

11/10/1911

Aug 25



ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

1910.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.



6. 12. 2

ABHANDLUNGEN

DER

KÖNIGLICH PREUSSISCHEN

AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

JAHRGANG 1910.

PHYSIKALISCH-MATHEMATISCHE CLASSE.

MIT 19 TAFELN.

BERLIN 1910.

VERLAG DER KÖNIGLICHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Berlin, gedruckt in der Reichsdruckerei.

Inhalt.

Öffentliche Sitzungen	S. VII—VIII.
Verzeichniß der im Jahre 1910 gelesenen Abhandlungen	S. VIII—XVI.
Bericht über den Erfolg der Preisausschreibungen für 1910 und neue Preisausschreibungen	S. XVI—XXII.
Verzeichniß der im Jahre 1910 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung wissenschaftlicher Un- ternehmungen	S. XXIII—XXVI.
Verzeichniß der im Jahre 1910 erschienenen im Auftrage oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder herausgegebenen Werke	S. XXVII—XXIX.
Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1910	S. XXX—XXXII.
Verzeichniß der Mitglieder der Akademie am Schlusse des Jahres 1910 nebst den Verzeichnissen der Inhaber der Helmholtz- und der Leibniz-Medaille und der Beamten der Akademie	S. XXXIII—XL.

RUBENS: Gedächtnisrede auf Friedrich Koblausch	Ged.Red. I. S. 1—11.
VAN'T HOFF: Gedächtnisrede auf Hans Heinrich Landolt	Ged.Red. II. S. 1—13.

Abhandlungen.

LANDOLT †: Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen	Abh. I. S. 1—158.
--	-------------------

Anhang.

Abhandlungen nicht zur Akademie gehöriger Gelehrter.

E. MALONE: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon. (Mit 9 Tafeln)	Abh. I. S. 1—32.
H. RECK: Das vulcanische Horstgebirge Dyngjuvíjöll mit den Einbruchs- calderen der Askja und des Knebelsees sowie dem Rudloffkrater in Centralisland. (Mit 8 Tafeln)	Abh. II. S. 1—99.
J. WALTHER: Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel. (Mit 2 Tafeln)	Abh. III. S. 1—49.
A. BERBERICH: Tafeln für die heliocentrischen Coordinaten von 307 kleinen Planeten	Abh. IV. S. 1—108.

Jahr 1910.

Öffentliche Sitzungen.

Sitzung am 27. Januar zur Feier des Geburtsfestes Seiner Majestät des Kaisers und Königs und des Jahrestages König Friedrich's II.

Der an diesem Tage vorsitzende Secretar Hr. Diels eröffnete die Sitzung mit einer auf die Festfeier bezüglichen Ansprache. Darauf hielt Hr. Harnack die wissenschaftliche Festrede, die zwei saecularen Erinnerungen gewidmet war, den ersten Publicationen der Akademie (1710) und Wilhelm von Humboldt's Denkschriften zur Reorganisation der wissenschaftlichen Anstalten (1810). Die Jahresberichte über die wissenschaftlichen Unternehmungen der Akademie und über die ihr angegliederten Stiftungen und Institute, welche im Sitzungsbericht im Wortlaut abgedruckt sind, wurden diesmal wegen der knappen zur Verfügung stehenden Zeit in der Sitzung nicht verlesen. Zum Schluss folgte der Bericht über die seit dem letzten Friedrichs-Tage (28. Januar 1909) in dem Personalstande der Akademie eingetretenen Veränderungen.

Sitzung am 30. Juni zur Feier des Leibnizischen Jahrestages.

Hr. Waldeyer, als vorsitzender Secretar, eröffnete die Sitzung mit einer kurzen Ansprache.

Darauf hielt das seit dem letzten Leibniz-Tage (1. Juli 1909) neu eingetretene Mitglied der philosophisch-historischen Classe Hr. Lüders seine Antrittsrede, die von dem beständigen Secretar

Hrn. Diels beantwortet wurde. Es folgten Gedächtnisreden auf Friedrich Kohlrausch von Hrn. Rubens, auf Hans Landolt von Hrn. van't Hoff und auf Robert Koch von Hrn. Rubner.

Alsdann wurde verkündigt, dafs die Akademie eine Anzahl von Leibniz-Medaillen verliehen habe, und zwar in Gold dem Herzog Joseph Florimond von Loubat in Paris, in Silber dem Oberlehrer Professor Dr. Johannes Bolte in Berlin, dem Universitäts-Professor Dr. Karl Zeumer in Berlin, dem Dr. Albert von Le Coq in Berlin, dem Professor am Königlichen Albert-Gymnasium Dr. Johannes Ilberg in Leipzig, dem Oberlehrer Professor Dr. Max Wellmann in Potsdam, dem Directorial-Assistenten der Königlichen Museen in Berlin Professor Dr. Robert Koldewey in Babylon und dem Professor an der Landwirthschaftlichen Akademie zu Bonn-Poppelsdorf Dr. Gerhard Hessenberg.

Schließlich erfolgten Mittheilungen betreffend eine Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik, das Preisausschreiben aus dem Eller'schen Legat für 1910, den Preis der Steiner'schen Stiftung für 1910 und eine Preisausschreibung aus derselben Stiftung für 1915, die Preisaufgabe der Charlotten-Stiftung für 1910 und das Stipendium der Eduard Gerhard-Stiftung.

Verzeichnifs der im Jahre 1910 gelesenen Abhandlungen.

Physik und Chemie.

Rubens und H. Hollnagel, Messungen im langwelligen Spectrum.

(G. S. 6. Jan.; S. B. 20. Jan.)

Nernst, F. Koref und F. A. Lindemann, Untersuchungen über die specifische Wärme bei tiefen Temperaturen. I. II. (Cl.

17. Febr.; S. B. 3. März.)

- Rubens und Prof. E. Hagen, über die Änderung des Emissionsvermögens der Metalle mit der Temperatur im kurzwelligem ultrarothem Spectrum. (Cl. 21. April; *S. B.* 28. April.)
- Meyer, Dr. E., über die Structur der γ -Strahlen. Vorgelegt von Rubens. (G. S. 9. Juni; *S. B.* 23. Juni.)
- Fischer, über die Walden'sche Umkehrung. (Cl. 21. Juli.)
- van't Hoff, der Verband für die wissenschaftliche Erforschung der deutschen Kalisalzlagerstätten. Zweiter Bericht. (G. S. 28. Juli; *S. B.*)
- Planck, über den Inhalt und die Bedeutung des Nernst'schen Wärmethorems für die reine Thermodynamik. (Cl. 20. Oct.)
- Warburg, über die Constante c des Strahlungsgesetzes schwarzer Körper. (Cl. 3. Nov.)
- van't Hoff, über synthetische Fermentwirkung. II. (G. S. 10. Nov.; *S. B.* 24. Nov.)
- Rubens und R. W. Wood, Isolirung langwelliger Wärmestrahlung durch Quarzlinsen. (Cl. 15. Dec.; *S. B.*)

Mineralogie, Geologie und Palaeontologie.

- Gothan, Dr. W., Untersuchungen über die Entstehung der Lias-Steinkohlenflöze bei Fünfkirchen. Vorgelegt von Branca. (G. S. 10. Febr.; *S. B.*)
- Branca, über den jetzigen Stand unserer Kenntnisse vom fossilen Menschen. (G. S. 10. März.)
- Liebis, über die Rückbildung des krystallisirten Zustandes aus dem amorphen Zustande beim Erhitzen pyrognomischer Mineralien. (G. S. 14. April; *S. B.*)
- Eberhard, Prof. G., über die weite Verbreitung des Scandiums auf der Erde. II. Vorgelegt von Nernst. (Cl. 21. April; *S. B.*)

- Bücking, Prof. H., die Basalte und Phonolithe der Rhön, ihre Verbreitung und ihre chemische Zusammensetzung. Vorgelegt von Branca. (Cl. 12. Mai; *S. B.*)
- Branca, über Pithecanthropus, Homo Moustieriensis Hauseri und das geologische Alter des Erstern. (Cl. 16. Juni.)
- Reck, Dr. H., die Dyngjufjöll mit der Askja-Caldera im centralen Island. Vorgelegt von Branca. (Cl. 7. Juli; *Abh.*)
- Walther, Prof. J., die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel. Vorgelegt von Penck. (Cl. 21. Juli; *Abh.*)
- Bauer, Prof. M., vorläufige Mitteilung über die Eruptivgesteine am Westrande des niederhessischen Basaltgebiets nördlich von der Eder. Vorgelegt von Liebisch. (Cl. 17. Nov.; *S. B.* 1. Dec.)
- Nacken, Dr. R., über die Mischfähigkeit des Glaserits mit Natriumsulfat und ihre Abhängigkeit von der Temperatur. Vorgelegt von Liebisch. (G. S. 8. Dec.; *S. B.*)

Botanik und Zoologie.

- Ludwig, Notomyota, eine neue Ordnung der Seesterne. (G. S. 14. April; *S. B.* 28. April.)
- F. E. Schulze, über die Bronchi saccales und den Mechanismus der Athmung bei den Vögeln. (Cl. 2. Juni.)
- Engler, die Florenelemente des tropischen Africa und die Grundzüge der Entwicklung seiner Flora. (Cl. 17. Nov.)

Anatomie und Physiologie, Pathologie.

- Rubner, über Compensation und Summation von functionellen Leistungen des Körpers. (Cl. 17. März; *S. B.*)
- Malone, E., über die Kerne des menschlichen Diencephalon. Vorgelegt von Waldeyer. (Cl. 17. März; *Abh.*)

- Koch, über das epidemiologische Verhalten der Tuberculose. (Cl. 7. April.)
- Wohlgemuth, Dr. J., und Dr. M. Strich, Untersuchungen über die Fermente der Milch und über deren Herkunft. Vorgelegt von Orth. (Cl. 12. Mai; *S. B.*)
- Waldeyer, das Skelet einer Hundertjährigen. (G. S. 26. Mai; *S. B.* 24. Nov.)
- Munk, zur Anatomie und Physiologie der Sehsphäre der Großhirnrinde. (Cl. 7. Juli; *S. B.* 1. Dec.)
- Brahn, Dr. B., die Wirkung krebskranker Organe auf den Katalasengehalt der metastasenfrenen Leber. Vorgelegt von Orth. (Cl. 7. Juli; *S. B.*)
- Virchow, Prof. H., die Wirbelsäule des abessinischen Nashorns (*Biceros bicornis*) nach Form zusammengesetzt. Vorgelegt von Waldeyer. (G. S. 14. Juli; *S. B.* 28. Juli.)
- Morgenroth, Prof. J., und Dr. L. Halberstaedter, über die Beeinflussung der experimentellen Trypanosomeninfection durch Chinin. Vorgelegt von Orth. (Cl. 21. Juli; *S. B.*)
- O. Hertwig, neue Untersuchungen über die Wirkung der Radiumstrahlung auf die Entwicklung thierischer Eier. Zweite Mittheilung. (G. S. 28. Juli; *S. B.*)

Astronomie, Geographie und Geophysik.

- Struve, über die Bahnen der Uranustrabanten nach neueren Beobachtungen. (Cl. 13. Jan.)
- Penck, Versuch einer Klimaclassification auf physiogeographischer Grundlage. (Cl. 3. März; *S. B.*)
- Berberich, Prof. A., Tafeln für die heliocentrischen Coordinaten von 307 kleinen Planeten. Vorgelegt von Auwers. (G. S. 27. Oct.; *Abh.*)

Mathematik.

- Frobenius, über die mit einer Matrix vertauschbaren Matrizen.
(G. S. 6. Jan.; S. B.)
- Schottky, die geometrische Theorie der Abel'schen Functionen vom Geschlechte 3. (Cl. 17. Febr.; S. B.)
- Frobenius, über den Fermat'schen Satz. II. (G. S. 24. Febr.; S. B.)
- Schwarz, Beispiel einer stetigen Function reellen Argumentes, für welche der Grenzwert des Differenzenquotienten in jedem Theile des Intervalles unendlich oft gleich Null ist. (G. S. 23. Juni; S. B.)
- Frobenius, über die Bernoulli'schen Zahlen und die Euler'schen Polynome. (G. S. 14. Juli; S. B. 28. Juli.)
- Schwarz, über eine bisher noch nicht bemerkte Eigenschaft einer der drei ebenen Configurationen (9₃, 9₃). (G. S. 28. Juli.)
- Schwarz, über die conforme Abbildung von Ecken und Spitzen auf einen flachen Winkel. (G. S. 28. Juli.)
- Schottky, über die Gauß'sche Theorie der elliptischen Functionen. (Cl. 1. Dec.; S. B. 2. März 1911.)

Mechanik und Technik.

- Zimmermann, über die Ermittlung der Knickfestigkeit von Rahmenstäben. (Cl. 3. Febr.)
- Martens, Zustandsänderungen der Metalle infolge von Festigkeitsbeanspruchungen. (G. S. 10. Febr.; S. B. 24. Febr.)
- Müller-Breslau, über excentrisch gedrückte gegliederte Stäbe. (Cl. 17. Febr.; S. B.)
- Kötter, Prof. F., über die Spannungen in einem ursprünglich geraden, durch Einzelkräfte in stark gekrümmter Gleichgewichtslage gehaltenen Stab. Vorgelegt von Müller-Breslau. (G. S. 27. Oct.; S. B.)

Philosophie.

- Dilthey, das Verstehen anderer Personen und ihrer Lebensäußerungen. (G. S. 30. Jan.; *Abh.*; Theil der Abhandlung: Der Aufbau der geschichtlichen Welt in den Geisteswissenschaften.)
- Stumpf, Strukturverschiedenheiten der Wahrnehmungsinhalte. (Cl. 17. Febr.)

Geschichte des Alterthums.

- Meister, Prof. R., kyprische Sacralinschrift. Vorgelegt von v. Wilamowitz-Moellendorff. (Cl. 13. Jan.; *S. B.* 17. Febr.)
- von Fritze, Dr. H., die Münzen von Pergamon. Vorgelegt von Conze und Dressel. (Cl. 13. Jan.; *Abh.*)
- Dressel, über eine bisher unbekannte Silbermünze des Arsakiden Mithradates III. (Cl. 12. Mai.)
- Zucker, Dr. F., Urkunde aus der Kanzlei eines römischen Statthalters von Aegypten in Originalausfertigung. Vorgelegt von Erman. (Cl. 7. Juli; *S. B.* 21. Juli.)
- Zimmer †, über directe Handelsverbindungen Westgalliens mit Irland im Alterthum und frühen Mittelalter. IV. V. Vorgelegt von Diels. (Cl. 20. Oct.; *S. B.* 8. Dec.)
- Sachau, über den Charakter der jüdischen Colonie in Elephantine. (Cl. 3. Nov.)
- Kirchner, Prof. J., die Doppeldatirungen in den attischen Decreten. Vorgelegt von v. Wilamowitz-Moellendorff. (Cl. 1. Dec.; *S. B.*)
- Hirschfeld, Beiträge zur römischen Geschichte. (G. S. 22. Dec.)

Mittlere und neuere Geschichte.

- von Schmoller, die thatsächliche Entwicklung der deutschen Städte im Mittelalter. (Cl. 13. Jan.)

- Koser, über die politische Haltung des Kurprinzen Johann Sigismund von Brandenburg. (G. S. 31. März.)
- Lenz, über die Geschichte der Theologischen Facultät an der Berliner Universität seit der Berufung Neander's bis 1817. (Cl. 7. April.)
- Burdach, Sinn und Ursprung der Worte Renaissance und Reformation. (G. S. 28. April, Cl. 2. Juni; S. B. 23. Juni.)
- Schäfer, Mittheilungen aus dem ersten Bande seiner »Deutschen Geschichte«. (Cl. 16. Juni.)
- Meyer, Beiträge zur Geschichte der Mormonen. (Cl. 7. Juli.)

Kirchengeschichte.

- Harnack, das ursprüngliche Motiv der Abfassung von Märtyrer- und Heilungsacten in der Kirche. (Cl. 3. Febr.; S. B.)
- Harnack, »Ostiarus«. (G. S. 9. Juni; S. B.)
- Harnack, das Problem des zweiten Thessalonicherbriefs. (Cl. 16. Juni; S. B.)
- Harnack, die Adresse des Epheserbriefs des Paulus. (Cl. 21. Juli; S. B.)
- Meyer, Prof. P. M., die Libelli aus der Decianischen Christenverfolgung. Vorgelegt von Harnack. (G. S. 24. Nov.; *Abh.*)

Allgemeine, deutsche und andere neuere Philologie.

- Schmidt, die Ruine als dichterisches Motiv. (G. S. 24. Febr.)
- Roethe, über Briefe der Sophie Laroche und Wieland's an die Gräfin Elisabeth von Solms-Laubach. (G. S. 9. Juni.)
- W. Schulze, Etymologisches. (G. S. 14. Juli; S. B. 28. Juli.)
- Brandl, Spielmannsverhältnisse in frühmittelenglischer Zeit. (Cl. 21. Juli; S. B. 20. Oct.)
- Heusler, Verbrechensfolgen in den Isländersagas. (G. S. 27. Oct.)

Classische Philologie.

- Heeg, Dr. J., das Münchener Uncialfragment des Cassius Felix (clm. 29136). Vorgelegt von Diels. (Cl. 3. März; *S. B.*)
 von Wilamowitz-Moellendorff, über das θ der Ilias. (Cl. 21. April; *S. B.*)
 Vahlen, über eine Stelle in Aristoteles' Poetik. (G. S. 24. Nov.; *S. B.*)
 von Wilamowitz-Moellendorff, die Bühne in den ältesten Tragödien des Aischylos. (Cl. 1. Dec.)
 Diels, über einen neuen Versuch, die Echtheit einiger Hippokratischen Schriften nachzuweisen. (Cl. 15. Dec.; *S. B.*)
 Diels, Hippokratische Forschungen. II. III. (Cl. 15. Dec.)

Archaeologie.

- Kekule von Stradonitz, über griechische Portraits. (Cl. 17. März; *Abh.* unter dem Titel: Strategenköpfe.)
 Conze, Plan eines Tempels auf Mamurt-Kaleh im Jünd-Dag bei Pergamon. (Cl. 17. Nov.)

