verhältnisse sind auf der Südseite des Thales beim allmählichen Anstieg zum Fusse des Semenowgebirges; auch von diesem kommen breite Schotterströme ohne Wasser herab und erst in der Nähe des Gebirges führen sie süßes Wasser. Der Terrassenrand des älteren Thalschotter ist aber auf dieser Seite stärker aufgelöst und nicht so continuirlich sichtbar wie auf der Nordseite.

An den bastionen- oder kegelartig zwischen den Thaleinschnitten vorspringenden Theilen der Terasse fallen schon von weitem durch ihre hellgelbliche Färbung die Lehme auf, die von größeren Kies- und Schotterbildungen bedeckt werden und horizontal lagern.

Die Ausdehnung dieser Lehme ist noch weit nach Osten an ihrer Färbung am Terrassenrande zu verfolgen, aber nur an einigen ganz benachbarten Stellen erwiesen sich die Schichten als sehr fossilreich; etwa 1,5 km östlich vom Lager XII der Expedition wurde das beistehende Profil aufgenommen, aber schon in geringer Entfernung traten Aenderungen ein in der relativen Mächtigkeit der einzelnen unterschiedenen Horizonte, so z. B. verschwand die an Resten reiche Schicht B und die groben conglomeratischen Bildungen A lagen direct über ganz fossilfreien gelblichen, sandigen Lehmen.

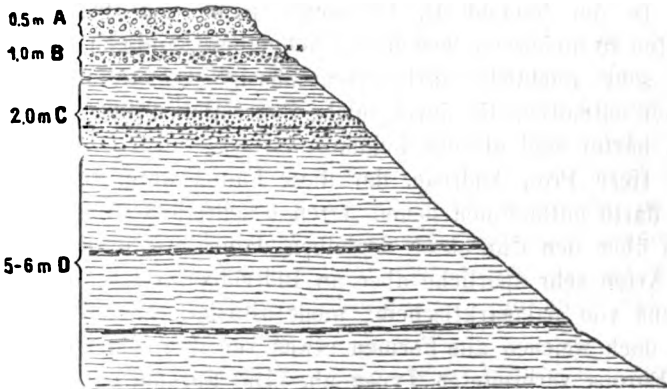


Fig. II. Schichtfolge des Fundpunktes F in Fig. I.

A. 0,5 m mächtige lockere mürbe Sandsteine und conglomeratische Bänke mit zahlreichen Süßwassermuscheln und Schnecken (*Corbicula fluminalis* Müll. var. *oxiana* v. Martens, *Valvata piscinalis* Müll. var. *cucunorica* Andr., *Limnaeus* aus der lagotis-Gruppe). *Planorbis* (*Gyraulus*) *sibiricus* Dnkr.

B. 1 m braungelbe, sandige Lehme, brausen stark mit Salzsäure, von sehr feiner Schichtung und mit sehr vielen Muscheln und Schnecken. (*Corbicula fluminalis* Müll. var. *oxiana* v. Mart., *Valvata piscinalis* Müll. var. *cucunorica* Andr., *Planorbis* (*Gyraulus*) *sibiricus* Dnkr. Besonders die Lage x x ist fossilreich.

C 2 m mächtige feinsandige gelbliche Lehme mit einzelnen eisenreichen Bänkechen mit zahlreichen Schälchen von *Pisidien*, die neuen Arten angehören und *Planorbis (Gyraulus) sibiricus* Dnkr.

D. Hellgelbe fossilere eisenhaltige sandige Lehme.

Die oberste Schicht A. ist bald mehr als feinkörniger Sandstein mit discordanter Parallelstructur, bald mehr als grobes, eisenschüssiges Conglomerat entwickelt. An der Oberfläche haben die Gerölle dunkle Oberfläche und Ueberzüge von Eisenhydroxyd. Die Sandsteine und Conglomerate sind nur lose verkittet und zerfallen leicht an der Oberfläche.

Die Schicht B. ist besonders reich an *Corbicula* und *Valvata*, die schönen *Limnaeus* fehlen hier; nach abwärts werden die Fossilien seltener und es folgt die Schichte C., ohne scharfe Abgrenzung gegen B.; sie führt einige Bänke, die sich durch höheren Eisenhydroxydgehalt auszeichnen, mehr braun gefärbt sind und zahlreiche *Pisidien* enthalten.

In der Schicht D. ist nichts mehr von organischen Resten zu finden; sie besteht aus hellgelben, sandigen Lehmen, die sehr reichlich stark eisenschüssige Concretionen und Lagen enthalten, die durch solche Concretionen ausgezeichnet und härter sind als der Lehm.

Herr Prof. Andreae, der diese Fauna untersuchte und die darin enthaltenen neuen Arten beschreiben wird, spricht sich über den Charakter derselben dahin aus, dass es eine an Arten sehr spärliche aber an Individuenzahl sehr reiche Fauna von palaearktischem, nicht ostasiatischem Charakter ist, doch weichen alle Formen etwas von den allgemein und in Europa verbreiteten Typen ab. Die Formen entsprechen den in diluvialen Faunen bei uns gefundenen Arten durchaus, und das stimmt auch mit den Lagerungsverhältnissen, die oben dargestellt wurden, wonach die Ablagerungen in einem diluvialen Flusslaufe oder wahrscheinlicher kleinen Seebecken mit Süßwasser entstanden sind.

Dieses Resultat ist nun in so ferne interessant, als dadurch bewiesen wird, dass in dem Gebiete der heute abflusslosen und salzhaltigen Seen, wozu der nur wenig weiter nördlich gelegene Kuku-nor und der westlich gelegene Dalai-Dabassu gehören, ausgedehntere Süßwasserablagerungen entstehen konnten.

Beim Lager XII selbst, bei der Süßwasserquelle auf dem alluvialen Thalboden, sind ebenfalls Lehme, deren Ablagerung bedeutend jünger sein muss als die Schichten der alten Terasse, welche erstere einige der Formen (*Planorbis* [*Gyraulus*] *sibiricus* Dnkr. und *Pisidium obliquatum* Andr.) als gemeinsame Formen mit der obersten Schicht A. des oben mitgetheilten Profils enthalten.

Dies beweist, dass sich die einzelnen Formen dieser Fauna während langer Zeiten nicht wesentlich verändert haben. Zu ähnlichen Schlüssen haben auch die Untersuchungen der Lössschnecken der Lössgebiete Chinas geführt, die sich von den recenten Schnecken nicht unterscheiden, und auch die Süßwassermollusken chinesischer Seen hat man als sehr nahe verwandt gefunden mit solchen, die in Europa dem jüngsten Tertiäre angehören.

Derartige fossilführende Bildungen sind mir während des weiteren Verlaufes der Reise in Nordosttibet nicht mehr wieder begegnet, dafür aber in ausgedehntem Maasse rothe conglomeratische und Sandstein-Ablagerungen, deren Verbreitung ganz allgemein sich nach den breiten Thalmulden im erodierten alten Gebirge richtete; während dieses durchweg steil gefaltet war und die Streichrichtung W zu N—O zu S constant beibehielt, lagen diese jungen Bildungen fast immer horizontal oder nur mit sehr geringen Neigungs-Winkeln in unregelmässiger Weise einfallend und waren von nur sehr unbedeutenden Störungen, jedenfalls nie von einer Faltung betroffen.

Es ist das die von v. Loczy Quetae-Schichten benannte Formationsstufe, welche dem jüngsten Tertiäre angehört, wie durch Versteinerungen nachgewiesen werden konnte, und die durch Süßwasserseen gebildet wurde.

Leider gelang es mir auch nirgends, versteinerte Reste in diesen immer ganz gleichartig ausgebildeten Quetae-Schichten nachzuweisen, aber die Vertheilung des Vorkommens und die Beschränkung dieser Schichten im Vereine mit ihrer horizontalen Lagerung auf den weiten Thalböden längs der Gehänge des älteren Gebirges Nordosttibets lassen sich nur durch die einstige Existenz grosser Wasserbecken in den einzelnen Thalmulden erklären.

Die Hochebene von Quetae dehnt sich nach Süden bis zum Dschupar-Gebirge aus, aus dessen engem Felsenthale der Hoang-ho die Gebirgswelt Tibets verlässt und tief eingegraben in canalartigem Bette zwischen den Conglomerat- und Sandsteinwänden eben dieser Quetae-Formation dabinfliess.

An der Austrittsstelle selbst, discordant an die alten Schiefergesteine, welche das Dschupar-Gebirge zusammensetzen, anstossend sind die Quetae-Schichten von mächtigen diluvialen Schottermassen in horizontaler Lagerung überdeckt, während die hier aus einer mannigfaltigen Schichtfolge von Conglomeraten, Sandsteinen und kohligen thonigen Zwischenlagen bestehenden älteren Schichten, die den Charakter einer Süswasserbildung haben, schwach nach NNW einfallen und in deutlicher Discordanz von den diluvialen Flusschottern überdeckt werden. Die verticale Höhe von der Oberfläche der mächtigen Schotter bis zur Ueberlagerungsfläche auf den Quetae-Schichten beträgt etwa 500 m, ist aber in mehrere Terrassenabfälle gegliedert.

Der Charakter dieser Schichten, die nur mit Vorbehalt zu den Quetae-Schichten gestellt werden können und vielleicht eine alt-diluviale Flussablagerung darstellen, weicht etwas ab von der typischen Entwicklung dieser pliocänen Süswasserbildungen. Im Thale des Baa-Flusses aber waren typische Quetae-Schichten nur weit unten in der Nähe von seiner Einmündung in den Hoang-ho in bedeutenden Höhen sichtbar; dann wieder im Gebiete des Sche-tse-Flusses, wo sie ausgedehnte Höhenzüge zusammensetzten, ferner wieder im Thale des Ulan-Flusses und schliesslich in ausgezeichneter Weise im oberen Tao-Thale. (Figur III.)

Hier sind die geologischen Verhältnisse sehr charakteristisch und zeigen, dass vor der Ablagerung dieser rothen Sandsteine und Conglomerate das Tao-Thal selbst schon zwischen dem alten Gebirge des Tasurchai im Norden und dem Min-schan im Süden erodirt war und eine weite flache Wanne bildete. Auf dieser entstanden die Quetae-Schichten und füllten in grosser Mächtigkeit den Thalboden auf. Es war zu dieser Zeit das weite Thal ein grosses Seebecken und erst als diesem durch die einsetzende Erosion ein Abfluss geschaffen wurde, begann die Bildung des heutigen Bettes des Tao-ho, die zur Folge

hatte, dass der Fluss selbst und seine seitlichen Zuflüsse tief in die Seeablagerungen einschnitten und sie in einzelne Theile trennten; aber die Erosion schritt noch über den Thalboden des alten praepliocänen Tao-Thales hinab in die krystallinen Schiefer und alten Gesteine ein und legte diese besonders am Tao selbst und im unteren Theile seiner Nebenflüsse frei unter den discordant darüber lagernden Seesedimenten. Auch an den Gebirgen im Norden und Süden setzte die Erosion ein und beschränkte die heutige Verbreitung der Quetae-Bildungen nur auf eine mittlere Zone am Laufe der Nebenflüsse; oben an den Gebirgen und in der Mitte längs des am tiefsten erodirten Hauptthales fehlen sie.

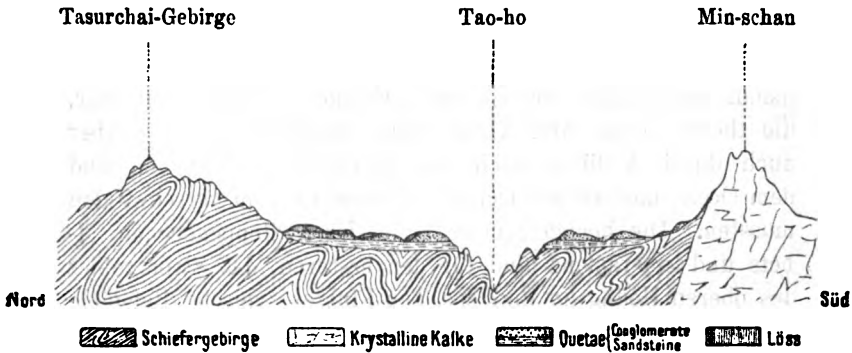


Fig. III. Schematisches Profil durch das Tao-Thal oberhalb von Tao-tschou.

Die Ueberdeckung mit Löss auf den Resten der Quetae-Formation ist allgemein und erstreckt sich auch in die Nebenthäler, soweit sie nicht schon im Grundgebirge fließen; hier nehmen ihre sonst breiten muldenförmigen Thäler felsigen schluchtenartigen Charakter an, wie ihn das Hauptthal selbst besitzt, das bis in die Höhe von Tao-tschou von seinem Oberlaufe her ganz wild und unpassirbar ist. In diesen engen Schluchten fehlt meist auch der Löss. Die beistehende Figur gibt diese geologischen Verhältnisse schematisirt wieder.

Da das Flussbett des Tao-Flusses infolge seines wilden Felsen- und Schluchtencharakters oberhalb von Tao-tschou unpassirbar ist, geht der von Tibet nach China östlich herabführende

Weg in einiger Entfernung nördlich vom Flussbette des Tao im Gebiete der Quetae-Schichten und Lössablagerungen und steigt über alle Bergketten, die zwischen den vom Tasurchai-Gebirge von Norden herabkommenden Nebenflüssen liegen, und deren Passübergänge zumeist von diesen Quetae-Schichten gebildet werden, während in den Tiefen der Seitenthäler die steil gestellten Schichten des Grundgebirges getroffen werden. Die Basis der Süßwasserseebildungen liegt noch über 3000 m Meereshöhe bei Tao-tschou.

Die Seelösse v. Richthofens sind identische Bildungen, welche die Ausdehnung der Süßwasserbecken noch weit nach Osten im nördlich des Sing-ling-Gebirges gelegenen Theile Chinas darthun, die zu den Provinzen Kansu und Schensi gehören. Nördlich davon in der Mongolei sind äquivalente Bildungen in den Gobi-Ablagerungen Obrutschew's nachgewiesen, so dass demnach ein ungeheueres Gebiet Innerasiens und Chinas von Süßwasserbecken eingenommen war, die theils infolge von andauernder Ausfüllung, theils aber auch durch Abflüsse nach den peripherischen Theilen und dem Ocean und die dadurch eingeleitete Erosion verschwinden mussten. Die hochgelegenen abflusslosen Steppenebenen Tibets und Innerasiens sind für den ersteren, das Stromgebiet des oberen Hoang-ho und des Tao-Flusses typische Beispiele für den zweiten Fall, der auch im westlichen Thien-schan sich wiederfindet.

Die Auffüllung der Seebecken hat schon vom jüngeren Tertiär ab begonnen und setzt sich in den abflusslosen centralen Theilen noch heute fort. Die allgemeinen physikalischen und meteorologischen Verhältnisse dürften, wie v. Loczy nachwies, seit dem Ende der tertiären Zeit dieselben geblieben sein wie sie auch heute noch sind; das zeigen vor allem die recenten und diluvialen Süßwasserfaunen, welche dort einen den jüngsten Tertiär- und Diluvialbildungen Europas ähnlichen Faunen-Charakter besitzen. Auch die Schnecken des älteren und jüngeren bis recenten Löss zeigen keine bedeutenderen Unterschiede.

Die wesentlichen Eigenthümlichkeiten dieser Periode sind das rauhe, trockene Klima mit hohen Temperaturschwankungen, sehr rauhem continentalem Winter, grosser Seltenheit und

Unregelmässigkeit der Niederschläge und infolge davon Mangel an fliessendem Wasser und an Pflanzenwachstum.

Erst seitdem diese Bedingungen nach dem Verschwinden der meisten der Süsswasserseen eingetreten waren, konnte der Wüstengürtel Centralasiens seine heutige Physiognomie annehmen und durch die starke mechanische Verwitterung der Oberfläche verbunden mit der intensiven Thätigkeit der Deflation die Aufschüttungen der Sandflächen in einer inneren Zone und des feineren Lössmaterials in eine ausserhalb der Wüsterregionen gelegenen Zone bewirken.

Da die vorherrschenden Winde von NW und WNW constant kommen, die den Sand und Löss von dem Orte ihrer Entstehung fortführen, sind die grössten Verbreitungsgebiete der Sandflächen und Lössgebiete im Süden und Südosten der kahlen Felswüstenzonen zu finden, und zwar die ersteren im Westen in der Takla-Makkan, im Osten im Ala-schan, Ordos und der südlichen Mongolei; die letzteren bilden die Lössgebiete in Kansu, Schensi und Schansi und an den Gehängen der südlichen und westlichen Umrandungen des Tarim-Beckens. v. Obrutschew¹ hat berechnet, dass bei einer angenommenen Maximalmächtigkeit des Lösses in Ostkansu von 400 m und jährlicher Ablagerung von einer 1 mm starken Schicht von Löss durch den Wind 400 000 Jahre nöthig wären für die ganze Zeit seit Beginn der noch andauernden Periode der Lössbildung.

Es darf also angenommen werden, dass dasselbe continentale trockene Klima über dieselben Theile Asiens herrschte seit der Tertiärzeit, welche auch heute noch ein solches besitzen.

Von grossem Interesse sind, wie schon v. Loczy hervorhebt, die neuesten Untersuchungen der tertiären Bildungen in Sibirien, die fast ausschliesslich fluviatilen und lacustren Ursprungs sind, und die Feststellung, dass nur im Mündungsgebiete des Jenissei ein posttertiäres Meer etwas weiter vordrang in das Land.

Da auch im westlichen Sibirien nur Süsswasserbildungen von posttertiärem Alter vorkommen, fällt nun auch die An-

¹ v. Obrutschew: Geographische Skizze von Centralasien und seiner südlichen Umrandung. Hettner's geogr. Zeitschrift Bd. I. 1895. pg. 282.

nahme einer marinen Verbindung zwischen dem Aralo-caspischen Meere und dem nördlichen Eismeere, und es zeigt sich, dass die Ufer des Meeres im Norden und Osten des heutigen Continentes auch in der posttertiären Zeit nicht viel verschieden von ihren heutigen Umrissen gewesen sein können, während Ost- wie Westsibirien mit zahlreichen Süßwasserseen bedeckt war. Auf dem Lande dagegen lebte in Gebieten, deren Boden heutzutage immer gefroren ist, eine Thierwelt, die der interglacialen Fauna Europas entspricht. Es waren in der posttertiären Periode selbst in den Berggebieten Ostsibiriens nur wenige Gletscher vorhanden, die nicht weit hinabreichten.

Auch in den hochgelegenen Gebieten Nordosttibets vermochte ich nirgends in den weit über 3000 m Höhe gelegenen Thälern Moränen oder sonstige Spuren eines früheren Vorhandenseins von Gletschern nachzuweisen und auch im Gebirge Sarü-Dangerö, am oberen Hoang-ho, dessen Gipfel 6000 m Höhe erreichen, waren keine Spuren von Gletschern zu entdecken.

Die Eiszeit, welche die Physiognomie Europas so sehr veränderte, ist im Norden von Sibirien wie in den höchstgelegenen Bergländern Centralasiens fast ohne Einfluss geblieben und die europäische und nordasiatische Säugethierfauna des Diluviums reichte jedenfalls bis zum Kuen-lun nach Süden. Vom Norden reichte keine gewaltige Eisbedeckung über das niedere nördliche Sibirien, weil eben im Norden ein hochgelegenes Continentalgebiet fehlt, von welchem herab die Eisströme sich hätten nach Süden und über den Continent ergießen können, wie sie von Skandinavien durch die Ostsee nach der norddeutschen Tiefebene kamen.

Wir haben so im Grossen die Jahrhunderte umfassende Geschichte des Herzens des grössten Continentes an unserem Auge vorüber ziehen sehen. Wir haben die einzelnen Phasen der Veränderungen aus spärlichen Resten organischer Wesen aus den Schriftcharakteren der Gesteine und ihrer Verbreitung mühsam erschlossen und die weiterstreuten Trümmer zu einem einheitlichen Bilde zusammengestellt.

In weit zurückliegender geologischer Vergangenheit taucht wie ein Keil der östliche Kuen-lun, als Rückgrat Asiens, aus

unendlicher Meeresfläche auf. Nördlich und südlich sehen wir die Continentalmassen im wechselnden Kampfe das Meer zurückdrängen und auf dem entstandenen Continente die Kräfte des Wassers und des Windes an der Umgestaltung arbeiten. Der ursprünglichen Erosion, welche die Hauptzüge der verticalen Unterschiede schuf, machte das trockener und continentaler werdende Klima mit der Vergrößerung des Continentes und dem Aufsteigen gewaltiger Gebirgsketten im Südosten, welche die feuchten Winde der See vom Innern ferne hielten, ein Ende. Die Aufschüttungen der Thäler und Seebecken mit gewaltigen Massen von Sanden, Lehm und Schottern brachte die weitausgedehnten Ebenen hervor, welche den Fuss der Berge verhüllen und sie mantelartig bis zum Kragen umgeben und die Thalvertiefungen ausfüllen.

Wie sich im Hochgebirge der Alpen das wallende Nebelmeer in die Thäler legt und nur die höchsten Spitzen den Strahl der Morgensonne auffangen, und von oben gesehen die Oberfläche dieses Meeres sich in alle Tiefen und Thäler hineinzieht, so liegt über dem Continente schwer das Meer der Schotter und Sande. Salzige, austrocknende Seen im letzten Stadium ihres Daseins, von den Bergen der Randgebiete rieselnde Flösschen, die im Sand- und Schotterfelde untergehen, salzige Tümpel an lehmigen Stellen in breiten Flussthälern sind die verschmachtenden Ueberreste der einst weit verbreiteten Seen und ihrer Zuflüsse.

Das atmosphärische Wasser mangelt durch lange Zeiträume und die seltenen, aber gewaltig niederstürzenden Strichregen entfesseln die Kraft des fließenden Wassers auf kurze Zeit, das Alles vernichtend und mit sich reissend in die Tiefe stürzt und mit weit ausgebreitetem Mantel von Trümmern und Schutt das Land am Fusse der Berge überschüttet.

Die extremen Wirkungen der nur sehr selten, aber mit grosser Gewalt stürmenden Wildwasser sind im Gebirge unverkennbar und zeigen sich noch weit hinaus in die Wüste.

Während der Trockenheit zersetzt sich das Gestein, die Hitze und Abkühlung lockern sein Gefüge, der Frost erweitert die Spalten und Risse, chemische Kräfte zersetzen die lockeren Böden und das sich bildende Salz ertödtet die Vegetation, wo nicht fließendes Wasser noch in genügender Masse

hinkommt, um die vegetationsfeindlichen Salze hinwegzuführen und im Salzsee zu concentriren.

An den steilen Berggehängen hält sich keine Lehm- und Humusschicht; sie sind infolge davon jeder Pflanze baar und auch die wilden Schottermassen an ihrem Fusse bieten nur kümmerliche Existenzbedingungen für vegetabilisches Leben.

Das sind die Verhältnisse, die dem Innern Asiens seinen unwirthlichen Charakter über enorme Strecken aufgeprägt haben, und der Process der Austrocknung, der in letzter Linie für Alles das verantwortlich zu machen ist, geht auch heute noch weiter, wie er schon seit langen geologischen Zeiten die Wüsten und Einöden geschaffen hat, die aber durch die Erzeugung des fruchtbaren Lösses eine nicht versiegende Quelle der Fruchtbarkeit für die Randgebiete werden.

Ueber Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle.

Vortrag gehalten im Naturw. Verein am 26. Januar 1900.

Als der Vortragende vor 10 Jahren zum ersten Male mit einer Schrift über dieses Thema vor die Oeffentlichkeit trat, war der Begriff eines flüssigen Krystalls, d. h. eines Stoffs mit gesetzmässiger krystallinischer Struktur, welcher zu fliessen vermag und Tropfen bilden kann wie Wasser, noch vollkommen unbekannt, ja man hielt die Existenz eines solchen Stoffes schon a priori für unmöglich, aus rein logischen Gründen, da in einer Flüssigkeit, in welcher doch nachgewiesenermassen die Moleküle beständig in regellosester Weise durcheinander wimmeln, unmöglich eine regelmässige Anordnung aufrecht erhalten bleiben könnte, selbst wenn sie auf irgend welche Weise in einem bestimmten Momente zu Stande gekommen wäre. Es fehlte nicht an solchen, welche die Aufstellung dieses Begriffs als einen schweren Missgriff, geradezu als einen Schlag ins Gesicht der Logik bezeichneten.

Der Vortragende zeigt nun, dass es gerade streng logische Erwägungen waren, die im Verein mit neuen Beobachtungen zur Aufstellung des Begriffs geführt hatten.

Die Zeiten, wo man Krystalle noch analog den Lebewesen als Individuen betrachtete, sind vorüber. Heute bezeichnet man auch einen beschädigten Krystall, selbst einen Krystallsplitter oder einen aus einem ursprünglich regelmässig geformten Krystall durch Schleifen hergestellten beliebigen Gegenstand als Krystall. Die äussere Form ist somit nicht das Wesentliche eines Krystalls, sondern die gesetzmässige innere Struktur, welche die Ursache ist, dass der Krystall bei seiner Bildung eine regelmässige Form annahm.