Orientalische Philologie.

- Thomsen, ein Blatt in türkischer »Runen«schrift aus Turfan. (Cl. 3. Febr.; *S. B.* 17. März.)
 Andreas, Prof. F. C., zwei soghdische Excurse zu Vilhelm Thomsen's: Ein Blatt in türkischer Runenschrift. Vorgelegt von Müller. (Cl. 3. Febr.; *S. B.* 17. März.)
 Erman, zwei Actenstücke aus der thebanischen Gräberstadt. (Cl. 3. März; *S. B.* 7. April.)
 Ranke, Dr. H., keilschriftliches Material zur altaegyptischen Vocalisation. Vorgelegt von Erman. (G. S. 10. März; *Abh.*)

- Schäfer, Prof. H., und Dr. H. Junker, Bericht über die von der
Königlichen Akademie der Wissenschaften in den Wintern
1908/09 und 1909/10 nach Nubien entsendete Expedition.
Vorgelegt von Erman. (Cl. 12. Mai; S. B. 16. Juni.)
- Müller, Uigurica II. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)
- Andreas, Prof. F. C., Bruchstücke einer Pehlewi-Übersetzung der
Psalmen aus der Sassanidenzeit. Vorgelegt von Müller.
(Cl. 20. Oct.; S. B.)
- von Le Coq, Dr. A., Chuastuanift, ein Sündenbekenntnifs der
manichäischen Auditores, gefunden in Turfan. Vorgelegt
von Müller. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)
- Junker, Dr. H., der Auszug der Hathor-Tefnut aus Nubien. Vor-
gelegt von Erman. (Cl. 20. Oct.; *Abh.*)
- Möller, Dr. G., das Decret des Amenophis, des Sohnes des Hapu.
Vorgelegt von Erman. (Cl. 3. Nov.; S. B. 17. Nov.)
- Lüders, über Varuna. (Cl. 17. Nov.)

Bericht über den Erfolg der Preisausschreibungen für 1910 und neue Preisausschreibungen.

Akademische Preisaufgabe für 1914 aus dem Gebiete der Mathematik.

Die Akademie stellt für das Jahr 1914 folgende Preisaufgabe:

»Die Classenzahl des allgemeinsten Kreiskörpers soll be-
rechnet und mit der Classenanzahl seiner Divisoren verglichen
werden.«

Der ausgesetzte Preis beträgt fünftausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer,
französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefafst sein.
Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind,

können durch Beschluss der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angehenden Zettel äußerlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer StraÙe 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigenzetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis Ausschreiben aus dem Eller'schen Legat.

In der Leibniz-Sitzung des Jahres 1904 (30. Juni) hat die Akademie für das Jahr 1910 folgende Preis Aufgabe aus dem Eller'schen Legat ausgeschrieben:

»Die Akademie verlangt Untersuchungen über die unsern Süßwasserfischen schädlichen Myxosporidien. Es ist alles, was von der Entwicklung dieser Parasiten bekannt ist, übersichtlich zusammenzustellen und mindestens bei einer Species der vollständige Zeugungskreis experimentell zu ermitteln.«

Bewerbungsschriften, welche bis zum 31. December 1909 erwartet wurden, sind nicht eingegangen; die Akademie will aber die Aufgabe unverändert, und zwar für das Jahr 1914, wiederholen.

Der ausgesetzte Preis beträgt viertausend Mark.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefaßt sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluß der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äußerlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1913 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer StraÙe 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1914.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigenzetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preis der Steiner'schen Stiftung.

In der Leibniz-Sitzung am 29. Juni 1905 hat die Akademie für den Steiner'schen Preis zum dritten Male die Aufgabe gestellt:

»Es soll irgend ein bedeutendes, auf die Lehre von den krummen Flächen sich beziehendes, bis jetzt noch nicht gelöstes Problem möglichst mit Berücksichtigung der von J. Steiner aufgestellten Methode und Principien vollständig gelöst werden.«

»Es wird gefordert, dafs zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

»Ohne die Wahl des Themas einschränken zu wollen, wünscht die Akademie bei dieser Gelegenheit die Aufmerksamkeit der Geometer auf die speciellen Aufgaben zu richten, auf welche J. Steiner in der allgemeinen Anmerkung am Schlusse seiner zweiten Abhandlung über Maximum und Minimum bei den Figuren in der Ebene, auf der Kugelfläche und im Raume überhaupt hingewiesen hat.«

Eine Bearbeitung ist für dieses Thema indes auch diesmal nicht eingegangen, und die Akademie zieht die gestellte Preisaufgabe nunmehr zurück.

Den Statuten der Steiner'schen Stiftung gemäfs will die Akademie den frei gewordenen Preis von Sechstausend Mark zur Anerkennung hervorragender Arbeiten aus dem Gesamtbereich der Geometrie verwenden. Derselbe wird zuerkannt dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. Gaston Darboux in Paris, Mitglied des Institut de France und ständigem Secretär der Académie des Sciences, für seine ausgezeichneten geometrischen Arbeiten.

Gleichzeitig stellt die Akademie für das Jahr 1915 folgende neue Preisaufgabe:

»Es sollen alle nicht zerfallenden Flächen fünften Grades bestimmt und hinsichtlich ihrer wesentlichen Eigenschaften

untersucht werden, auf denen eine oder mehr als eine Schar von im allgemeinen nicht zerfallenden Curven zweiten Grades liegt.«

»Es wird gefordert, daß zur Bestätigung der Richtigkeit und Vollständigkeit der Lösung ausreichende analytische Erläuterungen den geometrischen Untersuchungen beigegeben werden.«

Für die Lösung der Aufgabe wird ein Preis von 7000 Mark ausgesetzt.

Die Bewerbungsschriften können in deutscher, lateinischer, französischer, englischer oder italiänischer Sprache abgefaßt sein. Schriften, die in störender Weise unleserlich geschrieben sind, können durch Beschluß der zuständigen Classe von der Bewerbung ausgeschlossen werden.

Jede Bewerbungsschrift ist mit einem Spruchwort zu bezeichnen, und dieses auf einem beizufügenden versiegelten, innerlich den Namen und die Adresse des Verfassers angebenden Zettel äußerlich zu wiederholen. Schriften, welche den Namen des Verfassers nennen oder deutlich ergeben, werden von der Bewerbung ausgeschlossen. Zurückziehung einer eingelieferten Preisschrift ist nicht gestattet.

Die Bewerbungsschriften sind bis zum 31. December 1914 im Bureau der Akademie, Berlin W 35, Potsdamer StraÙe 120, einzuliefern. Die Verkündigung des Urtheils erfolgt in der Leibniz-Sitzung des Jahres 1915.

Sämmtliche bei der Akademie zum Behuf der Preisbewerbung eingegangene Arbeiten nebst den dazu gehörigen Zetteln werden ein Jahr lang von dem Tage der Urtheilsverkündigung ab von der Akademie für die Verfasser aufbewahrt. Nach Ablauf der bezeichneten Frist steht es der Akademie frei, die nicht abgeforderten Schriften und Zettel zu vernichten.

Preisaufrage der Charlotten-Stiftung.

Gemäß dem Statut der von Frau Charlotte Stiepel geb. Freiin von Hopffgarten errichteten Charlotten-Stiftung für Philologie hat die Akademie in der Leibniz-Sitzung am 1. Juli 1909 die folgende Preisaufrage gestellt:

»In den litterarischen Papyri sind so zahlreiche prosodische Zeichen an das Licht getreten, daß das Aufkommen und die Verbreitung der griechischen Accentuation sich verfolgen läßt und die byzantinische Tradition, die im Wesentlichen noch heute herrscht, controlirt werden kann. Dazu ist die erste und nöthigste Vorarbeit, daß festgestellt wird, in welchen Fällen die antiken Schreiber und Correctoren die Prosodie bezeichnen, und wie sie das thun. Zur Vergleichung müssen mindestens einige sorgfältig geschriebene Handschriften des 9. und 10. Jahrhunderts herangezogen werden. Diese Aufgabe stellt die Akademie. Es bleibt dem Bearbeiter anheimgestellt, inwieweit er die Lehren der antiken Grammatiker heranziehen will, oder andererseits Schlüsse auf die wirkliche Betonung und Aussprache machen.«

Es sind drei Bewerbungsschriften eingegangen, die eine allerdings erst am 1. März, dem Einlieferungstermine, zur Post gegeben; die Akademie hat sie noch angenommen, wird aber in Zukunft in dem Ausschreiben deutlich aussprechen, daß die Bewerbungsschriften am 1. März in die Hände der Akademie gelangen müssen.

Die Arbeit mit dem Motto »τόλμα πρήξις ἀρχή« kann schon wegen ihres Umfanges und der aphoristischen Behandlung des Themas nicht ernstlich in Betracht kommen.

Die Arbeit mit dem Motto »rem tene, verba sequentur« hat aus vier besonders wichtigen Papyri das gesammte Material geordnet vorgelegt und auch sonst das Wichtigste verarbeitet, auch

die grammatische Tradition herangezogen, und die zusammenfassende Darlegung zeugt von ebensoviel Fleiß wie eindringendem Urtheil, wenn sich der Verfasser auch selbst darüber klar ist, daß er in der verfügbaren Zeit nur Unfertiges und Provisorisches liefern konnte. Es werden sich noch manche Schlüsse und Behauptungen bei der nothwendigen Erweiterung und Vertiefung der Arbeit anders stellen.

Ziemlich dasselbe gilt für den Verfasser der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit usw.«. Aber seine Sammlungen sind so weit gediehen, daß er wirklich im wesentlichen alle in antiken Büchern erhaltenen Accente bereits gesammelt und geordnet vorgelegt hat. Demgemäß erstrecken sich seine Beobachtungen und die Probleme, die er aufwirft, weiter als in der anderen Bewerbungsschrift, und wenn auch keine von beiden mehr als Vorarbeiten zu dem Buche liefert, das die von der Akademie bezeichnete Aufgabe lösen soll, so würden sie doch beide als genügend für die Zutheilung des Preises erachtet werden können. Es ist wesentlich das Übergewicht des gesammelten Materials, was die Akademie bestimmt, der Arbeit mit dem Motto »Der kennt den Ernst der Arbeit« den vollen Preis, der mit dem Motto »rem tene« einen Nebenpreis in Höhe einer einjährigen Rate des Hauptpreises zuzuerkennen.

Die nach Verkündung des vorstehenden Urtheils vorgenommene Eröffnung der Namenszettel ergab als Verfasser der mit dem vollen Preise ausgezeichneten Arbeit Hrn. Bernhard Laum, Candidaten des höheren Schulamts in Straßburg i. E., und als Verfasser der durch den Nebenpreis anerkannten Arbeit Hrn. Hermann Flebbe, Candidaten des höheren Schulamts in Hannover.

Verzeichnifs der im Jahre 1910 erfolgten besonderen Geldbewilligungen aus akademischen Mitteln zur Ausführung wissenschaftlicher Unternehmungen.

Es wurden im Laufe des Jahres 1910 bewilligt:

- 2300 Mark dem Mitglied der Akademie Hrn. Engler zur Fortführung der Herausgabe des »Pflanzenreich«.
- 4000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung des Unternehmens »Das Tierreich«.
- 6000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Koser zur Fortführung der Herausgabe der Politischen Correspondenz Friedrich's des Großen.
- 5000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. von Wilamowitz-Moellendorff zur Fortführung der Sammlung der griechischen Inschriften.
- 4000 » der Deutschen Commission der Akademie zur Fortführung ihrer Unternehmungen.
- 2000 » dem Curatorium der Akademischen Jubiläumstiftung der Stadt Berlin zu den Kosten der Veröffentlichung der Ergebnisse der von der Stiftung veranstalteten Trinil-Expedition.
- 1000 » zur Förderung des Unternehmens des Thesaurus linguae Latinae über den etatsmäßigen Beitrag von 5000 Mark hinaus.
- 1500 » zur Bearbeitung der hieroglyphischen Inschriften der griechisch-römischen Epoche für das Wörterbuch der aegyptischen Sprache.
- 500 » zu der von den cartellirten deutschen Akademien unternommenen Herausgabe der mittelalterlichen Bibliothekskataloge.

- 2500 Mark für das Unternehmen einer Neuausgabe der Septuaginta, welche das Cartell der deutschen Akademien in die Hand genommen hat.
- 2875 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Engler zur Fortsetzung des Sammelwerkes »Die Vegetation der Erde«.
- 2000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. F. E. Schulze zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Lufträume des Vogelkörpers.
- 1500 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Struve zu einer Bearbeitung der in den letzten Jahrzehnten angestellten Beobachtungen der Uranusmonde.
- 12000 » dem Mitglied der Akademie Hrn. Sachau als Beitrag zu den Kosten der Herstellung eines Thesaurus der japanischen Sprache.
- 1000 » dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. von Bezold in Bonn zu den Vorarbeiten für eine Monographie über den französischen Publicisten Jean Bodin.
- 600 » dem correspondirenden Mitglied der Akademie Hrn. Mitteis in Leipzig zur Herstellung einer Sammlung der justinianischen Interpolationen in den Digesten, dem Codex Justinianus und den Institutionen.
- 1500 Frcs. der Biologischen Station in Roscoff gegen Einräumung eines von der Akademie zu vergebenden Arbeitsplatzes für die Dauer eines Jahres.
- 1000 Mark dem von dem zweiten Deutschen Kalitage eingesetzten Comité zur wissenschaftlichen Erforschung der norddeutschen Kalisalzlager.
- 1000 » Hrn. Prof. Dr. Emil Abderhalden in Berlin zu Versuchen über Ernährung mit vollständig abgebautem Eiweiß.

- 420 Mark Hrn. Prof. Dr. Ernst Anding in Gotha zur Herausgabe einer von ihm berechneten Tafel der Bessel'schen Functionen für imaginäre Argumente.
- 1200 » Hrn. Prof. Dr. Adolf Borgert in Bonn zu weiteren Untersuchungen über Radiolarien.
- 1000 » Hrn. Privatdocenten Dr. Otto H. Erdmannsdörffer in Berlin zu Untersuchungen über Contact-Metamorphismus in französischen Gebirgen.
- 1000 » Hrn. Dr. Victor Franz in Frankfurt a. M. zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über Fischwanderungen.
- 600 » Hrn. Prof. Dr. Karl Haufsmann in Aachen zur Untersuchung des Aachener magnetischen Störungsgebiets.
- 500 » Hrn. Dr. M. K. Hoffmann in Leipzig zur Fortführung der Bearbeitung eines Lexikons der anorganischen Verbindungen.
- 1000 » Hrn. Prof. Dr. Arrien Johnsen in Kiel zur Untersuchung des auf den Inseln S. Pietro und S. Antioco gesammelten mineralogischen Materials.
- 600 » Hrn. Dr. Otto Kalischer in Berlin zur Fortführung seiner Untersuchungen über die Hörsphären des Großhirns usw.
- 600 » Hrn. Dr. Ludwig Keilhack in Berlin zur Fortsetzung seiner zoologischen Seenuntersuchungen in den Dauphiné-Alpen.
- 650 » Hrn. Privatdocenten Dr. Hans Kniep in Freiburg i. Br. zu Untersuchungen über den Einfluß der Schwerkraft auf die Orientirungsbewegungen von Pflanzenorganen.
- 500 » Hrn. Prof. Dr. Paul Kuckuck auf Helgoland für eine Reise nach England und Irland zum Abschluß seiner Bearbeitung der Phaeosporeen.

- 500 Mark Hrn. Prof. Dr. Otto Ruff in Danzig zur Fortsetzung seiner Untersuchungen über das Osmium.
- 2000 » Hrn. Prof. Dr. Johannes Walther in Halle a. S. zu einer Reise nach Aegypten behufs Studien über Wüstenbildung.
- 5000 » zur Untersuchung antiker Anlagen bei Paphos auf Cypern durch Hrn. Dr. Robert Zahn in Berlin.
- 500 » für die Zwecke des Corpus inscriptionum Etruscarum.
- 1500 » Hrn. Prof. Dr. Erich Adickes in Tübingen zur Drucklegung seiner Untersuchungen über Kant's physische Geographie.
- 600 » Hrn. Dr. Theodor Kluge in Berlin zur photographischen Aufnahme altgeorgischer Handschriften.
- 800 » Hrn. Prof. Dr. Gustav Knod in Straßburg i. E. zu einer Reise nach Frankreich behufs Fortführung der Arbeit an seinem Werke »Die deutsche Nation zu Orléans«.
- 1800 » Hrn. Prof. Dr. Oskar Mann in Berlin zur Fortsetzung seiner Forschungen über Kurdistan und seine Bewohner.
- 1000 » Demselben zur Drucklegung der II. Abtheilung seiner »Kurdisch-persischen Forschungen«.
- 500 » Hrn. Prof. Dr. Hans Pomtow in Berlin zur Vollendung seiner Delphischen Studien.
- 2500 » Hrn. Prof. Dr. Friedrich Schultheß in Göttingen zur Drucklegung seines Werkes »Kalila und Dimna. Syrisch und deutsch.«
- 500 » Hrn. Privatdocenten Dr. Rudolf Unger in München zur Drucklegung seines Werkes »Hamann und die Aufklärung.«
-

**Verzeichnifs der im Jahre 1910 erschienenen im Auftrage
oder mit Unterstützung der Akademie bearbeiteten oder
herausgegebenen Werke.**

- Das Pflanzenreich. Regni vegetabilis conspectus. Im Auftrage der Königl. preufs. Akademie der Wissenschaften hrsg. von A. Engler. Heft 41—46. Leipzig 1910.
- Das Tierreich. Eine Zusammenstellung und Kennzeichnung der rezenten Tierformen. Begründet von der Deutschen Zoologischen Gesellschaft. Im Auftrage der Königl. Preuß. Akademie der Wissenschaften zu Berlin hrsg. von Franz Eilhard Schulze. Lief. 24. Berlin 1910.
- Acta Borussica. Denkmäler der Preußischen Staatsverwaltung im 18. Jahrhundert. Hrsg. von der Königlichen Akademie der Wissenschaften. Behördenorganisation und allgemeine Staatsverwaltung. Bd. 5, Hälfte 1. Bd. 10. — Die einzelnen Gebiete der Verwaltung: Getreidehandelspolitik. Bd. 3. Münzwesen. Münzgeschichtlicher Teil. Bd. 3. Berlin 1910.
- Politische Correspondenz Friedrich's des Großen. Bd. 34. Berlin 1910.
- Kant's gesammelte Schriften. Hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 1 (Neudruck). Berlin 1910.
- Die antiken Münzen Nord-Griechenlands. Unter Leitung von F. Imhoof-Blumer hrsg. von der Kgl. Akademie der Wissenschaften. Bd. 1. Dacien und Moesien, bearb. von Behrendt Pick und Kurt Regling. Halbbd. 2, Abth. 1. Berlin 1910.
- Deutsche Texte des Mittelalters hrsg. von der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 11. Die Predigten Taulers. Bd. 18. Gundackers von Judenburg Christi Hort. Bd. 21. Die poetische Paraphrase des Buches Hiob. Berlin 1910.

- Wielands Gesammelte Schriften. Hrsg. von der Deutschen Kommission der Königlich Preußischen Akademie der Wissenschaften. Abt. 1, Bd. 3. Berlin 1910.
- Thesaurus linguae Latinae editus auctoritate et consilio Academiae quinque Germanicarum Berolinensis Gottingensis Lipsiensis Monacensis Vindobonensis. Vol. 3, Fasc. 6. 7. Vol. 5, Fasc. 1. 2. Supplementum: Nomina propria Latina. Fasc. 2. Lipsiae 1910.
- Ergebnisse der Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung. Bd. 3. Lh: Die Tripyleen Radiolarien. 10. Borgert, A. Porospathidae und Cadiidae. Kiel und Leipzig 1910.
- Reck, Hans. Isländische Masseneruptionen. Jena 1910. (Geologische und paläontologische Abhandlungen. Hrsg. von E. Koken. Neue Folge. Bd. 9, Heft 2.)
- Schultze, Leonhard. Zoologische und anthropologische Ergebnisse einer Forschungsreise im westlichen und zentralen Südafrika ausgeführt in den Jahren 1903—1905. Bd. 4. Jena 1910. (Denkschriften der Medicinisch-Naturwissenschaftlichen Gesellschaft zu Jena. Bd. 16.)
- Vocabularium Iurisprudentiae Romanae iussu Instituti Savigniani compositum. Tom. 3, Fasc. 1. Tom. 5, Fasc. 1. Berolini 1910.
- Die griechischen christlichen Schriftsteller der ersten drei Jahrhunderte. Hrsg. von der Kirchenväter-Commission der Königl. Preussischen Akademie der Wissenschaften. Bd. 18: Die Esra-Apokalypse (IV. Esra). Tl. 1. Leipzig 1910.
- Philippson, Alfred. Topographische Karte des westlichen Kleinasien. Lief. 1. Gotha 1910.
- Philippson, Alfred. Reisen und Forschungen im westlichen Kleinasien. Heft 1. Gotha 1910. (Ergänzungsheft N. 167 zu »Petermanns Mitteilungen«.)

- Voeltzkow, Alfred. Reise in Ostafrika in den Jahren 1903—1905 mit Mitteln der Hermann und Elise geb. Heckmann Wentzel-Stiftung ausgeführt. Wissenschaftliche Ergebnisse. Bd. 2. Stuttgart 1906—10.
- Ammiani Marcellini rerum gestarum libri qui supersunt rec. rhyth-miceque distinxit Carolus U. Clark. Vol. 1. Berolini 1910.
- Ascherson, Paul, und Graebner, Paul. Synopsis der mittel-europäischen Flora. Lief. 64—70. Leipzig 1909—10.
- Bauschinger, J., und Peters, J. Logarithmisch-trigonometrische Tafeln mit acht Dezimalstellen. Bd. 1. Leipzig 1910.
- Hoffmann, M. K. Lexikon der anorganischen Verbindungen. Bd. 1, Bogen 1—5. Bd. 3, Bogen 1—5. Leipzig 1910.
- Lehmann-Haupt, C. F. Armenien einst und jetzt. Bd. 1. Berlin 1910.
- Mann, Oskar. Kurdisch-persische Forschungen. Abt. 2. Berlin 1910.
- von Recklinghausen, Friedrich. Untersuchungen über Rachitis und Osteomalacie. Text und Atlas. Jena 1910.
- Römer, Fritz, und Schaudinn, Fritz. Fauna Arctica. Eine Zusammenstellung der arktischen Tierformen. Fortgesetzt von August Brauer. Bd. 5, Lief. 1. Jena 1910.
- Salomon, Wilhelm. Die Adamellogruppe. Tl. 2. Wien 1910. (Abhandlungen der k. k. Geologischen Reichsanstalt. Bd. 21, Heft 2.)
- Schweinfurth, Georg. Aufnahmen in der östlichen Wüste von Aegypten. Serie 1, Blatt 7. 8. Berlin.
- Spuler, Arnold. Die Schmetterlinge Europas. Lief. 31—37. 38a. 38b. Stuttgart 1905—10.
- Taschenberg, O. Bibliotheca zoologica II. Verzeichnifs der Schriften über Zoologie, welche in den periodischen Werken enthalten und vom Jahre 1861—1880 selbständig erschienen sind. Lief. 18. Leipzig 1910.
-

Veränderungen im Personalstande der Akademie im Laufe des Jahres 1910.

Es wurden gewählt:

zum auswärtigen Mitglied der physikalisch-mathematischen
Classe:

Lord Rayleigh in Witham, Essex, bisher correspondirendes Mit-
glied, bestätigt durch K. Cabinetsordre vom 6. April 1910;

zum Ehrenmitglied:

Bernhard Fürst von Bülow in Rom, bestätigt durch K. Cabi-
netsordre vom 31. Januar 1910;

zu correspondirenden Mitgliedern der physikalisch-mathemati-
schen Classe:

Hr. Albert Ladenburg in Breslau	}	am 6. Januar 1910,		
Roland Baron Eötvös in Ofen-Pest				
Hr. Wilhelm Wien in Würzburg		am 14. Juli 1910,		
Sir Joseph John Thomson in Cambridge, England	}	am 28. Juli 1910,		
» Victor Horsley in London,				
Hr. Felix Marchand in Leipzig				
» Friedrich Merkel in Göttingen				
» Angelo Mosso in Turin				
» Gustav Schwalbe in Strafsburg				
» Oswald Schmiedeberg in Strafsburg				
» William Morris Davis in Cambridge, Mass.				
» Lewis Boss in Albany, N. Y.			}	am 27. October 1910;
» Friedrich Küstner in Bonn				

zu correspondirenden Mitgliedern der philosophisch-historischen
 Classe:

Hr. Wilhelm Fröhner in Paris am 23. Juni 1910,
 » Samuel Rolles Driver in Oxford
 » Ignaz Goldziher in Ofen-Pest
 » Franz Praetorius in Breslau } am 8. December 1910.

Gestorben sind:

die ordentlichen Mitglieder der physikalisch-mathematischen
 Classe:

Hr. Hans Landolt am 15. März 1910,
 » Robert Koch am 27. Mai 1910;

die ordentlichen Mitglieder der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Adolf Tobler am 18. März 1910,
 » Heinrich Zimmer am 29. Juli 1910;

die auswärtigen Mitglieder der physikalisch-mathematischen
 Classe:

Hr. Eduard Pflüger in Bonn am 16. März 1910,
 » Giovanni Virginio Schiaparelli in Mailand am 4. Juli 1910;

das auswärtige Mitglied der philosophisch-historischen Classe:

Hr. Léopold Delisle in Paris am 22. Juli 1910;

das Ehrenmitglied:

Hr. Friedrich Kohlrausch in Marburg am 17. Januar 1910;

die correspondirenden Mitglieder der physikalisch-mathemati-
 schen Classe:

Hr. Alexander Agassiz in Cambridge, Mass. am 27. März 1910,
 » Eduard van Beneden in Lüttich am 28. April 1910,
 » Stanislao Cannizzaro in Rom am 10. Mai 1910,

Sir William Huggins in London am 12. Mai 1910,

Hr. Friedrich von Recklinghausen in Straßburg am 26. August 1910,

- » Melchior Treub, früher in Buitenzorg, zuletzt in Saint-Raphaël (Südfrankreich) am 3. October 1910,
- » Rudolf Fittig in Straßburg am 19. November 1910,
- » Angelo Mosso in Turin am 24. November 1910;

die correspondirenden Mitglieder der philosophisch-historischen
Classe:

Hr. Benedictus Niese in Halle a. S. am 1. Februar 1910,

- » Emil Schürer in Göttingen am 30. April 1910,
 - » Adolf Michaelis in Straßburg am 12. August 1910,
 - » William James in Cambridge, Mass. am 27. August 1910.
-

Verzeichnifs der Mitglieder der Akademie am Schlusse des Jahres 1910

nebst den Verzeichnissen der Inhaber der Helmholtz- und der Leibniz-Medaille
und der Beamten der Akademie.

I. Beständige Secretare.

	Gewählt von der	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. <i>Auwers</i>	phys.-math. Classe	1878 April 10.
- <i>Vahlen</i>	phil.-hist. -	1893 April 5.
- <i>Diels</i>	phil.-hist. -	1895 Nov. 27.
- <i>Waldeyer</i>	phys.-math. -	1896 Jan. 20.

II. Ordentliche Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
Hr. <i>Arthur Auwers</i>		1866 Aug. 18.
	Hr. <i>Johannes Vahlen</i>	1874 Dec. 16.
	- <i>Alexander Conze</i>	1877 April 23.
- <i>Simon Schwendener</i>		1879 Juli 13.
- <i>Hermann Munk</i>		1880 März 10.
	- <i>Hermann Diels</i>	1881 Aug. 15.
- <i>Wilhelm Waldeyer</i>		1884 Febr. 18.
	- <i>Heinrich Brunner</i>	1884 April 9.
- <i>Franz Eilhard Schulze</i>		1884 Juni 21.
	- <i>Otto Hirschfeld</i>	1885 März 9.
	- <i>Eduard Sachau</i>	1887 Jan. 24.
	- <i>Gustav von Schmoller</i>	1887 Jan. 24.
	- <i>Wilhelm Dilthey</i>	1887 Jan. 24.
- <i>Adolf Engler</i>		1890 Jan. 29.
	- <i>Adolf Harnack</i>	1890 Febr. 10.
- <i>Hermann Amandus Schwarz</i>		1892 Dec. 19.
- <i>Georg Frobenius</i>		1893 Jan. 14.
- <i>Emil Fischer</i>		1893 Febr. 6.
- <i>Oskar Hertwig</i>		1893 April 17.
- <i>Max Planck</i>		1894 Juni 11.
	- <i>Karl Stumpf</i>	1895 Febr. 18.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. <i>Erich Schmidt</i>	1895 Febr. 18.
	- <i>Adolf Erman</i>	1895 Febr. 18.
Hr. <i>Emil Warburg</i>		1895 Aug. 13.
- <i>Jakob Heinrich van't Hoff</i>		1896 Febr. 26.
	- <i>Reinhold Koser</i>	1896 Juli 12.
	- <i>Max Lenz</i>	1896 Dec. 14.
	- <i>Reinhard Kekule von Stradonitz</i>	1898 Juni 9.
	- <i>Ulrich von Wilamowitz-Moellendorff</i>	1899 Aug. 2.
- <i>Wilhelm Branca</i>		1899 Dec. 18.
- <i>Robert Helmert</i>		1900 Jan. 31.
- <i>Heinrich Müller-Breslau</i>		1901 Jan. 14.
	- <i>Heinrich Dressel</i>	1902 Mai 9.
	- <i>Konrad Burdach</i>	1902 Mai 9.
- <i>Friedrich Schottky</i>		1903 Jan. 5.
	- <i>Gustav Roethe</i>	1903 Jan. 5.
	- <i>Dietrich Schäfer</i>	1903 Aug. 4.
	- <i>Eduard Meyer</i>	1903 Aug. 4.
	- <i>Wilhelm Schulze</i>	1903 Nov. 16.
	- <i>Alois Brandl</i>	1904 April 3.
- <i>Hermann Struve</i>		1904 Aug. 29.
- <i>Hermann Zimmermann</i>		1904 Aug. 29.
- <i>Adolf Martens</i>		1904 Aug. 29.
- <i>Walther Nernst</i>		1905 Nov. 24.
- <i>Max Rubner</i>		1906 Dec. 2.
- <i>Johannes Orth</i>		1906 Dec. 2.
- <i>Albrecht Penck</i>		1906 Dec. 2.
	- <i>Friedrich Müller</i>	1906 Dec. 24.
	- <i>Andreas Heusler</i>	1907 Aug. 8.
- <i>Heinrich Rubens</i>		1907 Aug. 8.
- <i>Theodor Liebisch</i>		1908 Aug. 3.
	- <i>Eduard Seler</i>	1908 Aug. 24.
	- <i>Heinrich Lüders</i>	1909 Aug. 5.
	- <i>Heinrich Morf</i>	1910 Dec. 14.
	- <i>Heinrich Wölfflin</i>	1910 Dec. 14.

III. Auswärtige Mitglieder.

Physikalisch-mathematische Classe	Philosophisch-historische Classe	Datum der Königlichen Bestätigung
	Hr. <i>Theodor Nöldeke</i> in Strafsburg	1900 März 5.
	- <i>Friedrich Imhoof-Blumer</i> in Winterthur	1900 März 5.
	- <i>Pasquale Villari</i> in Florenz	1900 März 5.
Hr. <i>Wilhelm Hittorf</i> in Münster i. W.		1900 März 5.
- <i>Eduard Suess</i> in Wien		1900 März 5.
Sir <i>Joseph Dalton Hooker</i> in Sunningdale		1904 Mai 29.
Hr. <i>Adolf von Baeyer</i> in München		1905 Aug. 12.
	- <i>Vatroslav von Jagić</i> in Wien	1908 Sept. 25.
	- <i>Panagiotis Kabbadias</i> in Athen	1908 Sept. 25.
Lord <i>Rayleigh</i> in Witham, Essex		1910 April 6.

IV. Ehrenmitglieder.

	Datum der Königlichen Bestätigung
Earl of <i>Crawford and Balcarres</i> in Haigh Hall, Wigan	1883 Juli 30.
Hr. <i>Max Lehmann</i> in Göttingen	1887 Jan. 24.
<i>Hugo Graf von und zu Lerchenfeld</i> in Berlin	1900 März 5.
Hr. <i>Richard Schöne</i> in Grunewald bei Berlin	1900 März 5.
Frau <i>Elise Wentzel</i> geb. <i>Heckmann</i> in Berlin	1900 März 5.
Hr. <i>Konrad von Studt</i> in Berlin	1900 März 17.
- <i>Andrew Dickson White</i> in Ithaca, N. Y.	1900 Dec. 12.
<i>Rochus Frhr. von Liliencron</i> in Coblenz	1901 Jan. 14.
<i>Bernhard Fürst von Bülow</i> in Rom	1910 Jan. 31.

V. Correspondirende Mitglieder.

	Physikalisch - mathematische Classe.	Datum der Wahl
Hr. <i>Ernst Wilhelm Benecke</i> in Strafsburg		1900 Febr. 8.
- <i>Lewis Boss</i> in Albany, N. Y.		1910 Oct. 27.
- <i>Oskar Brefeld</i> in Charlottenburg		1899 Jan. 19.
- <i>Heinrich Bruns</i> in Leipzig		1906 Jan. 11.
- <i>Otto Bütschli</i> in Heidelberg		1897 März 11.
- <i>Karl Chun</i> in Leipzig		1900 Jan. 18.
- <i>Giacomo Ciamician</i> in Bologna		1909 Oct. 28.
- <i>Gaston Darboux</i> in Paris		1897 Febr. 11.
Sir <i>George Howard Darwin</i> in Cambridge		1908 Juni 25.
Hr. <i>William Morris Davis</i> in Cambridge, Mass.		1910 Juli 28.
- <i>Richard Dedekind</i> in Braunschweig		1880 März 11.
- <i>Nils Christofer Duner</i> in Upsala		1900 Febr. 22.
- <i>Ernst Ehlers</i> in Göttingen		1897 Jan. 21.
<i>Roland Baron Eötvös</i> in Ofen-Pest		1910 Jan. 6.
Hr. <i>Max Fürbringer</i> in Heidelberg		1900 Febr. 22.
Sir <i>Archibald Geikie</i> in Haslemere, Surrey		1889 Febr. 21.
- <i>David Gill</i> in London		1890 Juni 5.
Hr. <i>Paul Gordan</i> in Erlangen		1900 Febr. 22.
- <i>Karl Graebe</i> in Frankfurt a. M.		1907 Juni 13.
- <i>Ludwig von Graff</i> in Graz		1900 Febr. 8.
- <i>Gottlieb Haberlandt</i> in Berlin		1899 Juni 8.
- <i>Julius Hann</i> in Wien		1889 Febr. 21.
- <i>Victor Hensen</i> in Kiel		1898 Febr. 24.
- <i>Richard von Hertwig</i> in München		1898 April 28.
Sir <i>Victor Horsley</i> in London		1910 Juli 28.
Hr. <i>Adolf von Koenen</i> in Göttingen		1904 Mai 5.
- <i>Leo Koenigsberger</i> in Heidelberg		1893 Mai 4.
- <i>Wilhelm Körner</i> in Mailand		1909 Jan. 7.
- <i>Friedrich Küstner</i> in Bonn		1910 Oct. 27.
- <i>Albert Ladenburg</i> in Breslau		1910 Jan. 6.
- <i>Henri Le Chatelier</i> in Paris		1905 Dec. 14.
- <i>Philipp Lenard</i> in Heidelberg		1909 Jan. 21.
- <i>Michel Lévy</i> in Paris		1898 Juli 28.
- <i>Gabriel Lippmann</i> in Paris.		1900 Febr. 22.
- <i>Hendrik Antoon Lorentz</i> in Leiden		1905 Mai 4.
- <i>Hubert Ludwig</i> in Bonn		1898 Juli 14.