Die gesetzmässige innere Struktur gibt sich kund durch die Anisotropie des Körpers, d. h. die Eigenthümlichkeit, dass die Eigenschaften, welche überhaupt von der Richtung abhängig sein können, dies auch wirklich sind. Schneiden wir aus einem Krystall eine Platte (oder ein Stäbchen) und untersuchen diese hinsichtlich ihrer Elastizität, Plastizität, Reibung, Wärmeleitungsfähigkeit, elektrischer Leitungsfähigkeit, Dielektrizitätskonstante oder magnetischer Permeabilität, so erweisen sich alle diese Eigenschaften davon abhängig, in welcher Richtung die Platte (oder das Stäbchen) aus der Masse des Krystalls geschnitten war. Die Verschiedenheit des elektrischen Leitungsvermögens in verschiedenen Richtungen bedingt entsprechende Verschiedenheit der Lichtabsorption, d. h. der Krystall erscheint in verschiedener Farbe, je nach der Richtung, in welcher wir durch ihn hindurchsehen, er ist „dichroitisch“. Die Abhängigkeit der Dielektrizitätskonstante von der Richtung hat zur Folge, dass ein Lichtstrahl, der den Krystall durchdringt, im Allgemeinen sich in zwei Strahlen spaltet, die mit verschiedener Geschwindigkeit fortschreiten und deshalb auseinandergelassen werden. Auch die Schwingungsrichtung der beiden Strahlen ist verschieden und die Untersuchung derselben mittels sogenannter Polarisationsapparate ergibt zugleich Aufschluss über die Art der Anisotropie hinsichtlich der Dielektrizitätskonstante.

Man kann nun aber nicht umgekehrt sagen, jeder anisotrope Körper sei ein Krystall. Ein Stück Holz z. B. ist ein anisotroper Körper, und doch ist es sicher kein krystallisirter Stoff. Worin besteht aber der Unterschied? Man hat früher geglaubt, ihn in der Homogenität der krystallisirten Stoffe gefunden zu haben. Allein hinsichtlich der Homogenität gilt dasselbe, was bezüglich der Form gesagt wurde. Ein gebogenes Glimmerblatt beispielsweise, etwa ein Lampencylinder aus Glimmer, ist keineswegs homogen. Die Spaltungsrichtungen in den einzelnen Punkten können sehr verschieden liegen, und doch kann das Wesen des Krystalls durch die mehr oder minder starke Biegung, welche ja beim Nachlassen der Kraft wieder verschwindet, nicht geändert worden sein. Ein verbogener Zinnkrystall,

ein platt gedrückter Krystall von weichem weissem Phosphor u. dergl. sind Beispiele von dauernd deformirten, somit ebenfalls keineswegs homogenen Krystallen. Durch allmähliche Aenderung der Zusammensetzung der Mutterlauge kann man bewirken, dass ein wachsender Krystall von Alaun sich mit einer immer dunkler werdenden Rinde einer Mischung dieses Alauns mit Chromalaun, ja schliesslich mit letzterer Substanz allein umkleidet. Ein solcher zusammengesetzter Krystall ist ebenfalls unzweifelhaft inhomogen, aber ebenso unzweifelhaft ist es, dass der Körper als Krystall bezeichnet werden muss.

Der Vortragende ist nun der Ansicht, dass das, was einen Krystall als solchen charakterisirt, ihn von einem nicht krystallisirten Stoff unterscheidet, seine gesetzmässige Wachstumsfähigkeit ist, d. h. seine Fähigkeit, in geeignete Lösung eingebracht derart zu wachsen, dass die neu sich anlagernden Schichten dieselbe Anisotropie aufweisen, wie die bereits vorhandenen; mit anderen Worten, dass die neu sich anlagernden Theilchen sich den bereits vorhandenen gleichgerichtet ansetzen. Man kann diese Erscheinung als Wirkung einer molekularen „Richtkraft“ auffassen, deren Natur noch näher zu erforschen ist.

Insofern die Richtkraft die Theilchen nöthigt, eine bestimmte Stellung einzunehmen, und insofern man bei dem Versuch, die Theilchen durch Verbiegen des Krystalls aus dieser Stellung herauszubringen auf den Widerstand der elastischen Spannung stösst, könnte man vermuthen, dass die Richtkraft identisch sei mit der Elastizität, so dass die Einführung des neuen Wortes überflüssig wäre. Dem ist indess nicht so.

Lässt man Kali- oder Ammoniakseife (ölsaures Kalium oder Ammonium) aus Alkohol* krystallisiren, so beobachtet man unter den sich ausscheidenden spitzen nadelförmigen Krystallen eine eigenthümliche Bewegung, welche ganz an die Bewegung auf Wasser schwimmender Fetttropfen erinnert, die im Begriffe sind, zu grösseren Tropfen zusammenzuziessen. In der That fliessen auch die nadelförmigen Seifenkrystalle,

* Auch Mandelöl eignet sich als Lösungsmittel, in Folge seiner Zähigkeit sind indess die zu beobachtenden Bewegungserscheinungen weniger lebhaft.

sobald zwei derselben an einem Punkte in Berührung kommen, ganz wie zwei Tropfen zu einem gröseren Krystall zusammen, und auch die Ursache scheint dieselbe zu sein, die Kraft der Oberflächenspannung. Die Kraft ist aber äusserst klein, sie ist noch kleiner als die der Seifenlösung, denn ein Krystall, welcher mit einer in dieser befindlichen Luftblase in Berührung kommt, breitet sich auf derselben aus, wie ein Oeltropfen auf Wasser und zieht sich vollständig um sie herum, wobei sie vollständig kugelförmig bleibt. Würde eine nennenswerthe Elastizität sich der Biegung des Krystalls entgegenstellen, so wäre dies nicht möglich. Beim Zusammenfliessen zweier Krystalle beobachtet man aber, dass die Richtkraft sehr energisch in Thätigkeit tritt; denn beginnend von der Stelle, wo das Zusammenfliessen eintritt, findet in gleichem Masse wie dieses fortschreitet, wie durch optische Mittel nachgewiesen werden kann, eine fortgesetzte Richtungsänderung der Moleküle statt, so dass der resultirende Krystall völlig einheitliche Struktur besitzt, selbst wenn die beiden Komponenten in sehr verschiedener Richtung zusammengeflossen waren. Die minimale Elastizität der Krystalle kann unmöglich die Ursache dieser energischen Parallelerichtung der Moleküle sein.

Dass die Krystalle eine Spur Elastizität besitzen, ist daraus zu schliessen, dass sie überhaupt polyedrische Form haben, denn bei völligem Mangel von Steifigkeit müssten sie ebenso wie Flüssigkeitstropfen durch die Oberflächenspannung zu Kugeln zusammengedrückt werden. Die schwache Oberflächenspannung zwischen Lösung und Krystall ist dazu nicht im Stande, während die grössere an der Grenze zwischen Krystall und Luft die Wirkung wohl hervorbringen könnte, wie das Herumfliessen der Krystalle um Luftblasen beweist.

Auch in anderer Weise gibt sich das Vorhandensein eines sehr geringen Masses von Elastizität kund. Bringt man eine Flüssigkeit, d. h. einen Stoff ohne Elastizität in ein offenes Gefäss, so wird die Oberfläche vollständig eben, wie durch Lichtreflexion mit aller Genauigkeit nachgewiesen werden kann. Bei einem festen Stoff, z. B. Pech, ist dies nicht der Fall, weil die Elastizität, selbst wenn die Schwere stark vorragender Theile ein Fliessen verursacht,

schliesslich dem wirkenden Druck das Gleichgewicht hält, so dass mehr oder minder grosse Rauigkeiten erhalten bleiben. Die Oberfläche von Schmierseife (ölsaurem Kali oder Ammoniak) ist nicht völlig glatt, somit ist die Substanz als fest, nicht als zähflüssig zu bezeichnen; sie besitzt eine Elastizitätsgrenze, wenn auch eine sehr niedrige.

Man kann nun Zweifel darüber hegen, ob nicht diese geringfügige Elastizität doch die Ursache der Parallelrichtung der Moleküle sein könnte. Die Auffindung wirklich flüssiger Krystalle, wie solche von dem Vortragenden zuerst bei den von Herrn Prof. Gattermann in Heidelberg entdeckten Substanzen Azoxyanisol und Azoxyphenetol beobachtet wurden, beseitigt diese Zweifel.

Erhitzt man eine dieser Substanzen, so schmilzt sie zu einer trüben Flüssigkeit, welche erst bei noch weiterem Erhitzen plötzlich klar wird. Sowohl aus den chemischen Untersuchungen Gattermann's, wie aus den mikroskopischen Untersuchungen des Vortragenden und mehrfachen späteren Prüfungen nach verschiedenartigen physikalisch-chemischen Methoden durch andere Forscher geht mit Sicherheit hervor, dass die trübe Flüssigkeit nicht etwa ein Brei aus fester und flüssiger Substanz oder ein Gemisch zweier Flüssigkeiten oder dergleichen ist, sondern eine durchaus einheitliche, homogene, vollkommene Flüssigkeit. Die Trübung ist bedingt durch feine mikroskopische Schlieren, welche nicht etwa durch Ungleichheiten in der chemischen Zusammensetzung hervorgebracht werden, sondern lediglich durch eine eigenartige gesetzmässige innere Struktur, wie besonders die neuesten Untersuchungen des Vortragenden völlig klargestellt haben.

Ein aus der heissen Lösung in geschmolzenem Kolophonium ausgeschiedener Tropfen einfachster Struktur kann, wie die optische Untersuchung lehrt, zusammengesetzt gedacht werden aus konzentrischen Hohlkugeln, auf welchen die Moleküle sämtlich längs den um eine gemeinsame Achse gezogen gedachten Breitekreisen aneinandergereiht sind, in ähnlichen Stellungen, d. h. so, dass sie die Kugeloberflächen tangieren. Durchdringt ein Lichtstrahl einen solchen Tropfen in achsialer Richtung, wobei es — wenn beispielsweise die Moleküle als

den Kugeloberflächen aufgelagerte Täfelchen angenommen werden — diese Täfelchen senkrecht durchdringt, so ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eine andere, als wenn er zwar in der Richtung der Achse aber am Umfang des Tropfens fortschreitet, wobei er die Moleküle parallel der Tafelenebene durchsetzt. Die Folge davon ist, dass der Tropfen bei Betrachtung in der Richtung der Achse nicht wie eine Kugel, sondern wie eine Convexlinse mit einer steilen Vertiefung in der Mitte erscheint. Gewöhnlich hat letztere das Aussehen eines runden grauen Flecks mit einem schwarzen Punkte in der Mitte (gehöfter Tüpfel). In der dazu senkrechten Richtung betrachtet, erscheint der Tropfen wie eine auf der Kante stehenden Linse mit aufgesetzten halbkugelförmigen Uhrgläsern. Fliessen zwei Tropfen zusammen, so kann, wenn die Vereinigung in paralleler Stellung erfolgte, die Neuordnung der Moleküle zu einem gleichbeschaffenen, einheitlichen grösseren Tropfen sich sofort vollziehen, es kann aber auch zunächst einfach ein Zusammenfliessen eintreten unter Erhaltung der früheren Strukturen, wobei diese natürlich sich entsprechend dem Uebergang von ursprünglich vollständigen Kugeln in Halbkugeln sich ändern. Die runden gehöften Tüpfel sind dann auch noch nach der Vereinigung sichtbar, aber zwischen ihnen zeigt sich häufig ein viereckiger gehöfter Tüpfel, welcher dem Centrum eines Lemniscatensystems entspricht, das die beiden runden Tüpfel umschliesst und die neue Molekulargruppirung bestimmt. Bei der einfachen Anordnung, ohne diesen „Convergenzpunkt“ in der Mitte, erscheinen an den Enden der gemeinsamen Grenze scheinbar zwei Einschnitte in den Tropfen. Fliessen mehrere Tropfen zusammen, deren Achsen sämtlich vertikal stehen, so enthält der resultierende Tropfen ebensoviele runde Tüpfel (Symmetriepunkte) und zwischen denselben viereckige (Convergenzpunkte), doch ist die Zahl der viereckigen stets um eins kleiner als die der runden.

Werden Tropfen bei horizontaler Stellung der (Symmetrie-) Achse plattgedrückt, so convergiren die vorher parallelen Molekülreihen gegen zwei Punkte (Pole) am Umfange, deren Verbindungslinie, sie mag „Pollinie“ heissen, senkrecht steht zur Achse des Tropfens. Beim Zusammenfliessen zeigen

solche Tropfen stets das Bestreben, sich so zu drehen, dass die Pollinien sich mit dem einen Ende berühren, mindestens aber die Enden der Grenzlinie mit je einem Pol zusammenfallen. Bei Vereinigung von vier Tropfen bilden deshalb die Pollinien gewöhnlich ein Quadrat u. s. w.

Noch komplizierter werden die Erscheinungen, wenn mehrere Tropfen in der ersten und zweiten Hauptlage oder in anderen Lagen zusammenfliessen oder wenn z. B. ein Einschnitt in einen Tropfen sich wieder schliesst u. dergl. Der Vortragende erläuterte die auftretenden Strukturänderungen an der Hand schematischer Zeichnungen und direkter mikroskopischer Photographien der Erscheinungen, welche entweder im gewöhnlichen Licht oder bei Anwendung des Schlierenapparats oder verschiedener Polarisationsvorrichtungen aufgenommen worden waren.

Die Anwendung polarisirten Lichtes ermöglicht den Nachweis, dass die Symmetrie der Moleküle dem monosymmetrischen Krystallsystem entspricht; selbst über die Form und Lage des für die spezielle Krystallform charakteristischen sog. „optischen Elastizitätsellipsoids“ lässt sich durch Einschieben von Gypskeilen in das Ocular des Mikroskops nähere Auskunft erhalten.