	Datum der Wahl
Hr. <i>Felix Marchand</i> in Leipzig	1910 Juli 28.
- <i>Friedrich Merkel</i> in Göttingen	1910 Juli 28.
- <i>Franz Mertens</i> in Wien	1900 Febr. 22.
- <i>Henrik Mohn</i> in Christiania	1900 Febr. 22.
- <i>Alfred Gabriel Nathorst</i> in Stockholm	1900 Febr. 8.
- <i>Karl Neumann</i> in Leipzig	1893 Mai 4.
- <i>Max Noether</i> in Erlangen	1896 Jan. 30.
- <i>Wilhelm Ostwald</i> in Grofs-Bothen, Kgr. Sachsen	1905 Jan. 12.
- <i>Wilhelm Pfeffer</i> in Leipzig	1889 Dec. 19.
- <i>Émile Picard</i> in Paris	1898 Febr. 24.
- <i>Edward Charles Pickering</i> in Cambridge, Mass.	1906 Jan. 11.
- <i>Henri Poincaré</i> in Paris	1896 Jan. 30.
- <i>Georg Quincke</i> in Heidelberg	1879 März 13.
- <i>Ludwig Radlkofer</i> in München	1900 Febr. 8.
Sir <i>William Ramsay</i> in London	1896 Oct. 29.
Hr. <i>Gustaf Retzius</i> in Stockholm	1893 Juni 1.
- <i>Theodore William Richards</i> in Cambridge, Mass.	1909 Oct. 28.
- <i>Wilhelm Konrad Röntgen</i> in München	1896 März 12.
- <i>Heinrich Rosenbusch</i> in Heidelberg	1887 Oct. 20.
- <i>Georg Ossian Sars</i> in Christiania	1898 Febr. 24.
- <i>Oswald Schmiedeberg</i> in Strafsburg	1910 Juli 28.
- <i>Gustav Schwalbe</i> in Strafsburg	1910 Juli 28.
- <i>Hugo von Seeliger</i> in München	1906 Jan. 11.
<i>Hermann Graf zu Solms-Laubach</i> in Strafsburg	1899 Juni 8.
Hr. <i>Johann Wilhelm Spengel</i> in Giefsen	1900 Jan. 18.
- <i>Eduard Strasburger</i> in Bonn	1889 Dec. 19.
- <i>Johannes Strüver</i> in Rom	1900 Febr. 8.
Sir <i>Joseph John Thomson</i> in Cambridge	1910 Juli 28.
Hr. <i>August Toepler</i> in Dresden	1879 März 13.
- <i>Gustav von Tschermak</i> in Wien	1881 März 3.
Sir <i>William Turner</i> in Edinburg	1898 März 10.
Hr. <i>Woldemar Voigt</i> in Göttingen	1900 März 8.
- <i>Johannes Diderik van der Waals</i> in Amsterdam	1900 Febr. 22.
- <i>Otto Wallach</i> in Göttingen	1907 Juni 13.
- <i>Eugenius Warming</i> in Kopenhagen	1899 Jan. 19.
- <i>Heinrich Weber</i> in Strafsburg	1896 Jan. 30.
- <i>August Weismann</i> in Freiburg i. Br.	1897 März 11.
- <i>Wilhelm Wien</i> in Würzburg	1910 Juli 14.
- <i>Julius von Wiesner</i> in Wien	1899 Juni 8.
- <i>Ferdinand Zirkel</i> in Bonn	1887 Oct. 20.

Philosophisch-historische Classe.		Datum der Wahl
Hr. <i>Karl von Amira</i> in München		1900 Jan. 18.
- <i>Ernst Immanuel Bekker</i> in Heidelberg		1897 Juli 29.
- <i>Friedrich von Bezold</i> in Bonn		1907 Febr. 14.
- <i>Eugen Bormann</i> in Wien		1902 Juli 24.
- <i>Émile Boutroux</i> in Paris		1908 Febr. 27.
- <i>James Henry Breasted</i> in Chicago		1907 Juni 13.
- <i>Ingram Bywater</i> in London		1887 Nov. 17.
- <i>René Cagnat</i> in Paris		1904 Nov. 3.
- <i>Arthur Chuquet</i> in Villemomble (Seine)		1907 Febr. 14.
- <i>Samuel Rolles Driver</i> in Oxford		1910 Dec. 8.
- <i>Louis Duchesne</i> in Rom		1893 Juli 20.
- <i>Benno Erdmann</i> in Berlin		1903 Jan. 15.
- <i>Julius Euting</i> in Strafsburg		1907 Juni 13.
- <i>Paul Foucart</i> in Paris		1884 Juli 17.
- <i>Wilhelm Fröhner</i> in Paris		1910 Juni 23.
- <i>Percy Gardner</i> in Oxford		1908 Oct. 29.
- <i>Ignaz Goldziher</i> in Ofen-Pest		1910 Dec. 8.
- <i>Theodor Gomperz</i> in Wien		1893 Oct. 19.
- <i>Francis Llewellyn Griffith</i> in Oxford		1900 Jan. 18.
- <i>Gustav Gröber</i> in Strafsburg		1900 Jan. 18.
- <i>Ignazio Guidi</i> in Rom		1904 Dec. 15.
- <i>Georgios N. Hatzidakis</i> in Athen		1900 Jan. 18.
- <i>Albert Hauck</i> in Leipzig		1900 Jan. 18.
- <i>Bernard Haussoullier</i> in Paris		1907 Mai 2.
- <i>Barclay Vincent Head</i> in London		1908 Oct. 29.
- <i>Johan Ludvig Heiberg</i> in Kopenhagen		1896 März 12.
- <i>Karl Theodor von Heigel</i> in München		1904 Nov. 3.
- <i>Antoine Héron de Villefosse</i> in Paris		1893 Febr. 2.
- <i>Léon Heuzey</i> in Paris		1900 Jan. 18.
- <i>Harald Hjärne</i> in Upsala		1909 Febr. 25.
- <i>Maurice Holleaux</i> in Athen		1909 Febr. 25.
- <i>Edvard Holm</i> in Kopenhagen		1904 Nov. 3.
- <i>Théophile Homolle</i> in Paris		1887 Nov. 17.
- <i>Christian Hülsen</i> in Florenz		1907 Mai 2.
- <i>Adolf Jülicher</i> in Marburg		1906 Nov. 1.
- <i>Karl Justi</i> in Bonn		1893 Nov. 30.
- <i>Frederic George Kenyon</i> in London		1900 Jan. 18.
- <i>Georg Friedrich Knapp</i> in Strafsburg		1893 Dec. 14.
- <i>Basil Latyschew</i> in St. Petersburg		1891 Juni 4.
- <i>Friedrich Leo</i> in Göttingen		1906 Nov. 1.

	Datum der Wahl
Hr. <i>August Leskien</i> in Leipzig	1900 Jan. 18.
- <i>Émile Levasseur</i> in Paris	1900 Jan. 18.
- <i>Friedrich Loofs</i> in Halle a. S.	1904 Nov. 3.
- <i>Giacomo Lombroso</i> in Rom	1874 Nov. 12.
- <i>Arnold Luschn von Ebengreuth</i> in Graz	1904 Juli 21.
- <i>John Pentland Mahaffy</i> in Dublin	1900 Jan. 18.
- <i>Gaston Maspero</i> in Paris	1897 Juli 15.
- <i>Wilhelm Meyer-Lübke</i> in Wien	1905 Juli 6.
- <i>Ludwig Mitteis</i> in Leipzig	1905 Febr. 16.
- <i>Gabriel Monod</i> in Versailles	1907 Febr. 14.
- <i>Heinrich Nissen</i> in Bonn	1900 Jan. 18.
- <i>Georges Perrot</i> in Paris	1884 Juli 17.
- <i>Edmond Pottier</i> in Paris	1908 Oct. 29.
- <i>Franz Praetorius</i> in Breslau	1910 Dec. 8.
- <i>Wilhelm Radloff</i> in St. Petersburg	1895 Jan. 10.
- <i>Pio Rajna</i> in Florenz	1909 März 11.
- <i>Moriz Ritter</i> in Bonn	1907 Febr. 14.
- <i>Karl Robert</i> in Halle a. S.	1907 Mai 2.
- <i>Anton E. Schönbach</i> in Graz	1906 Juli 5.
- <i>Richard Schroeder</i> in Heidelberg	1900 Jan. 18.
- <i>Eduard Schwartz</i> in Freiburg i. Br.	1907 Mai 2.
- <i>Émile Senart</i> in Paris	1900 Jan. 18.
- <i>Eduard Sievers</i> in Leipzig	1900 Jan. 18.
- <i>Henry Sweet</i> in Oxford	1901 Juni 6.
Sir <i>Edward Maunde Thompson</i> in London	1895 Mai 2.
Hr. <i>Vilhelm Thomsen</i> in Kopenhagen	1900 Jan. 18.
- <i>Girolamo Vitelli</i> in Florenz	1897 Juli 15.
- <i>Julius Wellhausen</i> in Göttingen	1900 Jan. 18.
- <i>Wilhelm Wilmanns</i> in Bonn	1906 Juli 5.
- <i>Ludvig Wimmer</i> in Kopenhagen	1891 Juni 4.
- <i>Wilhelm Windelband</i> in Heidelberg	1903 Febr. 5.
- <i>Wilhelm Wundt</i> in Leipzig	1900 Jan. 18.

Inhaber der Helmholtz-Medaille.

- Hr. *Santiago Ramón y Cajal* in Madrid (1904).
 - *Emil Fischer* in Berlin (1908).
 - *Jakob Heinrich van't Hoff* in Berlin (1910).

Verstorbene Inhaber:

- Emil du Bois-Reymond* (Berlin, 1892).
Karl Weierstrafs (Berlin, 1892).
Robert Bunsen (Heidelberg, 1892).
 Lord *Kelvin* (Netherhall, Largs, 1892).
Rudolf Virchow (Berlin, 1898).
 Sir *George Gabriel Stokes* (Cambridge, 1900).
Henri Becquerel (Paris, 1906).

Inhaber der Leibniz-Medaille.

a. Der Medaille in Gold.

- Hr. *James Simon* in Berlin (1907).
 - *Ernest Solway* in Brüssel (1909).
 - *Henry T. von Böttinger* in Elberfeld (1909).
Joseph Florimond Duc de Loubat in Paris (1910).

b. Der Medaille in Silber.

- Hr. *Karl Alexander von Martius* in Berlin (1907).
 - *A. F. Lindemann* in Sidmouth, England (1907).
 - *Johannes Bolte* in Berlin (1910).
 - *Karl Zeuner* in Berlin (1910).
 - *Albert von Le Coq* in Berlin (1910).
 - *Johannes Ilberg* in Wurzen (1910).
 - *Max Wellmann* in Potsdam (1910).
 - *Robert Koldewey* in Babylon (1910).
 - *Gerhard Hessenberg* in Breslau (1910).

Beamte der Akademie.

Bibliothekar und Archivar der Akademie: Dr. *Köhnke*.

Bibliothekar und Archivar der Deutschen Commission: Dr. *Behrend*.

Wissenschaftliche Beamte: Dr. *Dessau*, Prof. — Dr. *Harms*, Prof. — Dr. *von Fritze*. —

Dr. *Karl Schmidt*, Prof. — Dr. Frhr. *Hiller von Gaertringen*, Prof. — Dr. *Ritter*.

Gedächtnisrede auf Friedrich Kohlrausch.

Von

H^m. H. RUBENS.

Gehalten in der öffentlichen Sitzung am 30. Juni 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 16. Juli 1910.

Friedrich Kohlrausch wurde der deutschen Wissenschaft am 17. Januar d. J. durch den Tod entrissen. Mit ihm ist einer der großen Männer dahingegangen, welchen der mächtige Bau der modernen Physik seine Aufrichtung verdankt. Uns Hinterbliebenen ist es Pflicht und Trost, die großen Verdienste des Verstorbenen zu verstehen und zu würdigen.

Friedrich Kohlrausch hat unserer Akademie 11 Jahre als korrespondierendes Mitglied, 10 Jahre als ordentliches Mitglied und 5 Jahre als Ehrenmitglied angehört. Er entstammt einer alten Gelehrtenfamilie, welche seit mehreren Generationen bedeutende Männer hervorgebracht hat. Sein Großvater Heinrich Friedrich Theodor, geboren 1780 in Landolfshausen bei Göttingen, war ursprünglich Theologe und widmete sich später vorwiegend der Geschichtswissenschaft und Pädagogik. Seine deutsche Geschichte, ein viel gelesenes zweibändiges Werk, hat die stattliche Zahl von 16 Auflagen erreicht. Er starb 1867 in hohem Ansehen, nachdem er lange als Chef des Oberschulkollegiums zu Hannover gewirkt hatte. Sein Sohn Rudolf, geboren 1809 in Göttingen, studierte in seiner Vaterstadt, in welcher damals das Doppelgestirn Gauß und Weber leuchtete, Physik und Mathematik. Er wurde 1833 Lehrer an der Ritterakademie zu Lüneburg und lehrte dann nacheinander an den Gymnasien zu Rinteln, Cassel und Marburg, wo er zugleich als Professor extraordinarius an der Universität Vorlesungen hielt. 1857 folgte er einem Ruf als ordentlicher Professor nach Erlangen; doch ist ihm daselbst nur eine kurze Zeit des Wirkens beschieden gewesen. Schon im darauffolgenden Jahre raffte ein inneres Leiden den im besten Mannesalter stehenden Forscher nach längerem Krankenlager dahin. Rudolf Kohlrausch hat sich durch seine berühmte, in Gemeinschaft mit Wilhelm Weber ausgeführte Messung des Verhältnisses der elektrostatischen und elektromagnetischen Stromeinheit ein bleibendes Denkmal in der Geschichte unserer Wissenschaft errichtet. Seinem Sohne Friedrich aber war es beschieden, den angestammten väterlichen Namen zu noch höherem Ansehen zu bringen.

Geboren am 14. Oktober 1840 zu Rinteln, bestimmten ihn natürliche Veranlagung und das väterliche Beispiel dazu, sich gleichfalls der Physik zu widmen. Er studierte in Erlangen und Göttingen und geriet dort, ebenso wie sein Vater unter den Einfluß der machtvollen Persönlichkeit Wilhelm Webers. 1863 promovierte er mit einer Arbeit über die elastische Nachwirkung und erhielt bereits im folgenden Jahre einen Ruf als Dozent an den Physikalischen Verein zu Frankfurt a. M., eine bescheidene Stellung, welche ihm aber reichlich Zeit zu eigenen Arbeiten gewährte. Über die äußeren Hilfsmittel, welche ihm das Frankfurter Laboratorium darbot, erfahren wir einiges Charakteristische aus einem Briefe, welchen er 1908 an den Physikalischen Verein gelegentlich der Einweihung des neuen Laboratoriums richtete. Er schreibt:

»Damals, in den Jahren 1864—66, hatte Kollege Boettger¹ eine Höhle neben dem Hörsaal, einer anderen Höhle; und auf der anderen Seite vom Hörsaal bildete eine dritte Höhle die Physikalische Sammlung mit mir. Außer diesem Raum stand mir ein Zimmer im dritten Stock zur Verfügung. Es war also dafür gesorgt, daß der junge Physiker reichlich Bewegung hatte, um gesund zu bleiben, welche letzteres in der Tat erzielt wurde. Und erzogen wurde er zu einfachen Ansprüchen, und zwar solchen, die ihn bis auf die Reinigungsarbeiten, zu denen täglich ein Frankfurter Militärinvalide einmal erschien, ganz auf sich selbst anwies, einschließlich teilweise der Ofenheizung. In Summa Zustände, die der jetzigen Generation als unmöglich erscheinen würden.

Die Einfachheit brachte aber auf der anderen Seite den unschätzbaren Vorteil, daß man durch Verwaltung und andere Nebendinge nicht belästigt wurde. Alles in allem, hätte ich heute zwischen einem glänzenden Institut zu wählen und den damaligen Höhlen, ich würde mich vielleicht für die letzteren entscheiden.«

Hier tritt Kohlrauschs einfacher und bescheidener Sinn, welcher eine der wesentlichsten Seiten seines Charakters bildete, in besonders gewinnender Weise hervor.

Im Jahre 1866 folgte Kohlrausch einem Ruf als außerordentlicher Professor nach Göttingen, wo er in Gemeinschaft mit Wilhelm Weber eine intensive Lehr- und Forschertätigkeit ausübte. Seine weitere Lauf-

¹ Dozent für Chemie an dem Physikalischen Verein.

bahn führte ihn 1870 als Ordinarius an das Polytechnikum in Zürich, 1871 in gleicher Eigenschaft an die Technische Hochschule in Darmstadt, 1875 endlich als Nachfolger August Kundts an die Universität in Würzburg, an welcher er 13 Jahre hindurch eine glückliche Lehr- und Forschertätigkeit entfaltetete. Diese Zeit seiner Würzburger Professur ist in wissenschaftlicher Beziehung die fruchtbarste seines Lebens geworden. Hier hat er seine berühmten Versuche über elektrische Maßbestimmungen und über die Leitfähigkeit der Elektrolyte vollendet; hier ist es ihm zuerst möglich gewesen, in dem neuerbauten physikalischen Institut den systematischen Laboratoriumsunterricht in der von ihm angestrebten Weise durchzuführen. Als August Kundt 1888 nach Berlin berufen wurde, gelang es der Straßburger Fakultät, Kohlrausch zur Annahme der frei gewordenen Professur zu bestimmen, und als sechs Jahre später August Kundt der Wissenschaft durch einen jähen Tod entrissen wurde, erging wiederum an Kohlrausch der Ruf, den verwaisten Lehrstuhl an der Berliner Universität zu besetzen. Die Frage, ob er diesem ehrenvollen Ruf folgen solle, ob es für ihn richtig sei, die größere Ruhe und geistige Konzentration, welche die kleinere Universität bietet, gegen die in mancher Beziehung großartigere Lehrtätigkeit an der Riesenuniversität der Reichshauptstadt zu vertauschen, hat ihn lange und intensiv beschäftigt. Aber kaum war Friedrich Kohlrausch nach reiflicher Überlegung zu einem ablehnenden Bescheid gelangt, als er von neuem vor diese Frage in etwas veränderter Form gestellt wurde. Wenige Monate nach August Kundts Tod verlor die deutsche Wissenschaft auch denjenigen Mann, welcher neben Galilei und Newton als der größte Meister der Physik angesehen werden muß, Hermann von Helmholtz. Es ergab sich die Notwendigkeit, unter den Physikern Deutschlands nach einem geeigneten Präsidenten der physikalisch-technischen Reichsanstalt Umschau zu halten, und hier konnte die Wahl nicht zweifelhaft sein. Gerade auf dem hier in Betracht kommenden Gebiete der exakten Messungen hatte Kohlrausch in Deutschland nicht seinesgleichen. Als Nachfolger von Helmholtz an die Reichsanstalt berufen, hat er sich der Verpflichtung, sein vielseitiges Wissen und die reichen Schätze seiner Erfahrung in den Dienst dieses wohl einzig in der Welt dastehenden Forschungsinstituts zu stellen, nicht entziehen mögen. Zehn Jahre hindurch hat er sich mit der ihm eigenen Pflichttreue dem großen Werke gewidmet, und es darf ihm das hohe Lob gespendet werden, daß

es ihm gelungen ist, die Reichsanstalt während dieser Zeit auf der gleichen Höhe wissenschaftlichen Ansehens und Ruhmes zu halten, welche sie unter seinem großen Vorgänger eingenommen hatte. Leider war jedoch Kohlrauschs zarte Gesundheit der großen Arbeitslast, welche ihm insbesondere der Verwaltungsapparat des weitverzweigten Betriebes aufnötigte, auf die Dauer nicht gewachsen. So kam es, daß er im Jahre 1905 von seinem Amte zurücktrat, um den Rest seines Lebens der Pflege seiner Gesundheit und der geliebten wissenschaftlichen Forschungsarbeit im stillen Laboratorium, fernab von dem Getriebe der Großstadt, zu widmen. Er wählte Marburg als Aufenthaltsort, welches ihm von der Jugendzeit her vertraut war. Dort richtete ihm Professor Richarz in den Räumen des physikalischen Universitätsinstituts ein gutes Privatlaboratorium ein. Von Marburg aus hatte es Kohlrausch auch nicht weit zu dem ihm ans Herz gewachsenen Jugendheim an der Bergstraße, wo er über 40 Jahre lang gegenüber dem Wechsel seiner Aufenthaltsorte gleichsam eine zweite ruhende Heimat gefunden hatte. Sein Gesundheitszustand hatte sich sichtlich gebessert, und das Erscheinen einer Reihe von interessanten Abhandlungen bewies, daß auch seine alte Schaffensfreudigkeit nicht geschwunden war. So traf Friedrich Kohlrauschs plötzlicher Tod, welcher ihn kurz vor der Vollendung seines 70. Lebensjahres dahinraffte, seine Fachgenossen und Freunde völlig überraschend. Zu seinem 70. Geburtstage hatten ihm seine Schüler und Kollegen eine großartige Ehrung vorbereitet. Das unerbittliche Schicksal hat diesen freudigen Ausdruck dankbarer Verehrung für den lebenden Forscher in eine Gedenkfeier für den großen Toten verwandelt.

Kohlrauschs wissenschaftliche Arbeiten ließen von Anfang an die Eigenart seiner Begabung klar und deutlich hervortreten. Zwar verfügte er über ein bedeutendes theoretisches Wissen, welches ihm insbesondere in der Auswahl der Probleme von Nutzen war, aber stets ist sein Ziel in erster Linie auf die Feststellung des Tatbestandes gerichtet gewesen. Überraschend groß ist auch die Zahl neuer experimenteller Methoden und sinnreich konstruierter Meßinstrumente, mit welchen er die Physik bereichert hat. Die Geschicklichkeit und Sorgfalt, mit welcher Kohlrausch diese Instrumente und Methoden selbst anzuwenden verstand, ist wohl von keinem Physiker übertroffen worden. Mit berechtigtem Stolge dürfen wir auf diesem Gebiete unseren Friedrich Kohlrausch mit dem großen französischen

Meister der physikalischen Meßkunde Henri Victor Régnault auf eine Stufe stellen.

Unter Friedrich Kohlrauschs metrologischen Arbeiten sind in erster Linie seine Ohmbestimmung und die in Gemeinschaft mit seinem Bruder Wilhelm 1885 ausgeführte Messung des elektrochemischen Äquivalents des Silbers zu nennen. Die große Bedeutung dieser beiden klassischen Untersuchungen liegt nicht nur in der bewundernswerten Genauigkeit des gewonnenen Zahlenergebnisses, welche durch neuere Arbeiten nicht übertroffen worden ist; ein fast ebenso großer Nutzen ist in der für die gesamte Physik äußerst wichtigen Durchbildung der erdmagnetischen Meßmethoden und in der Konstruktion bequemer und genauer magnetischer Meßinstrumente zu erblicken, welche in jenen Arbeiten zur Anwendung gelangten. Auch verdanken wir ihnen dasjenige Verfahren zur Vergleichung kleiner Widerstände, welches bis auf den heutigen Tag als das beste gilt, die Methode des übergreifenden Nebenschlusses.

Aus der Fülle seiner übrigen Arbeiten sollen an dieser Stelle nur wenige hervorgehoben werden, welche einen besonders großen Einfluß auf die Entwicklung unserer Wissenschaft ausgeübt haben.

Wertvollen Einblick in ein bis dahin wenig aufgeklärtes Gebiet gewährte Kohlrauschs Untersuchung über Thermoelektrizität, Wärme- und Elektrizitätsleitung. Angeregt durch einen zuerst von seinem Freunde L. Hermann in Zürich ausgesprochenen Gedanken, hat Kohlrausch den erfolgreichen Versuch unternommen, die elektromotorische Kraft der Thermo-elemente nicht, wie bis dahin üblich, durch einen in der Kontaktfläche der aneinander grenzenden Metalle sich abspielenden Vorgang darzustellen, sondern die beobachteten Erscheinungen auf Grund der Annahme zu beschreiben, daß mit jedem Wärmestrom in bestimmtem, von der Natur des Leiters abhängigen Maße ein elektrischer Strom verbunden sei. Er ergänzte diese Hypothese durch die weitere Annahme, daß durch einen elektrischen Strom auch die Wärme in bestimmter Weise mitbewegt würde. Es findet dann nicht nur das Auftreten des bekannten Peltierschen Phänomens seine Erklärung, sondern die Kohlrauschsche Strömungstheorie ist auch imstande, über den sogenannten Thomsons Effekt Aufschluß zu geben, was die Kohlrauschsche Erklärungsweise der Thermoelektrizität durch eine auf die ältere Theorie nicht zu leisten vermochte. Erst in neuester Zeit ist der modernen Elektronentheorie fußende Anschauung abgelöst worden, welche

wir in erster Linie Paul Drude verdanken. Aber auch die Drudesche Theorie erklärt die Thermokräfte und den Peltiereffekt nicht durch Vorgänge in der Grenzfläche, sondern durch Bewegung der Elektronen in den Leitern selbst. Sie schließt sich in diesem Punkte der Anschauung Kohlrauschs an und darf in diesem Sinne als eine Weiterentwicklung derselben angesehen werden.

Aber auf keinem Gebiete ist der Name Friedrich Kohlrauschs so innig mit der Geschichte unserer Wissenschaft verknüpft wie in der Lehre von der elektrolytischen Leitung. Die Verdienste, welche er sich um diesen Zweig der physikalischen Forschung erworben hat, sind allein ausreichend, um ihm einen Ehrenplatz in der Reihe der ersten Experimentatoren aller Zeiten zu sichern. Es ist erforderlich, hier auf diese Untersuchungen etwas näher einzugehen.

Während man über den Widerstand metallischer Leiter seit Ohms epochemachender Entdeckung in weitgehendem Maße unterrichtet war, lagen auf dem Gebiete der elektrolytischen Leitung, als sich Kohlrausch diesem Gegenstande zuerst widmete, außer einigen spärlichen Zahlen von Beetz und Paalzo w keine Angaben vor. Durch Verwendung von Wechselstrom an Stelle des bis dahin ausschließlich angewendeten Gleichstroms gelang es Kohlrausch mit einem Schlage, die größte Schwierigkeit, welche erfolgreichen Messungen auf diesem Gebiet entgegengestanden hatte, nämlich die Einwirkung der Polarisation, vollkommen zu beseitigen und damit ein großes neues Gebiet der Forschung zu erschließen. Er begann diese berühmte Reihe von Experimentaluntersuchungen mit einer sorgfältigen Prüfung des Ohmschen Gesetzes für Leiter zweiter Klasse. Es gelang ihm im Jahre 1869 in Gemeinschaft mit W. A. Nippoldt den Nachweis zu führen, daß bis herab zu elektromotorischen Kräften von $\frac{1}{429000}$ Grove das Ohmsche Gesetz innerhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler für Elektrolyte Geltung besitzt. Als Beispiel für die Anwendung seiner neuen Methode, bei welcher ein Sinusinduktor als Stromquelle, ein Weberisches Elektrodynamometer als Meßinstrument verwendet wurde, bestimmte er das Leitvermögen der Schwefelsäure bei verschiedener Konzentration. Im Jahre 1875 war Kohlrauschs Wechselstrommethode zur Bestimmung des elektrolytischen Leitvermögens schon so weit verbessert, daß nach des Autors eigenen Worten »von den drei Größen, deren Messung gefordert wird, nämlich Prozentgehalt, Temperatur und elektrolytischer Widerstand,

der letztgenannte bei gleichem Aufwand von Sorgfalt die geringsten Fehlerquellen enthält«. Es wurden 35 Salzlösungen bei drei verschiedenen Temperaturen untersucht. 1876 kam eine große Zahl von Säuren hinzu, 1879 weitere 158 Lösungen von 40 verschiedenen Körpern. Auch wurden in demselben Jahre drei wichtige experimentelle Verbesserungen eingeführt: die Vergrößerung der Elektrodenflächen durch Überziehen mit Platinschwarz, die Verwendung des Induktoriums mit Neef'schem Hammer an Stelle des Sinusinduktors und der Ersatz des Elektrodynamometers durch das Bellsche Telephon. Das nunmehr vorliegende gewaltige Beobachtungsmaterial gestattete schon eine ziemlich gute Übersicht und ließ ein Gesetz von fundamentaler Wichtigkeit erkennen, welches aussagt, daß innerhalb einer stark verdünnten Lösung einer jeden Ionengattung ein ganz bestimmter Widerstand zukommt, dessen Größe von der Zusammensetzung des Moleküls unabhängig ist, aus welchem sich das Ion durch Dissoziation gebildet hat. Ist der Widerstand einer jeden Ionenart ein für allemal bestimmt, so läßt sich daraus das Leitvermögen verdünnter Lösungen berechnen. Dieses Gesetz von der unabhängigen Wanderung der Ionen bildet heute die Grundlage unserer Anschauung auf dem Gebiet der elektrolytischen Leitung und ist deshalb auch für die physikalische Chemie von großer Bedeutung.

Unter Kohlrauschs elektrolytischen Arbeiten beansprucht die in Gemeinschaft mit Hrn. Heydweiller angestellte Untersuchung der Leitfähigkeit des reinen Wassers besonderes Interesse. Durch Eindestillieren des Wassers in Glasgefäße unter Luftabschluß, welche durch lange Berührung mit Wasser fast alle löslichen Bestandteile der Wände abgegeben hatten, war es den Verfassern möglich, ein Wasser von nie dagewesener Reinheit, entsprechend geringem Leitvermögen und hohem Temperaturkoeffizienten zu erzielen. Es ergab sich, daß dieses Wasser etwa 200mal schlechter leitete, als das unter gewöhnlichen Bedingungen an der Luft destillierte, und es ließ sich theoretisch berechnen, daß es sich in seinem Leitvermögen von dem absolut reinen Wasser nur noch um etwa 10 Prozent unterschied.

Kohlrausch hat in einem besonderen Werk, welches er 1898 zusammen mit Hrn. Holborn veröffentlichte, die experimentellen Methoden zur Bestimmung des Leitvermögens von Elektrolyten, das gesamte auf die moderne Widerstandseinheit umgerechnete Beobachtungsmaterial und die theoretischen Folgerungen, welche sich aus den Versuchsergebnissen ziehen lassen, in übersichtlicher Weise zusammengestellt. Die imponierende Größe des

von Kohlrausch geschaffenen Werks tritt uns in diesem Buche besonders klar vor Augen.

Der Einfluß, welchen Kohlrausch auf unsere Wissenschaft ausgeübt hat, ist jedoch keineswegs auf seine Forschertätigkeit beschränkt geblieben. Als Lehrer gehört er zu den großen Reformatoren, denen wir die Durchbildung des modernen physikalischen Laboratoriumsunterrichts verdanken. Hierzu haben nicht nur die von ihm selbst abgehaltenen Vorlesungen und Übungen, sondern in erster Linie sein klassisches Lehrbuch der praktischen Physik beigetragen.

Als Kohlrausch in Göttingen die ersten praktischen Übungen abhielt, waren die Anfänge eines systematischen physikalischen Laboratoriumsunterrichts wohl nur bei Magnus in Berlin und bei Neumann in Königsberg vorhanden. Erwiesen sich schon die Apparatsammlungen der meisten physikalischen Kabinette für die Zwecke physikalischer Übungen als unzureichend, so war dies doch in noch viel höherem Grade von den vorhandenen Lehrbüchern zu behaupten. Bei der Lösung der meisten Aufgaben war der Praktikant genötigt, sich die erforderlichen praktischen Anweisungen aus den Originalabhandlungen zusammenzusuchen. Diese Schwierigkeit hatte Kohlrausch dazu veranlaßt, eine kleine Aufgabensammlung mit kurzen theoretischen und praktischen Erörterungen für den speziellen Gebrauch der unter seiner Leitung arbeitenden Praktikanten zusammenzustellen. Erst viel später entschloß er sich dazu, auf den Rat seines Lehrers Wilhelm Weber, dieses Werk unter dem Titel eines Leitfadens der praktischen Physik der Öffentlichkeit zu übergeben. Seit dieser Zeit ist mehr als ein Menschenalter vergangen. In elf Auflagen hat dieses in seiner Art einzig dastehende Werk auf die Entwicklung der Physik hervorragenden Einfluß ausgeübt. Daß es dabei im Laufe der Zeit, den Fortschritten der Wissenschaft folgend, an Inhalt und auch an Umfang zunehmen mußte, war unvermeidlich. Aus dem »Leitfaden« ist ein stattliches »Lehrbuch« geworden. Aber Kohlrausch hat es meisterhaft verstanden, trotz des bedeutend erweiterten Inhalts den Umfang des Lehrbuchs in mäßigen Grenzen zu halten.

Einen wie großen Teil seiner Lebensarbeit Kohlrausch auf die wissenschaftliche Durcharbeitung seines Lehrbuchs verwendet hat, geht am besten aus seinen eigenen Worten hervor, mit welchen er die Vorrede zu der letzten, in diesem Jahre erschienenen Auflage beginnt. Diese Worte lauten:

»Jeder muß schließlich mit dem Geschick rechnen, daß seine Kräfte eine bisher gewohnte Arbeit nicht mehr leisten, und es wird kaum eine falsche Prognose sein, wenn ich, ungeachtet der vielseitigen und hingebenden Unterstützung, bei einer etwaigen künftigen Auflage jenen Zeitpunkt für den Verfasser als eingetreten erachte. Es empfiehlt sich deswegen, zur Sicherheit Abschied zu nehmen von dieser Arbeit, die sich zudem in 40 Jahren, getrieben durch die Entwicklung des Unterrichts und der Forschung so erweitert und zu einem so starken Bruchteil der Lebenstätigkeit ausgewachsen hat, daß der Verfasser zweifelt, ob er sie mit dieser Aussicht unternommen haben würde.«

Es klingt in diesen Worten wie Todesahnung. Kurze Zeit nach ihrer Niederschrift hat uns der Tod des großen Mannes beraubt, welcher bis dahin der Stolz unserer Wissenschaft und eine Zierde unserer Akademie gewesen war.

Seine wissenschaftlichen Werke sichern ihm Unsterblichkeit. Solange es Menschen geben wird, welchen Freude am Erkennen eigen ist, welche Verständnis für die großen Ziele unserer Wissenschaft besitzen und Hochachtung empfinden vor der ehrlichen Gelehrtenarbeit im großen wie im kleinen, wird Friedrich Kohlrauschs Name unvergessen sein. Uns aber, die wir des Glückes teilhaftig geworden sind, ihm als Freunde, Kollegen und Schüler näherzutreten, uns wird sein gütiges Herz, sein einfaches und vornehmes Wesen, seine edle Persönlichkeit einen nicht weniger tiefen und bleibenden Eindruck hinterlassen.

Gedächtnisrede auf Hans Heinrich Landolt.

Von

H^{rn}. J. H. VAN'T HOFF.

Gehalten in der öffentlichen Sitzung am 30. Juni 1910.
Zum Druck eingereicht am 24. November, ausgegeben am 16. Januar 1911.

Zürich (1831—1853).

Am 15. März schied Hans Heinrich Landolt, der Älteste unserer chemischen wissenschaftlichen Generation, der Altmeister der physikalischen Chemie, von uns. Er war am 5. Dezember 1831 in Zürich geboren und hat also das hohe Alter von 78 Jahren erreicht, doch wurde ihm das Glück zuteil, sich nicht überlebt zu haben. Nicht müde und vergessen von seinen Zeitgenossen hat er sich nach ewiger Ruhe gesehnt; nein, fröhlich und arbeitsfroh, rastlos bis zum letzten Tage, wurde er von dem Friedebringer überrascht, der ihm sanft und mild die Feder aus der Hand nahm, nachdem das große Werk soeben vollendet war. Tätig und lebendig wirkend bis zuletzt, so wird Landolt im Gedächtnis der wissenschaftlichen Gefährten, im Herzen der Freunde und Verwandten fortleben.