Dass auch die Gestalt der Moleküle diesem System entspricht, folgt aus der Anisotropie der Krystalltropfen hinsichtlich der Reibung auf ihrer Oberfläche. Die Reibung ist wie bei einem festen Krystall nach verschiedenen Richtungen verschieden. Man muss sich infolge der schrägen Endflächen der Moleküle die Oberfläche eines Tropfens gewissermassen mit kleinen Schaufeln bedeckt denken, welche ähnlich wie die Radschaufeln bei einer Turbine bewirken, dass wenn die Tropfen sich in einem aufsteigenden Flüssigkeitsstrom befinden, wie er sich beim Erhitzen eines Präparats unter dem Mikroskop von selbst herstellt, eine beständige Drehung desselben eintritt. Bei Tropfen, deren Achse senkrecht steht, erfolgt diese Drehung in der Richtung des Uhrzeigers, bei Tropfen mit horizontaler Achse ist die Rotationsrichtung die entgegengesetzte. Hieraus folgt, dass die Neigung der Endflächen der Moleküle übereinstimmt mit der Schiefe des optischen Elastizitätsellipsoids, doch beträgt die letztere nur

etwa 45° , während die Neigung der Endflächen, wie aus zwillingsartigen Bildungen sich erkennen lässt, etwa 60° betragen dürfte.

Die Ungleichheit der Lichtabsorption — die Tropfen sind (farblos — gelb) dichroitisch — lässt auf Anisotropie des elektrischen Leitungsvermögens und, da dieses dem Wärmeleitungsvermögen parallel zu gehen pflegt, auch auf Anisotropie bezüglich des letzteren schliessen.

Bei grösseren Tropfen tritt infolge der Trägheit der Masse, wohl auch wegen der Reibung an der Glasfläche des Objektträgers oder Deckelglases eine Verdrehung des Gefüges infolge des Rotationsbestrebens beim Erwärmen der Präparate ein. Bei Tropfen oder grösseren Massen, die durch Zusammenfliessen aus kleineren entstanden sind und noch nicht einheitliche Struktur erlangt haben, tritt aus gleicher Ursache eine entsprechende Verbiegung oder Fältelung der Grenzflächen der einzelnen Individuen ein. Bei stärkerem Erwärmen nehmen diese Grenzen Wellenform an, was darauf hinweist, dass die krystallinischen Flüssigkeiten auch anisotrop sind bezüglich der inneren Reibung oder Viscosität. Gleichzeitig treten die Grenzen infolge der Aenderung der Struktur in der Nähe derselben in Form heller Linien sehr scharf hervor.

Zwischen die Pole eines starken Magneten gebracht, erleidet jeder Krystalltropfen, ob einfach oder zusammengesetzt, eine derartige Aenderung seiner Struktur, dass sich die Moleküle vorwiegend, und zwar in um so höherem Masse, je grösser die Intensität des Magnetismus, den Kraftlinien parallel richten. Nur an der Oberfläche der Tropfen, sowie an der Grenzfläche zusammengeflossener Tropfen bleiben die Moleküle stets dieser parallel. Die Erscheinung lehrt, dass die Moleküle auch anisotrop sind bezüglich der magnetischen Permeabilität und dass die Krystallrichtkraft und die magnetische Richtkraft von gleicher Grössenordnung sind und sich das Gleichgewicht halten können.

Aehnlich, wie feste Krystalle Mischkrystalle bilden können, ist dies auch bei flüssigen der Fall. Es können sich auch isotrope Körper beimischen analog der bei gewöhnlichen Krystallen beobachteten künstlichen Färbung.

Im letzteren Falle wird durch den beigemischten fremden Körper die regelmässige Ordnung der Moleküle je nach seiner Menge mehr oder weniger beeinträchtigt und damit auch die Doppelbrechung, sowie die Geschwindigkeit, mit welcher sich zusammengeflossene Krystalltropfen in einen einheitlichen Tropfen verwandeln.

Auch Schichtkrystalle können aus zwei verschiedenartigen Substanzen erhalten werden, und zwar derart, dass auf der Oberfläche eines einheitlichen Krystalltropfens der einen Substanz sich ein gleich orientirter einheitlicher Ueberzug der andern krystallinischen Flüssigkeit bildet oder auch so, dass dieser Ueberzug sich aus mehreren zusammengeflossenen Tropfen bildet, deren Orientirung aber symmetrisch ist zur Struktur des überzogenen Tropfens.

Sehr häufig ist bei Mischungen zu beobachten, dass sich die Tropfen aus sehr dünnen ebenen Lamellen von gleicher Dicke zusammensetzen. Ausgedehnte Massen erscheinen in solchem Falle mehr oder weniger fein schraffirt.* Zwischen je zwei Linien ist ein Krystallindividuum (langgestreckter Krystalltropfen) eingeschlossen zu denken. Die Abstände der Linien können so gering werden, dass sie selbst bei 1000facher Vergrösserung nicht mehr erkennbar sind und nur noch die ähnlich wie bei einem sogenannten Beugungsgitter entstehenden eigenartigen, schönen Farbenerscheinungen ihre Existenz kundgeben.

Häufig beobachtet man bei solchen fein schraffirten Flächen, dass sich dreistrahlige Sterne ausbilden, welche drei Gebiete von verschiedener Schraffirungsrichtung von einander trennen. Diese Erscheinung erinnert an die bei ölsauerm Kali und ölsauerm Ammoniak zu beobachtende Bildung von Durchkreuzungszwillingen. Aehnlich wie bei diesen sind auch die Grenzen bei den flüssigen Drillingen keine ganz scharfen, es findet da, wo zwei Individuen zusammenstossen, keine mathematisch scharfe Knickung der Molekulrichtungen statt, sondern die scharfen Knicke sind durch Biegungen ersetzt, welche sich allerdings manchmal einer scharfen Knickung sehr nähern.

* Manche solche Gebilde erinnern an die Formen von Diatomeenschalen, welche ebenfalls eine feine Schraffirung aufweisen.

Durch Beimischung isotroper Stoffe zu schraffirten Krystalltropfen wird die Feinheit der Schraffirung sehr vermindert. An Stelle der feinen Linien treten schliesslich breite Bänder auf, welche mehr oder minder ausgedehnte Gebiete scheinbar isotroper Substanz einschliessen. Dass diese Isotropie nur dadurch bedingt ist, dass die anisotropen Moleküle infolge der zwischengelagerten fremden Substanz sich nicht mehr parallel zu richten vermögen, geht daraus hervor, dass wenn man diese Gebilde in ein starkes magnetisches Feld bringt, die Anisotropie sofort wieder hervortritt, da nun die magnetische Kraft die Krystallrichtung unterstützt. Ebenso können Zug oder Druck die Anisotropie wieder hervorrufen, da durch das hierdurch erzeugte Fliessen der Masse ebenfalls eine theilweise Parallelrichtung der Moleküle bedingt wird. Der Versuch lässt deutlich erkennen, dass auch die durch Druck bedingte Doppelbrechung des Glases, des Kautschuks und anderer isotroper Stoffe, die Doppelbrechung organischer Gewebe, gekühlter Gläser u. s. w. und die durch elektrische und magnetische Kräfte bedingte Doppelbrechung gleichfalls auf theilweise Parallelrichtung anisotroper Moleküle zurückzuführen ist.

Die prächtigen Farbenercheinungen, welche solche theilweise isotropen flüssigen Krystalle im polarisirten Lichte zeigen, dürften zu den schönsten und merkwürdigsten zu rechnen sein, welche die Optik kennt.

Der Umstand, dass die Wirkung der Krystallkraft durch Zwischenlagerung der fremden Substanz zwischen die Moleküle beeinträchtigt wird, mag auch zur Aufhellung ihrer Natur beitragen. Vermuthlich existirt die Kraft überhaupt nicht, sondern die Erscheinungen, welche scheinbar ihre Wirkung beweisen, sind eine Folge der Oberflächenspannung der Tropfen und der molekularen Stösse. Die erstere nöthigt die an der Oberfläche befindlichen Moleküle, dieser parallele Richtung anzunehmen, die Stösse zwischen den Molekülen sind die Ursache, dass sich die übrigen Moleküle in ähnliche Lagen begeben, ähnlich wie Drahtstifte, welche man in einer Schachtel schüttelt, sich den Wänden der Schachtel parallel zu richten suchen. Mag indess auch dieser Erklärungs-

versuch verfehlt sein und die Zukunft eine andere bringen (die Annahme knotenförmiger elektrischer Ströme in den Molekülen könnte ebenfalls herangezogen werden), Thatsache ist, dass die flüssigen Krystalle anisotrop sind bezüglich aller Eigenschaften, welche überhaupt von der Richtung abhängen und dass sie die Fähigkeit haben, unter gesetzmässiger Anlagerung der neu hinzukommenden Schichten zu wachsen, somit wahre Krystalle sind; dass sie andererseits keine Spur von Elastizität besitzen, also mit Recht als wahre Flüssigkeiten bezeichnet werden. Vom Standpunkte der Molekularphysik ist ihre Auffindung, abgesehen von dem näheren Aufschluss, den sie hinsichtlich der Eigenschaften der Moleküle zu geben versprechen, wichtig deshalb, weil ihr Verhalten zeigt, dass die optischen Eigenschaften einer Substanz durch die Beschaffenheit der Moleküle, nicht durch die Art ihrer Aneinanderlagerung, also nicht durch den Aggregatzustand bedingt werden. Insofern nun die optischen Eigenschaften polymorpher Modifikationen und der sogenannten drei Aggregatzustände eines Stoffes verschieden sind, kommt man zu dem Schluss: „Jeder Stoff besitzt nur eine einzige Krystallform und nur einen Aggregatzustand“. Die verschiedenen Modifikationen, in denen scheinbar eine Substanz auftreten kann, unterscheiden sich nicht durch die Art der Aggregation, sondern durch die Beschaffenheit ihrer Moleküle, d. h. sie sind nicht Modifikationen eines Stoffes, sondern wirklich verschiedene Stoffe.

Die künstliche Aenderung der Struktur flüssiger Krystalle und die Erzeugung halbflüssiger Mischkrystalle.

Vortrag gehalten im Naturw. Verein am 27. April 1900.

In einem früheren im Laufe des Wintersemesters gehaltenen Vortrag wurde dargelegt, dass es Flüssigkeiten gibt, welche so leicht beweglich sind wie Wasser und Tropfen bilden können wie dieses, und doch, wie heftig man sie auch bewegen und durchrühren mag, immerfort eine regelmässige innere Struktur bewahren, welche durch Anisotropie ihrer Eigenschaften zum Ausdruck kommt, und dass sie der Ruhe überlassen, diese Struktur so zu vervollkommen suchen, dass sie möglichst derjenigen Struktur, welche starre Krystalle aufweisen, ähnlich wird. Es wurde ferner gezeigt, dass man diese eigenthümlichen Flüssigkeiten als „flüssige Krystalle“ bezeichnen muss, so paradox dies auch auf den ersten Blick erscheinen mag, da man sich, wenigstens in Gedanken, alle möglichen Uebergänge zwischen den vollkommen flüssigen, elastizitätsfreien „Krystalltropfen“ und gewöhnlichen Krystallen herstellen kann.

Dem Vortragenden ist es nun inzwischen gelungen, solche, damals nur vermutheten, Uebergänge zwischen festen und flüssigen Krystallen wirklich praktisch herzustellen und zwar auf dem sehr einfachen und naheliegenden Wege der Bildung von Mischkrystallen zwischen Stoffen, von welchen der eine vollkommen flüssige, der andere sehr weiche feste Krystalle bildet. Benutzt wurden Azoxyphenetol und Cholesterylbenzoat. Versuche, halbflüssige Mischkrystalle zwischen diesen beiden Substanzen herzustellen, waren von dem Vortragenden schon früher (siehe Wiedemann's Annalen der Physik, 41, S. 527, 1890) vorgenommen worden, indess ohne den erwarteten Erfolg. Es zeigten sich allerdings merkwürdige Farbenerscheinungen, die Präparate schillerten

bei der Bildung der flüssigen Krystalle in glänzenden Regenbogenfarben, aber es gelang nicht, diese komplizierten Phänomene zu entwirren und klar zu beweisen, dass sich hierbei Mischkrystalle bilden. Vielmehr schienen die Farbenerscheinungen, obschon weitaus brillanter als diejenigen bei Perlmutter, darauf hinzuweisen, dass sich abwechselnde dünne Schichten der beiden Stoffe bilden, dass sich diese also völlig indifferent gegen einander verhalten. Von anderer Seite ausgeführte Untersuchungen über die Umwandlungstemperatur solcher Gemenge haben später gezeigt, dass diese Annahme nicht richtig sein kann, dass sich doch Mischkrystalle bilden müssen und dies gab den Anlass, die Versuche nochmals aufzunehmen und mit aller Sorgfalt die Beschaffenheit und die Eigenschaften der sich bildenden Krystalltropfen zu untersuchen und mit denjenigen der reinen Substanzen zu vergleichen. Die Untersuchung nahm deshalb ihren Ausgang von einer genauen Feststellung der Struktur des krystallinisch flüssigen Azoxyphenetols.

Bereits früher wurde gezeigt, dass, entsprechend den Vorgängen bei anderen enantiotropen Umwandlungen (z. B. bei Quecksilberjodid), die beim Erhitzen der festen Krystalle von Azoxyphenetol über die Umwandlungstemperatur sich bildenden Moleküle der flüssigen Krystalle in gesetzmässiger Stellung gegen die früher vorhandenen Moleküle der festen Substanz auftreten und dass sie in dieser Stellung verharren, wenn die Substanz als dünne Schicht zwischen zwei Glasplatten gepresst ist, insofern sie durch die Adhäsion der Glasflächen verhindert werden, sich zu bewegen. Dies gilt zwar zunächst nur für die dem Glase direkt anliegenden Moleküle, da indess die übrigen das Bestreben haben, sich diesen parallel zu richten, so entstehen flüssige Krystalle mit parallel gestellten Molekülen, welche hinsichtlich ihrer inneren Struktur vollkommen vergleichbar sind den gewöhnlichen starren Krystallen. Es stellte sich heraus, dass auf einer Fläche der nadelförmigen Krystalle die Auslöschungsrichtungen, die Richtungen grösster und kleinster Lichtgeschwindigkeit und die Richtungen grösster und kleinster Lichtabsorption (elektrischer Leitfähigkeit) für die feste und flüssige Modifikation vollkommen übereinstimmen und einen

Winkel von 35° mit der Längsrichtung der Nadeln bilden. Auf den übrigen Flächen ist dies nicht der Fall, auch dann nicht, wenn die Auslöschungen der festen Krystalle parallel den Kanten liegen, wobei diejenigen der flüssigen um etwa 45° gegen diese verdreht erscheinen und in gleicher Weise diejenigen der kleinsten und grössten Lichtabsorption. Beide Krystallarten zeigen übrigens den gleichen Dichroismus (farblos-gelb) und auch die Brechungsexponenten etwa 1,5 und 1,8 stimmen nahe überein, so dass die Interferenzfarben und die Müller'schen Streifen zwischen gekreuzten Nikols für beide nahezu dieselben sind. Zur Bestimmung der Brechungsexponenten wurden starkbrechende Flüssigkeitsgemische und namentlich geschmolzener Zucker und geschmolzener Schwefel benutzt, ausserdem Gipskeile zur Kompensation der Interferenzfarben. Die genaueren Versuche ergaben, dass die Differenz der Brechungsexponenten für die flüssig krystallinische Modifikation etwas kleiner ist als für die feste. Die Dispersion ist für beide nahe gleich, aber erheblich verschieden von der des Gipses, so dass wesentlich andere Additions- und Subtraktionsfarben erhalten werden als bei Kombination eines Gipskeils mit Gipsblättchen. Der Brechungsexponent der isotrop flüssigen Modifikation ist kleiner als die Brechungsexponenten der krystallinisch flüssigen.

Nach verschiedenen Methoden wurde ferner die Dicke der gewöhnlich gebrauchten Präparate bestimmt und es zeigte sich, dass dieselbe in den meisten Fällen unter einem Tausendstel Millimeter liegt.

Die durch diese Untersuchungen gewonnene Kenntniss des optischen Verhaltens der flüssigen Krystalle mit parallel gestellten Molekülen ermöglicht nun, mit Rücksicht darauf, dass die Untersuchungen den Beweis geliefert haben, dass die optischen Eigenschaften wesentlich nur durch die Beschaffenheit der Moleküle, nicht durch die Art ihrer Zusammenlagerung bedingt sind, die Vorausbestimmung der optischen Eigenschaften tropfenförmiger Krystalle. Im Allgemeinen wurde auch gute Uebereinstimmung gefunden. So fand sich insbesondere das anscheinend paradoxe Resultat, dass durch die Lage der durch den Dichroismus der Tropfen bedingten weissen und gelben Sektoren um einen rechten

Winkel verschieden ist, je nachdem man das polarisierende Prisma vor oder hinter den Tropfen setzt, dass ebenso in beiden Fällen die Lage der Sektoren, in welchen sich bei Zufügung eines Gipstheils Additions- oder Subtraktionsfarben zeigen, eine verschiedene und um 45° gegen die der ersten verdreht ist. Die eigenthümlichen Aenderungen, welche die schwarzen oder farbigen Kreuze der Tropfen zwischen gekreuzten Nikols bei Zufügung eines Gipskeils oder eines die Polarisationsebene drehenden Quarzkeils erleiden, erklären sich vollständig durch die aus der Theorie vorherzusagende Bildung entgegengesetzter elliptisch- oder zirkularpolarisirter Strahlen, welche sich zu geradlinig polarisirtem Licht mit verdrehter Polarisationsebene zusammensetzen können. Aus den für diesen einfachsten Fall giltigen Regeln lassen sich in sehr einfacher Weise die für die komplizirteren Fälle giltigen Gesetze ableiten. Das optische Verhalten der Krystalltropfen in jeder Lage, sowie deformirter oder zu grösseren Aggregaten zusammengefloßener Tropfen kann durch die Untersuchungen als vollständig aufgeklärt betrachtet werden.

Interessant war nun die Aenderung des Verhaltens der flüssigen Krystalle bei Zumischung von Cholesterylbenzoat. Es ergab sich zunächst, dass schon eine sehr geringe Menge der fremden Beimischung eine vollkommene Umkehrung aller Eigenschaften bewirkt, gerade als ob die gewissermassen in Spiralen auf der Kugeloberfläche angeordneten Moleküle die entgegengesetzte Spiralrichtung annehmen würden, indem jedes Molekül sich um 180° umlegt. Während in früher angegebener Weise die Tropfen der reinen Substanz in aufsteigenden Flüssigkeitsströmen von oben gesehen alle entgegen der Umlaufsrichtung des Uhrzeigers rotiren, rotiren die verunreinigten alle im Sinne derselben und man kann leicht Präparate herstellen, bei welchen sämmtliche Tropfen in der einen Hälfte des Gesichtsfelds im einen, in der anderen im anderen Sinne rotiren. Bei den ersteren liegen die gelben Sektoren schief nach links, bei den anderen schief nach rechts, die einen zeigen mit einem Gipskeil Additionsfarben oben und unten, die anderen rechts und links u. s. w.

Derartige Umkehrungen der inneren Struktur konnten auch durch geringe Beimischungen anderer Stoffe, z. B.

Zucker, und auch bei anderen Präparaten, welche flüssige Krystalle bilden, hervorgerufen werden. Manche zeigten in der ersten Hauptlage zwischen gekreuzten Nikols schöne spiralgig verdrehte schwarze Kreuze, die auf eine spiralgige Verdrehung der inneren Struktur hinweisen, und zwar derart, dass die Enden der Spiralen im Sinne der Rotationsrichtung verlaufen, während die Spitzen der in gewöhnlichem Licht erscheinenden Spiralen der in zweiter Hauptlage rotirenden Tropfen ähnlich wie die Spitzen eines Reaktionsrades zurückweichen, also der Rotationsrichtung entgegengesetzt sind.

Es scheint auch möglich zu sein, den Krystalltropfen Farbstoffe beizumischen, dieselben „künstlich zu färben“, und zwar so, dass, wie aus dem entstehenden Dichroismus zu schliessen ist, die Farbstoffmoleküle regelmässig orientirt gegen die des Krystalltropfens eingelagert sind. Die beobachteten Fälle sind indess noch zu spärlich, um sichere Schlüsse ziehen zu können.

Eine weitere Frage der Beimischung fremder Substanzen ist die Verminderung des Tropfendurchmessers, welche ganz analog ist der Verminderung der Krystalldimensionen bei Herstellung fester Mischkrystalle. Indem diese kleinen Tröpfchen zu grösseren Aggregaten sich vereinigen, bilden sie die schon früher beschriebenen, gewissermassen aus feinen Lamellen zusammengesetzten, an der Oberfläche schraffirten Tropfen. Durch Zumischung von immer weiteren Mengen Cholesterylbenzoat erhält man höchst merkwürdige Bildungen von einer staunenswerthen Farbenpracht und wunderbar zierlicher regelmässiger Struktur. Diese Bildungen, deren Beschreibung ohne Abbildung nicht wohl möglich ist, sind als Zwillingsbildungen aufzufassen, das Wort im allgemeinen Sinne gebraucht, d. h. so, dass darunter auch Drillinge, Vierlinge u. s. w. verstanden werden. Besonders häufig sind eine Art Durchkreuzungszwillinge, wobei aber die Kreuzung keine vollkommene ist, sondern die Achsen der Krystalle sich nicht schneiden. Diese Gebilde entstehen durch Vereinigung von zwei Zwillingen und sind als Vierlinge zu betrachten. Schon in gewöhnlichem Licht erscheinen diese Tropfen infolge der Beugungs- und Interferenzfarben lebhaft gefärbt, und zwar erscheint in der

Mitte ein violetter oder blauer vierstrahliger Stern, umgeben von einem rothen und gelben Saum. Beliebig viele dieser Vierlinge können zu ausgedehnten Flächen sich aneinander reihen, welche infolge der regelmässigen Vertheilung der blauen Sterne mit ihrem roth und gelben Saum einen prachtvollen Anblick gewähren. Manchmal ist die Struktur dieser teppichartig gemusterten halbfüssigen Krystalle eine durchaus regelmässige, doch können auch komplizirtere Zwillingbildungen eintreten, man kann also auch z. B. Fünfecke, Sechsecke u. s. w. in ähnlichen Farben erhalten, auch können sich zahlreiche Vierecke in einer Linie aneinander reihen und so ein farbiges gezacktes Band bilden. Werden derartige Bänder sehr schmal und legen sich in grösserer Zahl dicht aneinander, so erhält man die früher beobachteten und bisher noch nicht erklärten hellen „öiligen“ Streifen, welche das weich krystallinische reine Cholesterylbenzoat zwischen gekreuzten Nikols zeigt.

Die halbfüssigen Krystalltropfen, d. h. solche, welche infolge genügender Beimischung von Cholesterylbenzoat sich nicht mehr als vollkommene Flüssigkeiten verhalten, sondern eine Spur Verschiebungselastizität zeigen, nehmen freischwebend nicht Kugelform an, sondern sind eiförmig, ellipsoidisch oder gar cylindrisch mit zugespitzten Enden, so dass man sie etwa als wurstförmig bezeichnen könnte.

Zwillinge solcher ellipsoidischer Krystalle sind ebenfalls ellipsoidisch, Drillinge können die Form eines Dreiecks mit auswärts gebogenen Seiten oder auch die Form eines Sterns mit ellipsoidisch oder cylindrisch gestalteter Strahlen haben. Die Grenzen der einzelnen Individuen sind natürlich im polarisirten Licht, namentlich bei Einschaltung eines Gipskeils, leicht zu erkennen, da die einen Additionsfarben, die anderen Subtraktionsfarben zeigen. Komplizirter zusammengesetzte Tropfen zeigen im Innern gewissermassen eine Treppe aus anders orientirten und deshalb in anderen Farben erscheinenden, von ebenen Flächen begrenzten Stücken, welche aber genau ebenso flüssig sind, wie die umgebende Masse.

Die kleinsten halbfüssigen Tröpfchen gleichen ziemlich genau den vollkommenen flüssigen, doch ist ihre Gestalt nicht

genau kugelförmig. In der ersten Hauptlage, d. h. wenn in der Mitte der früher beschriebene dunkle Fleck (Ende der Symmetrieachse) auftritt, bildet der scheinbare Wulst am Rande nicht wie in jenem Falle einen kreisförmigen Ring, sondern ein regelmässiges Dreieck, Viereck, Fünfeck oder Sechseck mit abgerundeten Ecken. Dieses Polygon setzt sich gewissermassen aus Stäbchen zusammen, welche im polarisirten Licht bei Zufügung eines Gipskeils in den entsprechenden bunten Additions- und Subtraktionsfarben erscheinen. Mehr als sechs solcher Stäbchen können sich nicht zu dem Ring vereinigen. Gewöhnlich erhält derselbe schon beim Ueberschreiten der Fünfzahl eine Einstülpung nach Innen und bei fortgesetzter Vergrösserung erfüllt sich das ganze Innere mit Stäbchen, d. h. man erhält einen scheinbar aus Lamellen zusammengesetzten Tropfen.

Die Krystalle, welche vorwiegend Cholesterylbenzoat enthalten, gleichen in mancher Hinsicht den früher beschriebenen fliessenden Krystallen des ölsauerer Kalis und Ammoniaks. Vielleicht gelingt es, durch Beimischung starrer Substanzen zu diesen, vollständige Serien von Uebergängen bis zu den starrsten Krystallen herzustellen. Dass die Krystalltropfen des reinen Azoxyphenetols vollkommen flüssig sind, wurde aufs neue durch Messung der Oberflächenspannung erwiesen, welche im Vergleich zu der des Wassers äusserst gering ist (falls sie von isotrop flüssiger Substanz umgeben sind) und nichts desto weniger die Tropfen zwingt, vollkommen genaue Kugelgestalt anzunehmen, wie komplizirt auch die Struktur im Innern sein mag.