»Landolt war ein Sproß derselben alten und angesehenen Züricher Patrizierfamilie, der auch jener Salomon Landolt, 'der Landvogt von Greifensee', angehörte, den Gottfried Keller in seinen 'Züricher Novellen' so köstlich geschildert hat. In seiner ganzen Persönlichkeit war diese Abstammung unverkennbar ausgeprägt: schlicht und aufrecht, einfach und doch vornehm vom Scheitel bis zur Sohle, frei in Denken, Fühlen und Handeln, ohne irgendwelchen religiösen oder politischen Aberglauben, war Landolt das Urbild des tüchtigen, freien Schweizer Bürgers.« Diese trefflichen Worte des langjährigen Mitarbeiters von Landolt, Prof. Brühl, mögen das Bild des allverehrten und geliebten Kollegen einleitend zur Lebensskizze bei diesem feierlichen Anlaß noch einmal bringen.

Landolts in Zürich verlebte Jugend war eine überaus schöne und sorglose. Er war von früh auf fleißig und zeigte alsbald seine wissenschaftliche Neigung, indem er auf dem Gute seiner Großeltern sich leidenschaftlich, auf Kosten von Vorhängen und Decken, mit chemischen Versuchen und Feuerwerken beschäftigte; die Flamme und das Licht sollten bekanntlich nachher öfters seine größeren Arbeiten heherrschen.

Mit neunzehn Jahren bezog Landolt die Universität in seiner Vaterstadt zum Studium der Chemie und Physik, erstere unter Löwig; und in demselben Jahre erschien noch seine Erstlingsarbeit über »Stibmethyl« in den »Schriften der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich«. Bei Löwig alsbald Assistent geworden, folgte er demselben dann 1853 nach Breslau, um damit ständig die Schweiz zu verlassen. Hierzu möge beigetragen haben, daß Landolt früh elternlos geworden war: aber er hielt die Bande mit seiner Vaterstadt durch alljährlichen Besuch und Pflege der vielen persönlichen Beziehungen aufrecht.

Breslau, Berlin und Heidelberg (1853—1856).

Eingeleitet durch die Übersiedlung nach Breslau, folgen nun Landolts Wanderjahre, die ihn über Berlin und Heidelberg für kurze Zeit wieder nach Breslau zurückführten.

Zunächst erhielt er noch 1853 in Breslau unter seinem damaligen Chef Löwig auf Grund einer Inauguraldissertation »Über die Arsenäthyle« den philosophischen Doktorgrad. Diese sich der Erstlingsarbeit anschließende Leistung wurde bekanntlich für die Valenzlehre von großer Bedeutung. Dann wurde die Reise nach Berlin angetreten, besonders veranlaßt durch die dortige Anwesenheit von Mitscherlich, Rose, Johannes Müller und Dubois, deren Vorlesungen er hörte. Nur die Gelegenheit zu experimentellen Arbeiten in einem chemischen Laboratorium war hier damals kaum vorhanden; und so wurde alsbald Berlin mit Heidelberg vertauscht, wo eben Bunsen in einem neuen Institut zu wirken angefangen hatte, dessen Persönlichkeit Landolt wohl schon in Breslau gefesselt hatte.

Die Heidelberger Zeit, besonders Bunsens Einfluß, ist wohl für Landolts Ausbildung maßgebend gewesen, und gern und oft verweilte er noch in den späteren Jahren bei derselben und bei Bunsens Eigenart, die der seinigen wohl in vieler Hinsicht nahe stand. Aber auch der sonstige Verkehr bot überaus viel, wie es mir von noch überlebenden Freunden, Quincke und Roscoe, mitgeteilt wird:

»Mit von Pebal hatte er zusammen in der Meierei neben dem alten chemischen Laboratorium in der Hauptstraße seine Wohnung. Am gemeinsamen Mittagstisch im Bayrischen Hof beteiligten sich alsdann unter andern noch Lothar Meyer, August Kekulé, Beilstein, Dr. Bahr (später

Adjunkt in Upsala), Frapolli (später in Mailand), Pavesi (später in Pavia), Goupillat (später in Sèvres) und auch der hiesige Adolf Wagner. Im kleinen Gaszimmer mit zwei Arbeitsplätzen im neuen Institut arbeiteten damals Landolt und Quincke zusammen.

Nach vorübergehender Beschäftigung mit der elektrolytischen Darstellung von Kalzium und Lithium untersuchte dann Landolt die Gase der Lampe, welche im Winter 1854/1855 von Bunsen konstruiert worden war. Das gemeinsame Arbeiten mit Quincke, wozu sich Sonnabends und Sonntags Ausflüge in die Umgebung gesellten, verband alsbald beide durch eine Freundschaft, die nur der Tod löste.

1856 erfolgte dann die Rückreise nach Breslau, wo auch Lothar Meyer und Beilstein alsbald eintrafen, und in demselben Jahre erwarb Landolt die *Venia legendi* in Chemie durch seine Habilitationsschrift über »Chemische Vorgänge in der Flamme der Leuchtgase«.

Bonn (1857—1869).

Schon im Jahre 1857 wurde der erst 26jährige Forscher von Breslau weg, als jüngster Extraordinarius Preußens, an die Universität Bonn berufen. Die Chemie war damals dort durch Bischof, ordentlichen Professor der Chemie und Technologie, und durch Baumert, die pharmazeutische Chemie durch Bergemann vertreten, zu denen Landolt bald in freundschaftliche Beziehungen trat. Dem Bonner Freundeskreis gehörten weiter an: Usener, Schönfeld, Pflüger und dann Landolts zeitweiliger Assistent Bettendorf sowie der bis zuletzt mit Landolt befreundete Schüler und Mitarbeiter Horstmann und viele andere. In der neuen Stellung begann Landolt seine großen grundlegend gewordenen Untersuchungen über den »Einfluß der atomistischen Zusammensetzung kohlenstoff-, wasserstoff- und sauerstoffhaltiger flüssiger Verbindungen auf die Fortpflanzung des Lichtes«; dieselben wurden 1862—1864 in Poggen dorfs Annalen der Physik und Chemie veröffentlicht und waren wohl mit angeregt von einem der vielen Bonner Freunde Landolts, Pflüger, und dem trefflichen Mathematiker und theoretischen Physiker Beer, dem Verfasser eines originellen Buches über höhere Optik. Diese Untersuchungen schlossen sich an ältere (1858) der Engländer Dale und Gladstone an, verfochten aber besonders die neuen Gesichtspunkte, welche die eben in Entwicklung gekommene Konstitutionslehre eröffnete; sie erlaubten dann

auch schließlich, das Lichtbrechungsvermögen der chemischen Moleküle aus demjenigen der elementaren Atome zu bestimmen, unter Mitberücksichtigung ihrer Bindungsweise. Landolt hat noch in späteren Jahren an diese schönen Jugendarbeiten angeknüpft. Nachdem nämlich durch die epochemachenden Untersuchungen von Hertz (1887—1888) die Wesensgleichheit von optischer und elektrischer Fortpflanzung nachgewiesen, und gezeigt worden war, daß Lichtwellen und elektrische Wellen sich lediglich durch allerdings ungeheure Größendifferenzen voneinander unterscheiden, nahm Landolt (1892) in Gemeinschaft mit Jahn jene alten Untersuchungen wieder auf, indem er aber nun die molekuläre Refraktion organischer Körper für Strahlen von sehr großer Wellenlänge, d. h. für elektrische Strahlen, der Messung unterzog. Im großen und ganzen ergaben sich für die elektrischen Wellen ähnliche Beziehungen wie für die Wellen des Lichts, jedoch mit verschiedenen merkwürdigen noch nicht genügend aufgeklärten Abweichungen.

In Bonn hatte Landolt schon frühzeitig (1859) sein sehr glückliches Familienleben begründet durch die Heirat mit Milla, geb. Schallenberg, einer liebenswürdigen und fröhlichen, einst wunderschönen und echt rheinischen Frauengestalt, der Tochter einer in Bonn ansässig gewordenen, ebenfalls der Schweiz entstammenden Familie.

Nach Bischofs Rücktritt wurde August Wilhelm Hofmann aus London nach Bonn berufen, auf dessen Andrängen in Bonn das damals umfangreichste chemische Institut der Welt entstand. Allein noch ehe der Bau vollendet war, folgte Hofmann einem Rufe nach Berlin, und an seine Stelle kam von Gent August Kekulé. Ihm und dem zum ordentlichen Professor beförderten Landolt, der inzwischen auch seine bekannten Arbeiten über die »Dampfspannung homologer Verbindungen« ausgeführt hatte, wurde 1867 die Direktion des neuen Instituts übertragen. In voller Eintracht wirkten die beiden so verschiedenartig veranlagten Gelehrten bei der Einrichtung ihres Laboratoriums zusammen. Doch schon im Jahre 1869 nahm Landolt einen Ruf an die neugegründete technische Hochschule in Aachen an, wo dann nach seinen Plänen ein stattliches chemisches Institut entstand.

Die Bonner Zeit blieb aber wohl in Landolts Erinnerung seine schönste Lebensperiode, und noch in den letzten Jahren dachte er sehr ernst daran, sich dort dauernd niederzulassen. Dazu ist es allerdings nicht gekommen, aber seine letzte Ruhestätte hat er sich dort gewählt.

Aachen (1867—1880).

In Aachen war zunächst Landolts Aufgabe der Bau des neuen Instituts. Unterstützt von seinem Assistenten, dem damaligen Privatdozenten Brühl, wurde bei diesem Bau das Allerbeste erstrebt, vielleicht mit einer kleinen Übertreibung, da dem Neubau für den vorübergehenden Besucher eine gewisse Komplikation nicht abzusprechen war. Von meiner persönlichen Besichtigung mit Rücksicht auf eigenen Neubau erinnere ich mich z. B., daß der Heizer von den unteren Räumen aus Gelegenheit hatte, durch eine Serie Thermometer, welche heruntergezogen werden konnten, die Temperatur in den oberen Räumen zu kontrollieren; derselbe gestand mir aber, diese Einrichtung nie zu gebrauchen und mehr nach dem Gefühl zu arbeiten. Andererseits aber wurde Grundlegendes erzielt, und die Anwendung des Projektionsapparats mit elektrischer Beleuchtung zu Vorlesungszwecken ist wohl wesentlich durch Landolt zum unentbehrlichen Demonstrationsmittel im Hörsaal geworden.

Die Untersuchungen bewegen sich auf dem Gebiet, das die damalige physikalische Chemie charakterisierte: Beziehungen zwischen physikalischen Eigenschaften und chemischer Zusammensetzung. Nur wurde, wohl der mehr praktischen Seite einer technischen Hochschule entsprechend, diesmal das polarisierte Licht, das ja für die Zuckerindustrie unter anderm von größter Bedeutung ist, ins Auge gefaßt. Der Erfolg war ein durchschlagender. Die ausgezeichneten Arbeiten (»Über das Vermögen organischer Körper, das polarisierte Licht zu drehen«) brachten diese Disziplin zu einer wahren Vollendung; Landolt hat durch seine klassischen experimentellen Arbeiten auf diesem Gebiet, durch Verbesserung und Neukonstruktion der Polarisationsinstrumente, sowie durch sein mustergültiges Buch über »das optische Drehungsvermögen organischer Substanzen« (1879) seinen Namen in Wissenschaft und Technik weltbekannt gemacht; die zweite, 1898 von ihm besorgte Auflage dieses Werkes ist noch heute unbestritten das klassische, den ganzen Stoff mit seltener Zuverlässigkeit behandelnde Kompendium der Polarimetrie. Von den wissenschaftlichen Resultaten sei hervorgehoben das Gesetz, das wohl bleibend mit Landolts Namen verknüpft sein wird und nach welchem die Drehung von Salzen aktiver Säuren und Basen in wässriger Lösung für einen gegebenen aktiven Bestandteil unabhängig von der Salzart ist. Aber

auch die Stereochemie verdankt Landolt in den ersten Jahren des etwas erschwerten Emporkommens eine kräftige Stütze, als er seine, auf dem Gebiet der aktiven Körper unbestrittene Autorität zugunsten der neuen Lehre geltend machte.

Daß er aber, der Mann der voraussetzungslosen Wissenschaft, infolge gerade dieser seiner Leistungen, auch bei der Staatsverwaltung, in der Industrie und sogar bei den Landwirten Beachtung fand, rührt daher, daß der Polarisationsapparat, und das mit ihm gemessene optische Drehungsvermögen, als analytisches und zentralisierendes Hilfsmittel eine sehr wichtige Rolle spielt in der Fabrikation des Zuckers, der Alkaloide, der Terpene, Kampfer und Riechstoffe. Und wo sich die Industrie zu entwickeln beginnt, da ist bekanntlich auch der Steuer- und Zollbeamte gleich bei der Hand. So kam es denn, daß Landolt auch bei den Zöllnern und sogar bei den Agrariern bekannt wurde, mit denen ihn sonst keine sehr nahen Beziehungen verbanden. Damit hängt auch wohl zusammen, daß Landolt im Jahre 1880 vom preußischen Ministerium für Landwirtschaft an die neugegründete Berliner Landwirtschaftliche Hochschule berufen wurde.

Berlin (1880—1910).

Die an der Landwirtschaftlichen Hochschule verlebte Zeit (1880 bis 1891) brachte, neben einem nochmaligen Neu- und Umbau, 1883 die durch Sorgfalt und Zuverlässigkeit ausgezeichneten »Physikalisch-chemischen Tabellen«, in Gemeinschaft mit Prof. Börnstein bearbeitet. Die dritte Auflage (1905), für die auch Prof. Meyerhoffer als Mitherausgeber auftrat und deren Erscheinen durch eine tatkräftige Unterstützung der Berliner Akademie der Wissenschaften gefördert wurde, hat einen derartig unentbehrlichen Charakter, daß nunmehr durch internationale Vereinbarung, von den französischen Physiko-Chemikern angeregt, ein regelmäßiges Erscheinen derartiger Tabellen in Aussicht genommen ist, welche hoffentlich die so wertvolle Knappheit der Landoltschen Bearbeitung beibehalten werden. Der Umfang einer derartigen Zusammenstellung verlangt tatsächlich das Zusammenwirken vieler Kräfte; da schon die letzte Auflage der Tabellen neben den 3 Herausgebern nicht weniger als 45 Mitarbeiter in Anspruch nahm.

Inzwischen (1882) war auch Landolt als Mitglied in unsere Akademie aufgenommen. Seine kurze, aber inhaltsreiche Antrittsrede beantwortete du Bois-Reymond, und ein Passus dieser Antwort möge hier angeführt werden: »Die Fülle ausgezeichneter Gelehrten, womit die Schweiz heute Deutschland beschenkt, ist kulturhistorisch sehr merkwürdig. Wiederholt waren Schweizer ordentliche Mitglieder der Berliner Akademie, wie die Mathematiker und Astronomen Euler, der dritte Johann Bernouilli, Steiner und jener Sulzer, der lange vor Galvani hier den ersten galvanischen Versuch beschrieb.«

In dieser Zeit entstanden auch die ganz merkwürdigen Untersuchungen (in den Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1885/86 veröffentlicht) »Über die Zeitdauer der Reaktion zwischen Jodsäure und schwefliger Säure«. Diese Reaktion, bis zum heutigen Tage der sehr verlockenden Rechnung unzugänglich geblieben, gehört zu denjenigen, deren zeitlicher Verlauf sich am schärfsten experimentell fassen läßt, und die frappante, nach genau bestimmbarer Zeit plötzlich erfolgende Tiefblaufärbung fesselt sogar das große Publikum, wovon ich mich in der Gewerbeausstellung 1896 in Treptow bei einem Vortrag von Viktor Meyer überzeugen konnte.

1891 wurde dann Landolt als Nachfolger von Karl Rammelsberg Direktor des zweiten chemischen Instituts an der Universität Berlin, welche Stelle er bis zu seinem Rücktritt (1905), unter Verleihung der großen goldenen Medaille für Wissenschaft und Kunst, innehatte. Die in diese Zeit fallenden Versuche haben vorwiegend den Charakter von unendlichen Geduldsarbeiten und zielen weniger auf neue Gesichtspunkte und Wege hinaus als noch die letzterwähnte Arbeit.

Eine Reihe von allersorgfältigsten Schmelzpunktbestimmungen unter möglichster Reindarstellung von großen Substanzmengen leitete dieselbe ein und hing wohl zusammen mit der Bedeutung, welche die Schmelzpunktbestimmung allmählich für die Feststellung des Molekulargewichts gewonnen hatte. Dann folgte eine Versuchsreihe über die Frage, ob man kristallinen Körpern durch äußerste Verreibung das Kristallgefüge nehmen kann. Eine äußerst glückliche Idee, die Verfolgung der mit diesem Gefüge zusammenhängenden optischen Aktivität beim chlorsauren Natron, erlaubte, diese Frage scharf zu beantworten, was im verneinenden Sinn ausfiel und besagt, daß die damalige Verreibungsgrenze noch nicht entfernt an die Abtrennung von Molekül und Molekül heranreichte.

Die dritte, letzte und vielleicht am meisten Bewunderung abzwingende Versuchsreihe betraf dann die etwaige Gewichtsveränderung bei chemischen Vorgängen. Schon wiederholt angefaßt, von Lavoisier im Anfang des 19. Jahrhunderts und Staß zur Hälfte desselben, wurde das Problem zu Ende desselben Jahrhunderts nochmals mit den besten Hilfsmitteln und mehr als 10jähriger Ausdauer verfolgt. Sehr glücklich fiel diese Neuprüfung, welche bekanntlich mit negativem Resultat verlief, in die Zeit, wo die ganz unerwarteten Erscheinungen des Radiums die besterprobten Experimentalgesetze zu erschüttern schienen, merkwürdigerweise zu einer gewissen Genugtuung von ganz nahe Stehenden.