Können wir nun aus den Untersuchungen den Schluss ziehen, dass die Art und Weise der Aggregation der Moleküle nur unwesentlichen Einfluss auf die optischen Eigenschaften eines Stoffs hat, so folgt weiter, dass die Untersuchung der optischen Eigenschaften genauen Aufschluss geben kann über die Lagerung der Moleküle und die weitere Verfolgung der Strukturen der fein lamellirten und gesetzmässig verwachsenen halbflüssigen Mischkrystalle und der lückenlos herzustellenden Uebergänge zu den reinen festen Krystallen verspricht somit weitere interessante Aufschlüsse über den molekularen Bau der Krystalle überhaupt.

Namenverzeichniss

von Rednern in den Sitzungen und von Verfassern der Abhandlungen, mit Bezeichnung des Gegenstandes. Bd. XI, 1896 bis Bd. XIII, 1900. (358. Sitzung 1. Juni 1888 bis 546. Sitzung 27. April 1900.)

Die römische Ziffer bedeutet die Bandzahl, die daneben stehende arabische Ziffer bezeichnet bei den Sitzungen die Bandseite, bei den Abhandlungen den Umfang in Zahl der Seiten; die Jahreszahl gibt an, wann die Abhandlung veröffentlicht wurde.

a. Redner in den Sitzungen.

- Ammon.** Ueber Körpermessungen XI., 36. Anthropol. Merkwürdigkeiten der Messe XI., 68, 134. Ergebnisse der Kopfmessungen etc. XI., 113. Atavistische Bildungen XI., 135. Beobachtungen im Lager der Rothhäute XI., 149. Anthropol. Beobachtungen in der Arbeiterwelt XI., 162. Bemerkungen über Kopf-Indexe XI., 175. Kopfmessungen an Gelehrten und Ungelehrten XI., 180. Bedeutung der Ständebildung XI., 218. Abnorme Bildung am Menschen XI., 232. Wachstums-etc.-Verschiedenheiten mit Bezug auf die Antike XI., 256. Bastarde im Pflanzenreich XI., 261. Ueber den Stand der anthropol. Arbeiten beim Musterungsgeschäft XIII., 5. Abbildungen von Funden in einer Grotte XIII., 78. Messapparat für Schädel XIII., 89. Die Arbeiten der anthropol. Kommission XIII., 137. Einige Ergebnisse der anthropologischen Untersuchungen in Baden XIII., 186. Kurzköpfe und Langköpfe im südlichen Norwegen XIII., 196.
- Arnold.** Das magnetische Drehfeld und Führung durch das neue elektrotechnische Institut XIII., 172.
- Autenrieth.** Mein Vordringen ins Innere von Kamerun XIII., 118.
- Battlehner.** Ueber Pest und Pestgefahr XIII., 208.
- Baur.** Ueber *Mimulus luteus* XI., 225. *Solanum hystrix* und *rostratum* XI., 229. Pflanzen nach Kölreuter's Namen XI., 261.
- Behm.** Selbstregistrirender Pegelapparat XI., 74.
- Behrens.** Der Botaniker Kölreuter XI., 261.
- Bley.** Deutsche Pioniararbeit in Ostafrika XI., 94.
- Brauer.** Besuch der Chicago'er Ausstellung XI., 230. Das Zittern der Schraubendampfer XIII., 120. Apparat zur Erleichterung des perspektivischen Zeichnens XIII., 141.
- Buchrucker.** Reise in Deutsch-China und Schantung XIII., 177.
- Bunte.** Hefner-Alteneck's Amyl-Acetatlampe XI., 46. Lichtmaasse und Lichtmessung XI., 53. Anlauffarben des Stahls XI., 60. Heizwerth der Steinkohle XI., 108. Bemerkungen über die chemische Industrie Amerika's XI., 244. Ueber Gasglühlicht XIII., 59.

- Caroli. Vorführung des Edison'schen Phonographen XI., 118.
- Christiani. Anruf im Telegraphen- und Fernsprechbetrieb XI., 50
Muster unterirdischen Kabels XI., 67. Anwendung von Kabeln im Fernsprechbetrieb XI., 101. Fernsprechverbindungen XI., 166.
Blitzgefahr in Orten mit Fernsprecheinrichtung XIII., 13.
- Claus. Gifte und Giftwirkungen XIII., 184.
- Delisle. Neuerung an topographischen Karten XIII., 201.
- Doll, K. Ueber die Immunität XI., 267. Geschichte der Pocken und der Schutzpockenimpfungen XIII., 26.
- Doll, M. Geodätische Messungen Cassini's in Baden XI., 55. Mittheilungen über Hertz XI., 235. Die optische Werkstatt von Zeiss, Jena XI., 267.
- Endres. Pflanzenphysiologische Ergebnisse im Walde XI., 18, 35. Ein ausgestopftes Steppenbuhn XI., 47. Einfluss der Lichtstellungen auf Laubbölzer XI., 67. Klimatische Bedeutung des Waldes XI., 156.
- Engler. Künstliche Medikamentstoffe XI., 1, 4. Bestimmung von Ozon in der Luft XI., 3. Ueber Ozon XI., 9. Theorien der Bildung des Erdöls XI., 96. Entwicklung der Strukturtheorie. Alkaloid-Synthese XI., 163. Die Elemente XI., 215. Reiseerinnerungen aus Amerika XI., 226. Synthese pflanzlicher und thierischer Stoffe aus Elementen. XI., 267. Ueber das Argon XI., 299. Das System der Elemente XIII., 24. Eine Liasmuschel mit Erdöl XIII., 55. Stand der Ozonfrage XIII., 71. Reise nach Aegypten XIII., 81. Reise in die Karpathen XIII., 97. Wissenschaftl. Reise an das Rothe Meer XIII., 127. Ueber Autoxydationen XIII., 181. Ein neues Element Koroniam XIII., 172. Ueber Oxydationsvorgänge XIII., 195.
- Escherich. Ueber Myrmekophilen XIII., 103. Ueber Ameisengäste XIII., 187. Ueber Parasitismus im Thierreich XIII., 141.
- Futterer. Das Erdbeben von Laibach XIII., 26. Das Erdbeben vom 22. Januar 1896 in Baden XIII., 44. Land und Leute im Süd-Ural XIII., 55. Die Goldfelder Südafrika's XIII., 67. Das Erdbeben am 19. Januar 1897 bei Lahr, XIII., 77. Tektonische Karte von Südwestdeutschland XIII., 508. Ueber eine Forschungsreise nach Centralasien XIII., 506. Ueber seine zurückgelegte Reise durch Centralasien XIII., 175. Bericht über die Gründung der internationalen seismologischen Gesellschaft XIII., 199. Die geologischen Bildungen Centralasiens und Chinas XIII., 205.
- Gelpke. Ueber die Bubonepest XIII., 168.
- Gräbener. Neue Genussmittel aus dem Pflanzenreich XI., 87. Seltsame Eibildung XI., 162. Blitzspuren an einem Kupfer-Monument XI., 228. Die japanische Conifere Ginkgo biloba; die Schlingpflanze Actinidia polygama XIII., 114.
- Gräfenhan. Schmerzstillende Bienenstiche XIII., 79.
- Grashof. Vergleichung von Stimmgabeln in der Ph. T. Reichsanstalt XI., 34. Ein Photometer in der Reichsanstalt XI., 45. Mittheilung über Rob. Meyer XI., 68. Abtheilung für Instrumentenkunde bei der Naturforscherversammlung in Heidelberg 1889. XI., 73.

- Gruner. Die deutsche Togo-Expedition in den Jahren 1894/95 XIII., 80.
 v. Grünau, Ueber Korea XIII., 131.
- Haber. Theorie und Praxis des Färbens XIII., 89. Die Stellung der Elektrochemie in der chemischen Technik XIII., 179.
- Hagen. Die Bataks im Innern von Sumatra XI., 205.
- Haid. Messung der neuen Bonner Basis XI., 202. Bedeutung der Messung der Schwerkraft XI., 235. Die 1897 ausgeführten Schwerkraftmessungen XIII., 143.
- Hausrath. Das Vordringen der Kiefer und der Rückgang der Eiche in der Rheinebene XIII., 119.
- Herold. Land und Leute in Togo XI., 271.
- Hertz. Eine neue Influenz-Elektrisirmaschine XI., 16. Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität XI., 41.
- Holzmann. Modelle des Mechanismus der Kieferzange des Wirbelthier-typus XI., 291.
- Honsell. Aufsteigen der Aalbrut in Gewässern des Rheingebiets XI., 4. Pilot-Chart des nordatl. Oceans XI., 46. Bildung und Wirken der Erdbebenkommission XIII., 43, 45. Die Bugwelle bei Schraubendampfern XIII., 121.
- Huber. Erlebnisse auf Sumatra's Westküste XI., 209.
- Jahr. Ein einfaches, mikrographisches Verfahren XIII., 1.
- Just. Schutzmittel der Pflanzen XI., 20.
- Kahlbaum. Leben Eisenlohrs, zur Feier seines 100. Geburtstages. XIII., 156.
- Kast. Neuere Explosivstoffe XI., 234.
- Klein. Ueber Bakterien und Stickstoff XIII., 75. Die Physiologie des Weins XIII., 143. Fortpflanzungsweise niederer Organismen und ihre Beeinflussung durch äussere Einwirkungen XIII., 204.
- Kling. Togoland, XI., 135.
- v. Kraatz-Koschlau. Mittheilungen über Futterer's Reise XIII., 140. Ueber Edelsteine XIII., 140 Ueber neuere Erdbeben in Baden XIII., 143. Das Erdbeben am 14. Februar 1899 am Kaiserstuhl XIII., 160.
- Kumm. Wechselbeziehungen zwischen Pflanzen und Ameisen XI., 149.
- Lang. Ueber die Weissmann'sche Theorie XIII., 32.
- Launhardt. Der Nordostseekanal XI., 235.
- Leder. Ueber Sibirien XIII., 80.
- Lehmann. Flüssige Krystalle und spröde Flüssigkeiten XI., 103 Molekulare Umlagerungen bei festen Körpern XI., 122. Anwendung des Entropieprinzips in der Chemie XI., 170. Elektrisches Licht durch hochgespannte Ströme XI., 193. Die magische Kerze, el. Diffusion XI., 264. Der elektrische Lichtbogen XI., 275. Ueber Röntgen-X-Strahlen XIII., 87. Das absolute Maasssystem XIII., 74. Neue Art Röntgenstrahlen XIII., 105. Die elektr. Entladungen. XIII., 106. Die Krystallisationskraft XIII., 121. Harmonie der Töne XIII., 146. Struktur flüssiger Krystalle XIII., 193. Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle und die Erzeugung eiförmiger halbfüssiger Krystalle XIII., 215.

- Leutz, Ferd. Botanische Funde in ägyptischen Totenkammern XI, 137.
- Leutz, Heinr. Das Horizontalpendel zu seismolog. Untersuchungen XIII, 79.
- Loewenherz. Arbeiten der phys.-techn. Reichsanstalt XI, 129.
- Märcker. Der deutsch-ostafrikanische Aufstand XI, 70.
- Matthiessen. Veröffentlichungen der Karlsruher Sternwarte XI, 72.
Bewegungen der period. Komete und Schiaparelli's Resultate über die Rotation d. Merkur XI, 80. Planeten zwischen Mars u. Jupiter XI, 134.
- May. Göthes Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft XIII, 193.
- Meidinger. Ein englischer Patentprozess XI, 4. Der Phonograph und das Graphophon XI, 13. Die elektr. Transformatoren XI, 16
Einige merkwürdige Blitzschläge XI, 28. Witterungserscheinungen des Winters 1888—1889 XI, 29. Dammbruch in Pensylvanien XI, 52.
Ventilation des Hippodrom in Paris XI, 61. Wassereisenbahn der Pariser Ausstellung XI, 66. Ofen-Apparat-Versuche XI, 70. Die Kibospitze des Kilimandscharo XI, 75. Einige optische Beobachtungen XI, 82. Merkwürdige Bodenerscheinung XI, 139. Entwicklung der Dynamo-Maschinen XI, 142. Elektr. Kraftübertragung zwischen Lauffen u. Frankfurt XI, 149. Technische Anwendungen der Elektrolyse XI, 155. Entwicklung der Aluminium-Industrie XI, 175. Besuch der Landesgewerbehalle XI, 180. Nachruf an W. Siemens XI, 200. Ammoniaksalze im Ofenrohr XI, 217. Explosionen von Stubenöfen XI, 219. Durchsichtigkeit der Luft im Hinblick auf Fernsichten XI, 261, 281. Blitzschläge auf Aussichtsthürme XIII, 9. Sauer Milch aus gekochter Milch XIII, 29. Heizversuche mit Oefen (Deckenstrahlung) XIII, 30. Ueber die trüben Tage vom 7. u. 8. Februar 1897 XIII, 78. Gefahren gemeinsamer Kamine XIII, 79. Heizversuch mittelst Gasbeleuchtung in der Festhalle XIII, 79. Rückblick auf die Entwicklung des Vereins bei der Feier der 500. Sitzung XIII, 87. Ueber Malton-Wein XIII, 90. Ueber die zur Zeit (Anfang November 1897) herrschenden Tiefnebel XIII, 114. Elektrische Bahnen in Budapest XIII, 117. Die Entwicklung des Beleuchtungswesens seit 100 Jahren XIII, 133. Ueber den Kinematographen XIII, 143. Wärmewirkung der Teppiche und Doppel- oder Vorfenster XIII, 198. Ueber Gasausströmungen XIII, 203. Ueber eine Ofenexplosion XIII, 204.
- Meyer, Hans. Zweite Reise nach Ostafrika XI, 48. Besteigung des Kilimandscharo XI, 126. Die Entwicklung unserer Kolonien XI, 210.
- Meyer, Herm. Eine Reise nach Centralbrasilien XIII, 112.
- Meyer, Otto. Physiologie der Stimme und Sprache (Bauchreden) XI, 229.
- Mie. Ueber die Natur der Wärme XI, 235. Bedeutung der Hertz'schen Mechanik XIII, 55. Telegraphiren ohne Drähte XIII, 98. Ueber Aetherion und Kathodenstrahlen XIII, 144. Ueber Kathodenstrahlen XIII, 161.