Um von dem Opfer, das bei diesen Versuchen von Landolt verlangt wurde, einen Eindruck zu bekommen, genügt es nicht, an die lange Dauer und die Genauigkeit, die von Fischer gelegentlich einmal dahin charakterisiert wurde, daß die Astronomie hier die Chemie ersetzt habe, hinzuweisen; man muß vielmehr bedenken, daß die Langeweile dasjenige ist, was der Durchschnittsmensch am schlechtesten verträgt, wie es der Fran- zose ausdrückt: »tous les genres sont bons, sauf le genre ennuyeux«, und gerade die Fähigkeit, von diesem Genre eine große Dose verdauen zu können, ohne an Aufmerksamkeit zu verlieren, war für Landolt die größte Notwendigkeit. Merkwürdig stimmte das zu seinem Charakter. Wiederholt läßt sich eben beobachten, von Regnault bis zu Beilstein, daß eine solche Begabung nur bei einer unverwüstlichen Selbstvergnügtheit besteht, welche die ganze Persönlichkeit von Landolt charakterisierte. Dann kam neben der Geduldfrage noch allerhand, das viele schon allein vollständig abschrecken würde; das Zentrum Berlins, wo Landolts Institut lag, ruht nämlich nur, wie es für die allerfeinsten Wägungen nötig ist, zweimal in 24 Stunden genügend aus. Das eine Mal am Tage, zur Zeit des Mittagstisches, das andere Mal früh morgens oder nach Mitternacht. Gerade zu dieser Zeit eine zweistündige Wägung durchzuführen, ist nicht jedermanns Sache. Als dann wiederum die Wage der Reparatur bedarf, und nur eine geeignete Persönlichkeit in Berlin dieser Aufgabe gewachsen war, schraubte diese Persönlichkeit die sehr komplizierte Wage auseinander und — starb. Doch genug von diesen kleinen Leiden. Landolt blieb unerschütterlich bei seinem guten Humor und hat der Nachwelt eine Arbeit geschenkt, die auf lange Zeiten hinaus monumental sein wird. Nicht unwesentlich war für deren Abschluß, daß die letzten Versuche in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt

(deren Kuratorium er angehörte) nach Landolts Rücktritt vom Institut durchgeführt werden konnten. Schon war auch zu gemeinschaftlicher Ausführung mit Quincke hier eine größere Neuarbeit geplant, aber zur Inangriffnahme kam es nicht. Die kleineren Arbeiten, die noch mit den Wägeversuchen zusammenhingen und die die Angaben von Zingelis widerlegten, daß Glas für Jod und dergleichen durchlässig sei, bildeten den Abschluß der Landoltschen wissenschaftlichen Lebensaufgabe, und sein letzter Bericht darüber wurde in der Kgl. Preußischen Akademie der Wissenschaften vor gar nicht langer Zeit verlesen, während er für Mai des nächsten Jahres einen zusammenfassenden Bericht über die Gewichtsbestimmung beabsichtigt hatte.

Landolts Persönlichkeit war eine ganz eigenartige, vorwiegend beherrscht durch einen nie versagenden, feinen, anspruchslosen Humor. Derselbe, welcher bei anderen öfters erst das Resultat einer langen Lebenserfahrung ist, war bei Landolt wohl angeborenes Talent, denn Roscoe beschrieb ihn schon aus der Heidelberger Zeit (1865) als »full of dry humour, aber etwas schweigsam«; auch seine damit zusammenhängende humoristisch angehauchte Gleichmäßigkeit, wenn es wissenschaftliche Fragen galt, rühmt schon Roscoe aus dieser Zeit. Dieser Humor hatte immer einen tieferen Grund, konnte persönlich sein, war aber nie verletzend, sogar besann sich Landolt nicht, zugunsten eines Scherzes ins eigene Fleisch zu schneiden, allerdings mit der Vorsicht, welche man ebenfalls als eine Landoltsche Eigenschaft bezeichnen kann; gelegentlich entfiel ihm z. B. die bekannte Auslassung über die doch von ihm vorwiegend gepflegte physikalische Chemie. Die dabei geübte Vorsicht besteht darin, daß Landolt gerade derjenige Physiko-Chemiker war, dem die gerügten Fehler am fernsten lagen, denn in der Ausarbeitung der Methode war er nach seiner eigenen Definition Physiker, und Chemiker in der Reindarstellung der Substanz; die Spitze, die nie fehlte, war offenbar gegen die neuere physikalische Chemie gerichtet, wo das Vorwiegen der Berechnung öfters den experimentellen Teil zu vernachlässigen droht.

Dieser feine Lebenshumor spielte sich aber noch in einer ganz anderen Seite der Landoltschen Lebensgeschichte ab. Wenig Schicksale wurden

so fast ohne Handumdrehen in glücklichster Weise gelenkt. Landolt machte nicht entfernt den Eindruck des Mannes, der kämpft und strebt, vielmehr desjenigen, dem so ziemlich alles gleich ist, dennoch kam der eine Erfolg vor und der andere nach, und nach kaum einjährigem Aufenthalt in Bonn hatte er, der anscheinend sich so ganz der Lichtbrechung dort widmete, schon eine der anziehendsten Erscheinungen als Frau erobert.

Bei einer festlichen Gelegenheit hörte ich unseren Kollegen Stumpf Landolt feiern als den Lebensphilosophen, und so steht auch sein Bild vor mir, ob es wissenschaftliche Fragen oder Lebensprobleme gilt. Schmerz blieb ihm weder in einem noch im anderen erspart, aber sofort erkannte er auch die heitere Seite, die für den feinen Kenner so manchem anklebt. Ernst war sicher im Grunde seines Charakters, und doch wußte er diesen Lebensernst so leicht zu tragen, daß er kaum mehr als Ernst erschien, und so verließ ihn kaum je ein feines Lächeln, das jeden gewann, und eine seiner großen stillen Kräfte gewesen ist. Fast schien es, als hätte das Leben für Landolt nur eine Sache, die allseitig ernst zu nehmen sei, und das war die Zigarre. Eine kleine diesbezügliche Geschichte aus den letzten Jahren möge hier eingeflochten sein, um so mehr als die Witwe sie zu diesem Zweck mir zur Verfügung stellte. Unser verehrter Sekretar Diels sandte an Landolt vor nicht langer Zeit einen Geburtstagswunsch, sagend, daß er ihm die Achtzig ebenso frisch wie diesen Geburtstag wünsche. Da ging Landolt gleich an seinen Schreibtisch, ihm folgendes antwortend:

Die freundlich gewünschten 80
Will in Geduld ich erharren,
Ich hoffe die Sache macht sich
Vermittels recht vieler Zigarren.

Und so hoffte er wirklich auch noch manches arbeiten zu können, wollte auch, wozu ihn Ostwald angeregt hatte, seine Lebenserinnerungen schreiben. Es ist schade, daß er dazu nicht kam, denn bei seinem guten Humor und seiner so klaren und einfachen Lebenserfassung, seiner Güte und seinem Wohlwollen, den vielen Beziehungen, wären es gewiß erfreuliche Skizzen geworden.

Landolts Natur war eine überaus rüstige; manches hat er bestanden ohne wesentliche Störung, und noch, wie erwähnt, im vorigen Jahr eine

größere Arbeit mit Quincke geplant. Nach einem Aufenthalt in Karlsbad, wo ihn eine Rippenfellentzündung überfiel, schien er, der in der Akademie öfters mein Nachbar war, mir aber nicht mehr der Frühere, war auch auffallend kurzatmig. Die Versuche mit Quincke wurden, weil die Aussicht doch zu unsicher schien, nicht aufgenommen. Dann aber übertrug er auch seine sämtlichen Apparate dem Sohne und Enkel und stellte die experimentelle Arbeit ganz ein.

Noch am 7. März, einem Montag, acht Tage vor dem Ableben, arbeitete Landolt ununterbrochen von $\frac{1}{2}$ 10 bis 2 Uhr, als er nachmittags plötzlich einen Erstickungsanfall erlitt, der sich am Abend wiederholte. Der Arzt befürchtete sofort das Schlimmste. Die bösen Anfälle wiederholten sich, Herzwirkung und Nieren versagten ganz und vergifteten den armen Körper, der von Schmerzen geschüttelt wurde trotz Morphium. Es waren Tage der Qual und Angst. Er klagte, warum, um zu sterben, er so leiden müßte, wollte aber mehrmals keine Morphiuminjektion, um mit seinem jüngsten Enkel (Erich Liebreich) über das, was an seiner Arbeit noch fehlte, zu sprechen, diktierte noch einiges, erklärte, in welchen Fächern noch Teile der Arbeit lägen, wurde dann aber ganz bewußtlos, litt und stöhnte dennoch. In der Nacht zum 15. März begann die Agonie, und er starb morgens 3 Uhr, keinen von den Seinigen mehr erkennend.

Eine Trauerfeier fand in Wilmersdorf statt an einem unfreundlichen Frühlingstag, aber in der kleinen Kirche lebte nochmals das warme, freundliche Mitempfinden auf, das Landolt immer um sich geweckt hatte, und fand in manchem vom Herzen kommenden Wort Ausdruck. Die Akademie beteiligte sich nach angenommenem Brauch durch einen stillen Kranz.

Indessen dies sollte nicht der endgültige Abschied sein. Landolts letzter Wille war anders: Bonn, wo der Rhein an die Schweizer Heimat erinnert, gleichzeitig eins der schönsten Fleckchen Erde auf deutscher Erde, wo Landolt seine erste Lebensstellung und seine Lebensgefährtin fand, Bonn sollte auch die letzte Ruhestätte sein.

Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen.

Von

H^{rn} II. LANDOLT †.

Ausführliche Bearbeitung der unter dem Titel:

»Untersuchungen über die fraglichen Änderungen des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper«

in den Sitzungsberichten der Akademie, Jahrg. 1893, S. 301—334, Jahrg. 1906, S. 266—298, Jahrg. 1908, S. 354—387, erschienenen drei Mitteilungen.

Vorgelegt von Hrn. Rubens in der Gesamtsitzung am 26. Mai 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 13. Oktober 1910.

Vorbemerkung.

Das Manuskript der vorliegenden Abhandlung fand sich beim Tode des Verfassers zum größten Teil druckfertig vor. Kapitel I, II, IV und vom Kapitel III Teil A und D bedurften nur der Durchsicht und geringer Änderungen redaktioneller Art. Der Rest wurde vom Unterzeichneten nach hinterlassenen Aufzeichnungen des Verfassers und seinen früheren Veröffentlichungen soweit als möglich ergänzt. Außer den in den Sitzungsberichten der Akademie enthaltenen Mitteilungen dienten hierzu folgende Publikationen: Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen (Abhandlungen der deutschen Bunsen-Ges. f. angew. physik. Chemie Nr. 1 [1909]); Über die Durchlässigkeit des Glases für Dämpfe (Zeitschr. f. physik. Chemie 68, 169 [1909]).

W. Marckwald.

Vorbemerkung des Verfassers.

Der Beweggrund zu der vorliegenden Bearbeitung lag zunächst in dem Umstande, daß in den bezeichneten drei Abhandlungen, besonders in der zweiten, nur die Endresultate der Versuche mitgeteilt worden sind, während die Beobachtungselemente wegen ihres großen Umfangs weggelassen werden mußten. Da die Kenntnis der letzteren zur Beurteilung des Zuverlässigkeitsgrades der Ergebnisse durchaus erforderlich ist, war eine nachträgliche Angabe derselben geboten. Zweitens erschien es wegen der verschiedenen Folgerungen, welche in den drei Abhandlungen aus den Versuchen gezogen worden waren, wünschenswert, eine Berichterstattung über die ganze Arbeit in der Form zu liefern, wie sie nach Abschluß sämtlicher Beobachtungen sich ergibt. Die hierbei gezogenen Endresultate stimmen mit denjenigen überein, welche bereits in der dritten Abhandlung mitgeteilt wurden.

Kapitel I. Einleitung.

A. Veranlassung zu der Arbeit.

Der erste Anstoß zu den vorliegenden Untersuchungen lag in Ansichten, welche über die alte Prout'sche Hypothese von der Ganzzahligkeit der auf Wasserstoff bezogenen Atomgewichte aufgestellt worden waren. Nachdem man dieselbe als nicht zutreffend erkannt hatte, wurde von Marignac¹ der Gedanke ausgesprochen, »daß man vielleicht Prout's Gesetz neben die Gesetze von Mariotte und Gay-Lussac stellen und damit die Existenz einer wesentlichen Ursache anerkennen könne, auf Grund deren alle Atomgewichte einfache Verhältnisse zeigen müßten, sowie ferner sekundärer Ursachen, welche leichte Störungen in diese Verhältnisse bringen«.

Eine Vermutung über die mögliche Art solcher störenden Einflüsse äußerte sodann 1872 Lothar Meyer, indem er in seinen »Modernen Theorien der Chemie«² sagt: »Es ist wohl denkbar, daß die Atome aller oder vieler Elemente doch der Hauptsache nach aus kleineren Elementarteilchen einer einzigen Urmaterie, vielleicht des Wasserstoffs, bestehen, daß aber ihre Gewichte darum nicht als vielfache voneinander erscheinen, weil außer den Teilchen dieser Urmaterie etwa noch größere oder geringere Mengen der vielleicht nicht ganz gewichtslosen den Weltraum erfüllenden Materie, welche wir als Lichtäther zu bezeichnen pflegen, in die Zusammensetzung der Atome eingehen. Es ist das eine Hypothese, die nicht unzulässig erscheint, und obwohl sie zur Zeit weder erwiesen noch widerlegt werden kann, doch vielleicht zukünftig lohnende Früchte zu tragen vermag, wenn auch für den Augenblick die Gewinnung solcher sich noch nicht erwarten läßt.« Diese Anschauung berührt auch zugleich das Lavoisier'sche Gesetz der Erhaltung der Masse, denn da der Äthergehalt verschiedener Elemente ungleich sein wird, müßte, wenn in einem Molekül sich

¹ Liebigs Ann. d. Chem. Suppl. IV, 206 (1865). — Arch. des sciences phys. et natur. Genève 24. 371 (1865).

² II. Aufl. (1872) S. 293. — V. Aufl. (1884) S. 135.

ein Atom durch ein anderes ersetzt, an der eintretenden Gewichtsänderung auch die veränderte Menge des ponderablen Äthers Anteil haben. Somit könnte der Fall eintreten, daß bei sehr genauer Wägung das Gesamtgewicht zweier Körper vor und nach ihrer chemischen Umsetzung nicht völlig gleich gefunden wird, indem eine gewisse Menge Äther aus- oder eingetreten ist.

D. J. Mendelejeff, welcher in seiner großen Abhandlung¹: »Versuch einer chemischen Auffassung des Weltäthers« letzteren als ein gasförmiges Element betrachtet, dessen Atomgewicht bezogen auf $H = 1$ zwischen 0.0,96 und 0.0,53 liegt, nimmt an, daß er ähnlich wie Helium und Argon unfähig sei, chemische Verbindungen mit anderen Körpern einzugehen.

Anstatt eine chemische Bindung des Äthers anzunehmen, hat man sich auch vorgestellt, daß die Atome von einer Schicht äußerst stark verdichteten und dadurch wägbaren Äthers umgeben seien. Diese Ansicht, welche namentlich von dem Botaniker C. v. Nägeli² in seiner Schrift: »Kräfte und Gestaltungen im molekularen Gebiet« entwickelt worden ist, würde ebenfalls Gewichtsänderungen als möglich erscheinen lassen, wenn ein Molekül seine chemische Zusammensetzung wechselt, und man voraussetzt, daß die Atome verschiedener Elemente eine ungleich dichte Ätherhülle besitzen.

Gegenwärtig dürfte wohl kaum mehr der Äther als Ursache einer Massenänderung betrachtet werden. An dessen Stelle können jetzt die Elektronen herbeigezogen werden, oder nach Aufstellung der Lehre vom Zerfall der Atome die Annahme sehr kleiner Bruchstücke der letzteren, vielleicht der Elementarkorpuskeln. Gleichgültig, welcher Art die Substanz ist, durch deren Aus- oder Eintritt das Gesamtgewicht chemisch sich umsetzender Körper möglicherweise eine Änderung erleiden kann, muß dieselbe immer die Eigenschaft besitzen, durch die Wandung geschlossener Gefäße, wie sie bei den nachfolgenden Versuchen verwandt wurden, hindurchzugehen.

Eine ganz andere Vermutung, welche sich aufstellen ließe, wenn in der Tat Abweichungen vom Lavoisierschen Gesetze nachweisbar wären, ist die, daß die Schwerkraft nicht auf alle Substanzen mit völlig gleicher Intensität wirkt. Wie schon Bessel 1833 bemerkt hat, kann diese Frage nicht absolut sicher entschieden werden, sondern nur mit einer Genauigkeit,

¹ Russisch erschienen 1902. — Deutsch in O. N. Witts Prometheus. Jahrg. XV, S. 97, 121, 129, 145 (1903).

² Zuerst erschienen als Anhang zu Nägelis Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre. 1884.

welche von der jeweiligen Präzision der Instrumente und Beobachtungsmethoden abhängt. Versuche von Bessel¹ über die Schwingungsdauer von Pendeln, deren Körper aus verschiedenen Metallen sowie Mineralien bestanden, hatten ergeben, daß etwa auftretende Unterschiede kleiner sein müssen als $\frac{1}{60000}$ der gemessenen Größe (Länge des Sekundenpendels). Durch spätere von R. v. Eötvös² 1891 mit Torsionswagen angestellten Versuche ist diese Grenze indes viel weiter hinausgerückt worden. Dieselben zeigten, daß, wenn überhaupt eine Differenz in der Schwere der Körper von gleicher Masse, aber verschiedener Substanz vorhanden ist, diese zwischen Luft und Messing weniger als $\frac{1}{100000}$ und zwischen Messing, Glas, Antimonit und Korkholz weniger als 1 Zwanzigmilliontel beträgt³. Die letztere Zahl würde, bezogen auf das Gewicht einer chemischen Umwandlungsmasse von etwa 100 oder 200 g, wie sie bei meinen Reaktionsversuchen in Anwendung kam, einem Unterschiede von 0.005 bzw. 0.010 mg entsprechen. Wie aus den nachfolgenden Kapiteln ersichtlich, haben viele meiner Beobachtungen nur Differenzen von 0.001 bis 0.003 mg ergeben, so daß dieselben als noch genauere Beweise für die gleiche Wirkung der Schwerkraft auf verschiedene Körper angesehen werden können, als sie die oben erwähnten Untersuchungen geliefert haben.