- Migula. Leuchtende Bakterien XI, 154. Ein neues System der Bakteriologie XI, 228.
- Möller. Reibungswiderstände bewegter Luft in Beziehung zur Erdrotation XI, 56. Die Welle als Trägerin von Energie XI, 70. Das Längenprofil der Flüsse XI, 85.
- Morgen. Reisen im Hinterland von Kamerun XI, 162.
- Müller. Die Bedeutung der Waldstreu XIII, 124.
- Netz. Lampe zur Entwicklung der Formaldehyd-Dämpfe XIII, 117. Nahrungsmittel und Krankheitskeime XIII, 201.
- Nüsslin. Generations- und Fortpflanzungsverhältnisse der Pisoden XIII, 118.
- Paulitschke. Das Volk der Galla XI, 22.
- Pfeiffer. Mittheilungen über Acetylen gas. XIII, 50.
- Pfeil. Uhaba und seine Bewohner XI, 172.
- Platz. Photographien aus der Gegend des Titisees XI, 17. Eiszeit während der Steinkohlenperiode XI, 74. Schneegrenze in den Ostalpen XI, 75. Formverhältnisse des Granits XI, 94. Topograph. Verhältnisse des Lauterbergs XI, 219. Temperaturverhältnisse des badischen Landes XI, 222. Ein Forlenfund in 12 m Tiefe XIII, 64.
- Rebmann. Vererbung von Eigenschaften XI, 66. Struktur der pflanzlichen Zellwände XI, 164.
- Ristenpart. Neuer Stern im Fuhrmann XI, 172. Unsichtbare Sterne XI, 184. Entwicklung des Kometen Holmes XI, 192. Thermometer-Aufzeichnungen der Sternwarte XIII, 224. Entdeckungen der Lick-Sternwarte XI, 260. Schwankungen der Polhöhe XI, 265. Wanderung des Erdpols XIII, 18.
- Reinhard. Führung der Mitglieder in die Gasausstellung am 26. Juli 1894 XI, 262.
- Rindermann. Land und Leute am Viktoriasee XI, 292.
- Rupp. Ueber Butter und Margarine XIII, 180.
- Schloiter. Eine Reise nach dem Viktoria-Nyanza und die Dampferfrage auf unseren centralafrikanischen Seen XIII, 80.
- Schell. Die Glocken und ihre Töne XI, 44. Beziehungen der synth. Geometrie zur theor. Mechanik XI, 136.
- Scheurer. Edison's Mimeograph XI, 217.
- Schleiermacher. Gesteinsplitter mit Blitzspuren XI, 139. Ueber Wärmestrahlung XIII, 145.
- Schmidt, Fr. Photographie in natürlichen Farben XIII, 67.
- Schmidt, O. Der Sanaga-Fluss in Kamerun und die Station Mzin XIII, 80.
- Schmitt, R. Sicherung der Karawanenstrasse in Deutsch-Ostafrika XI, 184.
- Schmidt-Scharff. Reise in Mexiko XI, 236.
- Schmülling. Ueber Transvaal und die Buren XIII, 60.
- Schober. Entstehung der Harze in der Pflanze XI, 160.
- Scholl. Ueber Reaktionsgeschwindigkeit und den Landold'schen Versuch XIII, 62. Ueber allotrop. Modifikationen des Kohlenstoffs XIII, 139.

- Scholtz. J. G. Köllreuter XI., 217.
- Schröder. Blitzphotographie XI., 56.
- Schuberg. Wuchsverhältnisse der Buche XI., 145.
- Schultheiss. Mond und Wetter XI., 90. Selbstaufzeichnender Regenmesser XI., 166. Abnahme der Temperatur mit der Höhe XI., 224. Künstl. Erzeugung von Regen XI., 238. Meteorol. Beobachtungen am Eiffelthurm XI., 281. Mit Wasserdampf übersättigte Luft XIII. 29. Das Klima von Freiburg XIII., 53. Wochenperiode der Gewitter in Industrieorten XIII., 98. Vertikale Vertheilung der Lufttemperatur im Schwarzwald XIII., 115. Wesen und Ergebnisse der wissenschaftlichen Luftschiffahrt XIII., 157.
- Simon. Die Jungfrau-Bahn XIII., 80.
- Spring. Die Stationen am Viktoria-See XI., 244.
- v. Stetten. Expedition von Kamerun nach Yola XI., 240.
- Strack. Blater's Erleichterungstafel zum Rechnen XI., 136. Merkwürdige Lichterscheinung am Himmel XI., 143.
- v. Struve. Der Planet Mars nach Schiaparelli XIII., 10. Danksagung XIII., 184.
- v. Trautschold. Ueber die Krym XI., 289. Ueber Röntgen-Strahlen XIII., 29. Platin im Ural XIII. 58.
- Treutlein. Einführung der neuen Zeit XI., 176. Stundenzonenzzeit und Weltzeit XI., 183. Der Karlsruher Wetterkundige Stieffel XI., 200. Einführung der mitteleuropäischen Zeit XI., 228. Aufhebung des kirchl. Verbots der kopernikanischen Lehre XI., 233. Mittheilung über Köllreuter XI., 262.
- Tross. Zischen beim Blitzschlag XIII., 26.
- Valentiner. Die Lick-Sternwarte XI., 31. Die Veränderlichkeit der Polhöhe XI., 130. Veröffentlichungen der Sternwarte XI., 203.
- Vorsitzender. Gesuche um Beiträge zu wissenschaftlichen Arbeiten (Rebur-Paschwitz XI., 3 Anthrop. Kommission XI., 3, 53, 113, 154, 183, 222, 261. XIII., 6, 67, 142. Tektonische Karte von Südwestdeutschland XIII., 97. Erdbebenkommission XIII., 74). — Das 100jährige Bestehen der phys.-ökonomischen Gesellschaft in Königsberg XI., 80. Einladung zum Besuch zweier Vorlesungen (v. Kirchhoff und Oberhummer). Beitrag an das deutsche Hospital in Sansibar XI., 90. Nachruf an Just XI., 154. Adresse an Helmholtz XI., 155, 159. Nachruf an Schweigg XI., 159. Glückwunsch an Babo XI., 184. Beitrag zu einem Gauss-Denkmal XI., 202. Ernennung von Grashof zum Ehrenpräsidenten XI., 215, 217. Vorlage von Ammon's Werk: Die natürliche Auslese beim Menschen XI., 215. Vorlage dreier Schriften von Wilser XI., 217. Nachruf an Grashof XI., 227, 229. Das Gauss-Weber-Denkmal in Göttingen XI., 230. Nachruf an Knop und Hertz XI., 234. Herausgabe von Beutti's Werk über Lepidopteren XI., 281, XIII., 6, 80, 142. Mittheilung von Neumann's Tod XIII., 5. Beitrag zu Helmholtz-Denkmal XIII., 6. Mittheilung von Knoblauch's Tod XIII., 10. Einladung zur Enthüllung des Ohm-Denkmal's XIII., 10. Feier von

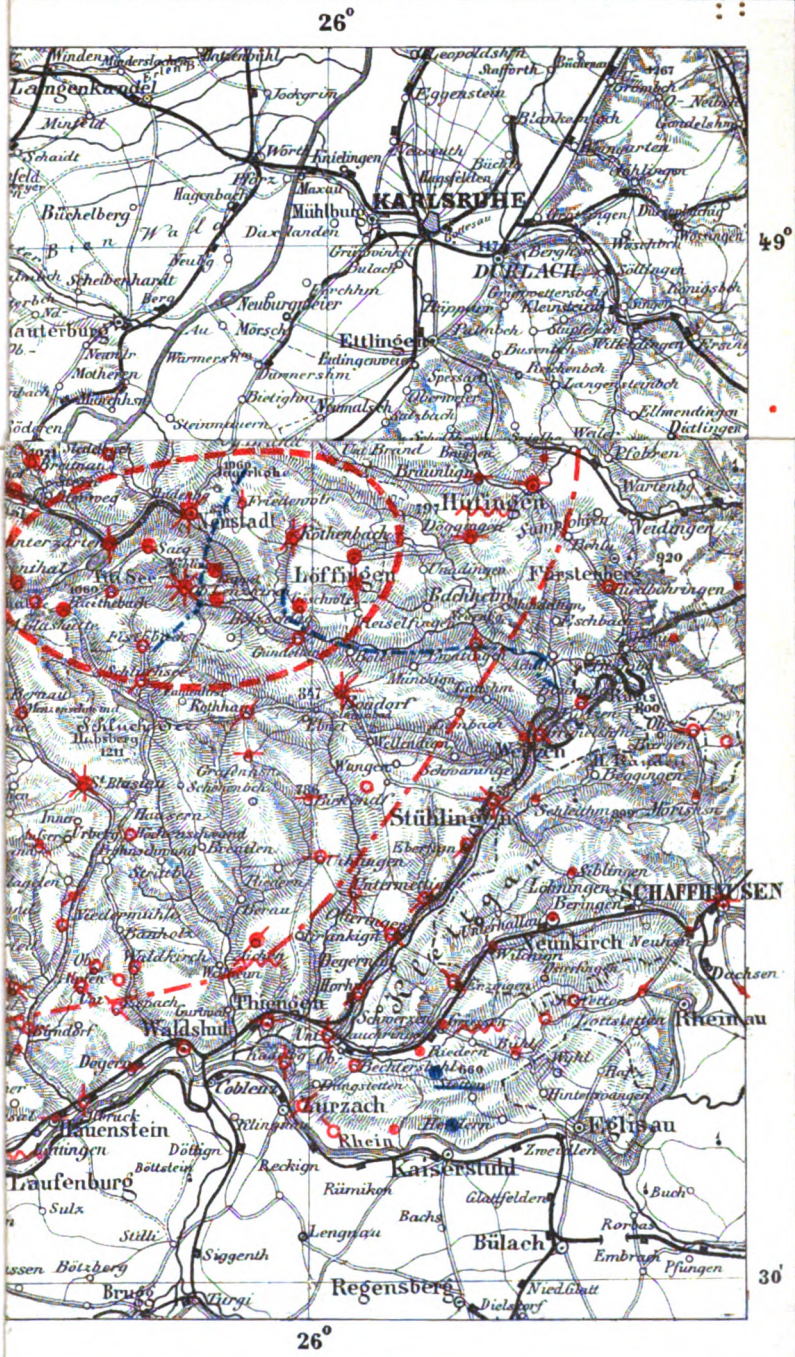
- Sandberger's 70. Geburtstag XIII., 32. Gründung eines Vereins für wissenschaftl. Photographie in Berlin XIII., 38. Beitrag zu einer Expedition nach der Südpolar-Region XIII., 55. Nachruf an † Wiener XIII., 64. Ueberreichung einer Festschrift und Adresse an S. K. H. den Grossherzog bei dessen 70. Geburtstag und dessen Antwort XIII., 65. Enthüllung des Grashof-Denkma's XIII., 68. Ernennung Wilser's als neues Vorstandsmitglied, sowie Engler's als I. Vorsitzender und Lehmann's als Stellvertreter XIII., 67. v. Trautschold's 50jähr. Doktor-Jubiläum XIII., 89. Nachruf an † Sohnecke XIII., 112. Beitrag zu Ferraris-Denkmal XIII., 115. Wiedemann's 50jähr. Doktor-Jubiläum XIII., 507. Futterer's Reise XIII., 142, 528. Feier des 100. Geburtstages Eisenlohr's XIII., 155. Feier zur Rückkehr Futterer's XIII., 175. v. Struve's 80. Geburtstag und Ernennung zum Ehrenmitglied XIII., 178. Bericht über die Feier des 100. Geburtstages von Schönbein in Basel XIII., 194. Vorschlag zur Herausgabe der Vereinsverhandlungen in kürzeren Fristen XIII., 215.
- Wagner, E. Grabhügel-funde und Gagatkohle XI., 26.
- Wagner, R. Hauptgesichtspunkte der Pflanzengeographie XIII., 191.
- Wangemann. Leben und Treiben in Sansibar XI., 76.
- Weise. Der Weisstannenkrebs XI., 150.
- Wellner. Ueber den dynamischen Flug und die Segelradflugmaschine XI., 246.
- Wieggers. Bericht über die Erdbeben des Jahres 1899 XIII., 199.
- Wiener. Voraussetzungslosigkeit der wissenschaftl. Forschung XI., 64. Ergebnisse der Messung an Kindern XI., 98. Wirklichkeit der Aussenwelt XI., 110. Die Falb'schen Wetterpropheseungen XI., 121. Lichterstreueung durch matte Körperoberflächen XI., 176. Empfindungseinheit zum Messen der Empfindungsstärke XI., 184. Staudesherkunft berühmter Männer XI., 256. Ueber Wahrheit in der Kunst XI., 257. Darstellung des Mondes auf dem Bilde XIII., 6.
- Wilser. Unser Stammbaum XI., 187. Ueber europäische Menschenrassen XI., 271. Abbild. von in Höhlen gefundenen Statuetten in Elfenbein XIII., 5. Auslese und Kampf ums Dasein XIII., 38, 55. Anthropol. Mittheilungen XIII., 75. Die Theorien von Ranke und Sergi über den Ursprung des europäischen Menschen XIII., 133. Pithecanthropus erectus und die Abstammung des Menschen XIII., 200.
- Wöhler. Die neuen Gase der Luft XIII., 191.
- Ziegler. Die Urgeschichte der Familie XI., 200.
- Zöllner. Deutsch-Neuguinea XI., 61.

b. Verfasser von Abhandlungen.

- Ammon, O. Die Bedeutung der Ständebildung für das Menschengeschlecht XI., 9 S. 1893.
- Behrens, J. Joseph Gottlieb Koelreuter, ein Karlsruher Botaniker des 18. Jahrhunderts XI., 44 S. 1894.

- Böse, E. Das Erdbeben in der Gegend von Freiburg am 17. November 1891 XIII., 27 S., mit 3 Textabbild. u. 1 Karte. 1897.
- Doll, K. Die Lehre von der Immunität XI., 11 S. 1894. — Die Geschichte der Pocken und der Schutzpocken-Impfungen XI., 467. 22 S. 1895.
- Doll, M. Mittheilungen über H. Hertz XI., 5 S. 1894.
- Engler, K. Das Ozon, seine chemische Wirkung, sein Vorkommen in der Atmosphäre und seine sanitäre Bedeutung XI., 36 S. 1896.
- Futterer, K. Das Erdbeben am 22. Januar 1896 in Baden XIII.; 196 S. mit 2 Karten. 1896. — Das Erdbeben in der Umgegend von Lehr am 19. Jan. 1897 XIII., 7 S. 1897. — Beitrag zur Geschichte des östlichen Centralasien und Chinas während der letzten geologischen Perioden XIII., 28 S. mit 2 Textabbild. 1900.
- Hausrath, H. Das Vordringen der Kiefer und der Rückgang der Eiche in der Rheinebene XIII., 10 S. 1897.
- Kahlbaum, G. Zum 100. Geburtstag W. Eisenlohr's am 1. Januar 1899. Ein Gedenkblatt. XIII. 45 S. 1899.
- v. Kraatz-Koschlaui. Bericht über die in Baden von Herbst 1897 bis Oktober 1898 beobachteten Erdbeben XIII., 10 S. 1898. Mit 1 Karte.
- Langenbeck, A. Das Erdbeben vom 13. Jan. 1895 im südl. Schwarzwald und den benachbarten Gebieten des Elsass und der Schweiz XI., 55 S. mit 1 Karten. 1895.
- Lehmann, O. Beiträge zur Theorie der elektrischen Entladungen in Gasen XIII., 52 S., mit 32 Textabbildungen. 1896. — Ueber Röntgen-X-Strahlen XIII., 16 S. 1897. — Das absolute Maassystem XIII., 38 S. 1897. — Ueber Struktur, System und magnetisches Verhalten flüssiger Krystalle XIII., 11 S. 1900. — Die künstliche Aenderung der Struktur flüssiger Krystalle und die Erzeugung halbflüssiger Mischkrystalle XIII., 7. S. 1900.
- Leutz, H. Die Anwendung des Horizontalpendels zu seismolog. Untersuchungen XIII., 14 S., mit 1 Textabbild. 1897.
- May, W. Goethe's Verhältniss zur Natur und ihrer Wissenschaft XIII., 27 S., 1899.
- Märcker, G. Der Aufstand in Ost-Afrika XI., 21 S., 1890.
- Meidinger, H. Ueber die Durchsichtigkeit der Luft im Hinblick auf Fernsichten XI., 52 S., mit 1 Textabbild. 1895. — Vertheilung und Wirkung der Wärme in geheizten Räumen XIII., 11 S. 1897.
- Mie, G. Die mech. Erklärbarkeit der Naturerscheinungen: Maxwell-Helmholtz-Hertz XIII., 19 S., mit 1 Textabbild. 1897.
- Platz, Ph. Studien über die Temperaturverhältnisse in Baden XI., 38 S. mit 5 Tafeln. 1893.
- Reutti, C. Uebersicht über die Lepidoperen-Fauna des Grossherzogthums Baden. II. Aufl. Nach des Verfassers Tod herausgegeben von A. Meess und Dr. A. Spuler. XII., 361 S. 1896.
- Ristenpart, Fr. Unsichtbare Sterne XI., 29 S. 1892.
- v. Sandberger, F. *Pisidium ovatum* Cless., XI., 2 S. 1895.
- Schell, W. Die Glocken und ihre Töne XI., 11 S. 1889.

- Schober, A. Das Xanthorrhoeaharz. Ein Beitrag zur Entstehung der Harze. XI., 30 S., mit 2 Textabbild. und 2 Tafeln. 1892.
- Treutlein, J. P. Zur Einführung der mitteleuropäischen Zeit XI., 27 S. 1892. — Ueber Stundenzonenzeit und Weltzeit XI., 24 S. 1892. — Der Karlsruher Meteorologe Stieffel XI., 39 S. 1893.
- Schultheiss, Ch. Ueber die Durchsichtigkeit höherer Luftschichten nach den Beobachtungen der Alpenaussicht vom südlichen Schwarzwald XIII., 18 S. 1896.
- Wieggers. Bericht über die am 14. Februar und 3. Juli 1899 in Baden beobachteten Erdbeben XIII., 14 S. mit 1 Karte. 1899.
- Wiener, Chr. Ueber das Wachsthum des menschlichen Körpers XI. 21 S., mit 4 Textabbild. 1890. — Ein neuer Schädelmesser, XI., 4 S., mit 2 Textabbild. 1890. — Ueber die Schönheit der Linien XI., 27 S., mit 21 Textabbild. 1891. — Beweis für die Wirklichkeit der Aussenwelt XI., 7. 1891. — Die Farbe der atmosphärischen Luft und etwas über die Göthe'sche Farbenlehre XIII., 9 S. 1896.
- Wilser, L. Auslese und Kampf ums Dasein, mit besonderer Hinsicht auf den Menschen XIII., 19 S. 1896. — Der Pithecanthropus erectus und die Abstammung der Menschen XIII., 26 S. 1899.

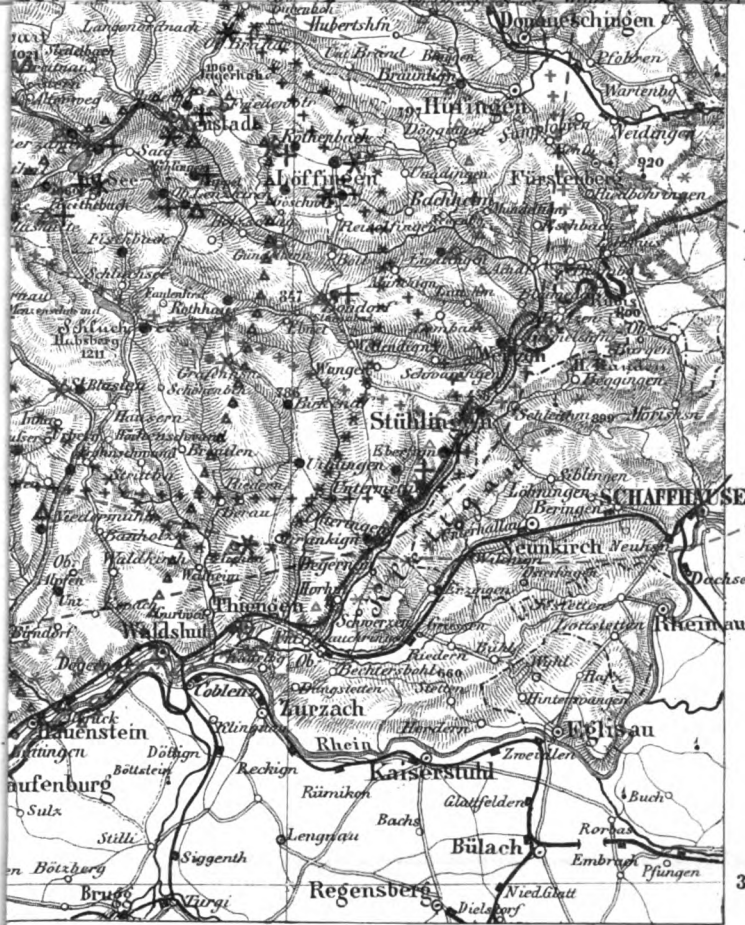


Topogr. Anstalt Winterthur, J. Schlumpf.
 vorna: Wurster, Randecker u.C. in Winterthur.

26°



49°



Engen

26°

30°

26°



ROTWEIL.

48°





UEBERSICHTS-KARTE

der Erdbeben im badischen Oberland

im Jahre 1898.

bearbeitet von der Erdbeben-Commission des
NATURWISSENSCHAFTLICHEN VEREINS ZU KARLSRUHE.

Maafsstab 1:450000.

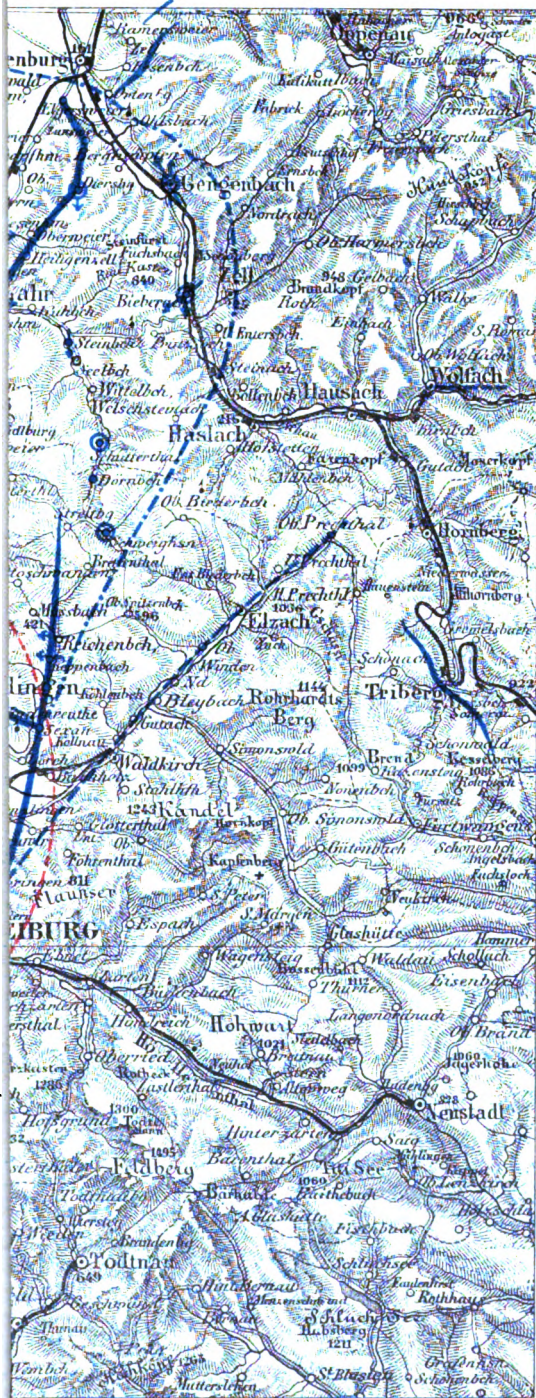
- 13. Januar
 - 6. Mai
- 1898



26°



26°



4

UNIVERSITY OF MICHIGAN



3 9015 07778 9249