Genauere experimentelle Prüfungen der Frage, wie nahe das Gewicht einer chemischen Verbindung mit der Summe der Gewichte der Bestandteile übereinstimmt, sind zuerst 1865 von J. S. Stas ausgeführt worden. Wie in Kap. IIa (Versuche anderer Beobachter) näher angegeben, erhielt er bei der direkten Synthese des Jodsilbers und Bromsilbers stets einige Milligramm dieser Körper weniger als der Summe der abgewogenen Mengen (60 bis 300 g) der Elemente entsprach. Von zwei weiteren Versuchen über die Zersetzung des Silberjodats (68 u. 157 g) in Jodsilber und Sauerstoff ergab das eine, daß das Gewicht der beiden letzten Körper 1.4 mg mehr betrug als dasjenige der ursprünglichen Verbindung, der andere

¹ Versuche über die Kraft, mit welcher die Erde Körper von verschiedener Beschaffenheit anzieht. — Schumachers Astronomische Nachrichten. X, 97 (1833).

² Über die Anziehung der Erde auf verschiedene Substanzen. — Mathematische und naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn. VIII, 65 (1891) Siehe ferner: Winkelmanns Handb. d. Physik. 2. Aufl. Bd. I, Abt. 1, S. 4 (1906).

³ In einer neueren Arbeit (Wiedemanns Ann. d. Phys. 59, 373 (1896) führt Eötvös an, daß äußerst sorgfältige Beobachtungen gar keinen Unterschied in der Anziehung zwischen Kupfer und Korkholz auffinden ließen.

lieferte 2 mg weniger. Da diese Abweichungen nur etwa $\frac{1}{74000}$ der angewandten Masse betragen und außerdem in entgegengesetztem Sinne auftreten, sprachen sie bereits für einen sehr hohen Genauigkeitsgrad des Lavoisierschen Gesetzes.

Mit Ausschluß aller durch chemische Operationen verursachten Fehler, nämlich unter Anwendung zugeschmolzener Glasgefäße, in denen zwei Substanzen erst getrennt und sodann nach erfolgter chemischer Umsetzung gewogen wurden, sind die Versuche angestellt, welche D. Kreichgauer 1891 veröffentlicht hat (s. Kap. II b). Dieselben ließen bei der Vereinigung von Quecksilber (etwa 165 g) mit Brom sowie Jod kleine Gewichtszunahmen im Betrage von 0.003 bis 0.008 mg erkennen, welche innerhalb der Wägungsfehler lagen.

Veranlaßt durch die oben dargelegten Verhältnisse hatte ich im Jahre 1890 begonnen, mich ebenfalls mit der Prüfung der fraglichen Gewichtsänderungen zu beschäftigen, und zwar in erster Linie, um zu entscheiden, ob, wenn solche sich überhaupt feststellen lassen, sie von einer Größe sind, daß dadurch eine Beeinflussung der Atomgewichte stattfindet. Es mußte, wenn möglich, mit Sicherheit ermittelt werden, ob die Chemiker wirklich mit störenden Einflüssen bei ihren Massenbestimmungen zu tun haben oder nicht. Die wenigen Versuche von Stas, welche zu jener Zeit allein vorlagen, gaben noch keine genügende Auskunft; es ging aus denselben nur hervor, daß man sich auf die Ermittlung sehr kleiner Gewichts-differenzen gefaßt machen mußte, und ferner sichere Resultate nur zu erwarten sind, wenn man die chemischen Umsetzungen in zugeschmolzenen Glasgefäßen vornimmt. Inzwischen erschienen die Untersuchungen Kreichgauers, welche bereits auf diese Weise ausgeführt waren; aber dieselben konnten mich nicht hindern, die bereits begonnene Arbeit fortzusetzen, da ich andere Reaktionen, und zwar auf nassem Wege verlaufende, in Anwendung zog.

B. Verlauf der Untersuchung.

Derselbe läßt sich in folgende drei Perioden teilen, welche sowohl zeitlich als auch in bezug auf die Arbeitsverhältnisse verschieden waren.

Erste Arbeitsperiode 1890—1892.

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1893 S. 301—334 Abh. I.)

Die hierhin gehörigen Versuche sind sämtlich in dem zu jener Zeit unter meiner Direktion stehenden chemischen Laboratorium der Königlich

Landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt worden. Das angewandte Verfahren war im wesentlichen das gleiche, wie es sich in Kap. IIIA ausführlich beschrieben findet. Man benutzte zu den Versuchen Ω -förmige Gefäße aus Thüringer Natronglas, deren vertikale, unten geschlossene Schenkel 18 cm lang und 5 cm weit waren. In das oben gekrümmte Verbindungsstück mündeten beiderseits kurze offene Röhren, welche zum getrennten Einfüllen der zwei Reaktionssubstanzen dienten und nachher zugeschmolzen wurden. Nachdem man für zwei in gleicher Weise beschickte Gefäße zunächst durch hydrostatische Wägung ihr Volum sowie Gewicht ermittelt hatte, wurde mit Hilfe von gläsernen Zusatzkörpern nebst Platindraht eine Ausglei- chung soweit vorgenommen, daß die Differenz im Volum nur noch wenige Hundertstel ccm und diejenige im Gewichte einige mg betrug. Hierdurch war die Reduktion der späteren Wägungen auf das Vakuum vermieden. Zur Ausführung eines Versuchs bestimmte man nach dem Aufsetzen der Apparate auf die beiden Wageschalen zunächst die genaue Gewichts- differenz derselben durch eine Reihe von Präzisionswägungen. Sodann wurde in einem derselben (A) durch Neigen des Gefäßes die Vermischung der Substanzen vorgenommen und hierauf abermals der jetzt vorhandene Gewichts- unterschied festgestellt, welcher nunmehr gegen den ursprünglich vorhan- denen eine kleine Zunahme oder Abnahme zeigte. Das gleiche geschah schließlich mit dem zweiten Apparat (B), es fand also immer doppelte Ausführung des Versuchs statt. Das Gewicht der gefüllten Apparate schwankte zwischen 700 und 950 g, und ihr äußeres Volum zwischen 870 und 970 ccm; sie waren also erheblich schwerer und größer als die in der zweiten und dritten Arbeitsperiode gebrauchten Ω -Röhren.

Die Wägungen sind mit der in Kap. III, B 1 beschriebenen Stückrath- schen sowie alten Rueprechtschen Wage vorgenommen worden, und zwar nach dem Verfahren von Gauß (III, B 2) mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung. Im übrigen wurden die in Kap. III, B 4 erwähnten Vorsichtsmaßregeln beachtet. Der mittlere Fehler des Mittels aus 4 bis 6 Einzelwägungen schwankte zwischen ± 0.004 und 0.016 mg, und der ganze der festgestellten Gewichtsänderung anhaftende Wägungsfehler betrug ± 0.008 bis 0.030 mg.

In dieser ersten Versuchsperiode fanden noch keine nähere Berück- sichtigung die durch die Glasgefäße verursachten Fehler, so namentlich diejenigen, welche entstehen, wenn die Reaktionen unter Wärmeentwicklung

verlaufen, wodurch eine Volumvergrößerung der Ω -Röhren und Verminderung der an der äußeren Glasoberfläche anhaftenden Wasserhaut erfolgt. Einige wenige Versuche über den Einfluß künstlicher Erwärmung auf die Gefäße schienen damals keine in Betracht kommenden Gewichtsänderungen zu erzeugen, und demgemäß wurde die erst in der dritten Arbeitsperiode erkannte Notwendigkeit außer acht gelassen, nach Ausführung einer Reaktion die Wägungen nicht schon in den nächsten Tagen, sondern erst nach Ablauf von mindestens einer Woche vorzunehmen (s. Kap. III, C 1). Da infolge der Nichtbeachtung dieses Umstandes die bei den Reaktionen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat sowie Jodsäure und Jodwasserstoff erhaltenen Gewichtsverminderungen ohne Zweifel sich zu groß ergeben hatten, so wurden sie später (dritte Arbeitsperiode) gestrichen.

Die Versuche erstreckten sich auf folgende bei Gegenwart von Wasser verlaufende Umsetzungen, welche mit Rücksicht auf die Verschiedenheit der dabei auftretenden Dissoziationsvorgänge ausgewählt worden waren:

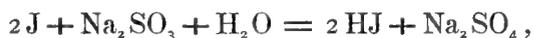
1. Silbersulfat und Ferrosulfat in Silber und Ferrisulfat



2. Jodsäure und Jodwasserstoff in Jod und Wasser



3. Jod und Natriumsulfit in Jodwasserstoff und Natriumsulfat



4. Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd in Chloroform und Natriumformisat



5. Lösungsvorgang von Chloralhydrat in Wasser.

Die Ergebnisse der in dieser ersten Arbeitsperiode erhaltenen Versuchszahlen finden sich in der umstehenden Tabelle zusammengestellt.

Aus diesen Versuchen sind in der ersten Abhandlung vom Jahre 1893 folgende Schlüsse gezogen worden:

a) Die Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat hat bei drei Versuchen Gewichtsänderungen von -0.130 bei -0.167 mg ergeben, welche den 4- bis 8fachen Betrag des Wägungsfehlers (± 0.017 bis 0.030 mg) ausmachen. Trotzdem dürfte das Auftreten solcher Abnahmen noch nicht als sicher festgestellt zu betrachten sein, denn der gesamte Versuchsfehler,

I	II	III	IV	V	VI	VII
Reaktion	Versuch Nr.	Reaktion in App.	Reaktionsmasse (ohne Wasser)	Beobachtete Gewichtsänderung	Wägungsfehler	Gewichtsänderung auf 100 g Reaktionsmasse
Silbersulfat und Ferrosulfat	1	A	114.2 g	-0.167 mg	±0.021 mg	-0.146 mg
	2	B	114.2	-0.131	0.030	-0.115
	3	B	171.3	-0.130	0.017	-0.076
Jodsäure und Jodwasserstoff	4	A	127.6 g	-0.047 mg	±0.022 mg	-0.037 mg
	5	B	127.6	-0.114	0.013	-0.089
	6	A	157.2	-0.103	0.012	-0.066
	7	B	157.2	-0.102	0.016	-0.065
	8	A	314.5	-0.177	0.012	-0.056
Jod und Natriumsulfit	9	B	314.5	-0.011	0.013	-0.003
	10	A	157.0 g	+0.105 mg	±0.008 mg	+0.067 mg
	11	B	157.0	-0.031	0.017	-0.020
Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	12	A	192.0	+0.002	0.020	+0.001
	13	B	192.0	-0.127	0.017	-0.066
Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	14	A	201.0 g	+0.012 mg	±0.024 mg	+0.006 mg
	15	B	201.0	+0.007	—	+0.003
Chloralhydrat u. Wasser (Lösungsprozeß)	16	A	416.0 g	-0.003 mg	±0.013 mg	-0.001 mg

auf welchen außer der Wägung auch noch eine mögliche Änderung der Gefäße Einfluß hat, kann vielleicht eine beträchtliche Größe erlangen. Einen Anhaltspunkt hierfür liefern die bei der Reaktion zwischen Jod und Natriumsulfit (Versuche 10 bis 13) gefundenen Resultate, aus denen hervorgeht, daß die Gewichtsänderungen zwischen +0.105 und -0.127 mg, also um mehr als 0.2 mg schwanken konnten. Wenn endlich die Ursache der beobachteten Abnahmen in dem chemischen Prozeß lag, mußte Proportionalität mit der angewandten Reaktionsmasse erwartet werden, was aber nach Kol. VII nur in sehr unvollkommenem Grade stattfindet.

Eine Frage konnte aber jetzt schon entschieden werden, nämlich die, ob die gefundenen Gewichtsverminderungen, wenn sie wirklich existieren und nicht von Versuchsfehlern herrühren, auf das Atomgewicht des Silbers einen wesentlichen Einfluß ausüben. Aus den obigen Versuchen berechnet sich, daß bei der Überführung von Silbersulfat in metallisches Silber je 100 g des letzteren im Mittel eine Abnahme von 0.32 mg erleiden. Diese Zahl kann angewandt werden, um eine von J. S. Stas ausgeführte Anzahl

von Atomgewichtsbestimmungen des Silbers zu korrigieren, bei welchen Silbersulfat mit Hilfe von Wasserstoff reduziert worden war. Die Rechnung ergibt, daß die Gewichte erst in der vierten Dezimalstelle eine ganz außer Betracht fallende Änderung erfahren¹.

b) Bei der Reaktion zwischen Jodsäure und Jodwasserstoff haben sechs Versuche sämtlich eine Gewichtsabnahme ergeben. Dieselbe ist jedoch zweimal so klein (Versuch 4 mit 0.047 mg und Versuch 9 mit 0.011 mg) ausgefallen, daß sie dem Wägungsfehler nahesteht, und man daraus auf ein völliges Konstantbleiben des Gewichtes schließen könnte. In den vier anderen Fällen (Versuch 5 bis 8) übersteigen die auftretenden Änderungen von -0.102 bis -0.177 mg die Wägungsfehler sehr bedeutend, und sie zeigen sich nach Kol. VII auch annähernd proportional der Reaktionsmasse. Bedenkt man aber, daß, wie oben unter a angeführt, der mögliche Gesamtfehler eines Versuchs über 0.2 mg betragen kann, so wird man auch hier die beobachteten Gewichtsabnahmen noch nicht als sicher konstatiert ansehen dürfen. Immerhin bleibt es auffallend, daß nie eine Gewichtsvermehrung gefunden wurde.

c) Die vier Versuche betreffend die Umsetzung zwischen Jod und Natriumsulfit haben zweimal eine Zunahme und zweimal eine Abnahme des Gewichts ergeben, und zwar in Beträgen, welche sich nahezu aufheben. Das Mittel der Bestimmung ist -0.005 mg für 100 g Reaktionsmasse. Hiernach muß völlige Gewichtskonstanz angenommen werden.

d) Bei der Zersetzung des Chloralhydrats durch Ätzkali ließen die zwei Versuche keine Gewichtsänderung erkennen, denn die aufgetretenen Differenzen liegen unterhalb des Wägungsfehlers.

e) Beim Auflösen von Chloralhydrat in Wasser ist das Gewicht völlig gleichgeblieben.

Das Endresultat der Untersuchung wurde somit dahin gefaßt, daß bei keiner der angewandten Reaktionen sich eine Gewichtsänderung mit völliger Bestimmtheit hat konstatieren lassen. Wenn solche dennoch bestehen sollten, so sind sie von derartiger Kleinheit, daß dadurch die stöchiometrischen Rechnungen in keiner Weise beeinflußt werden. Demzufolge ist die der ganzen Arbeit ursprünglich zugrunde gelegte Frage, ob die Abweichungen

¹ Die vollständige Rechnung ist in der ersten Abhandlung (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1893, S. 332) angeführt.

der Atomgewichte von ganzen Zahlen etwa davon herrühren, daß bei den chemischen Umsetzungen gewisse Mengen eines feinen wägbaren Stoffes (Äther, Elektronen) aus- oder eintreten, in verneinendem Sinne entschieden.

Eine weitere Fortsetzung der Versuche wurde nicht als notwendig erachtet, besonders da das Ergebnis derselben mit demjenigen übereinstimmte, welches schon Stas sowie Kreichgauer bei Anwendung ganz anderer Reaktionen erhalten hatten. Wenn sich auch die Genauigkeit der Gewichtsbestimmungen noch günstiger gestalten läßt, so ist es doch zweifelhaft, ob man bei der Wägung von Glasgefäßen, welche ungefähr 1 l Volum und 1 kg Gewicht besitzen, jemals dazu gelangen wird, kleinere Unterschiede als 0.1 mg mit Sicherheit festzustellen. Aber selbst wenn dies gelänge, würden, wie schon oben bemerkt, die etwa beobachteten Gewichtsänderungen ihres minimalen Betrages wegen für die Chemie doch von keiner reellen Bedeutung sein. In physikalischer Hinsicht dürfte es dagegen wohl Interesse bieten, die nicht genügend aufgeklärten Gewichtsabnahmen, welche sich bei der Reduktion von Silber sowie Jod stets gezeigt haben, durch eine Reihe weiterer Versuche auf ihr wirkliches Bestehen zu prüfen, denn es herrscht immerhin keine vollständige Sicherheit darüber, ob dieselben sämtlich auf Beobachtungsfehlern beruhen.

Die vorhergehenden Sätze bildeten den Schluß der ersten Abhandlung vom Jahre 1893.

Zweite Arbeitsperiode (1901—1905).

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1906, S. 266—298, Abh. II.)

Nach dem Erscheinen der Abh. I wurde die Frage der Änderung des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper auch von anderen Beobachtern aufgenommen. Das spätere Kap. II enthält einen ausführlichen Bericht über diese Versuche, welche alle nach dem von mir benutzten Verfahren mittels Ω -Gefäßen ausgeführt worden sind. Zunächst hatten F. Sanford und L. E. Ray¹ 1897 die Reduktion von ammoniakalischer Silbernitratlösung durch Traubenzucker geprüft und bei fünf Versuchen dreimal Abnahme und zweimal Zunahme des Gesamtgewichtes im Betrage von 0.03 bis 0.08 mg erhalten. Da die Wägungsfehler etwa ± 0.05 mg betrug, so schlossen jene Beobachter auf völliges Konstantbleiben des Gewichtes.

¹ Literaturangaben siehe Kap. II.

Zu dem nämlichen Resultate war später (1904) auch A. Lo Surdo¹ gelangt, welcher bei der Reaktion zwischen Kupfersulfat und Eisen drei positive und zwei negative Abweichungen im Betrage von 0.003 bis 0.013 mg beobachtet hatte. Die ausführlichste dieser Untersuchungen hatte aber 1901 A. Heydweiller¹ veröffentlicht, und zwar erstreckte sich dieselbe auf folgende Reaktionen:

1. Kupfersulfat und Eisen.
2. Lösungsvorgang von Kupfervitriol in Wasser.
3. Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure.
4. Teilweise Zersetzung von Kupfersulfat und Kalilauge.
5. Essigsäure und Ammoniak.
6. Baryumchlorid und Schwefelsäure.

Wie aus den in Kap. II d mitgeteilten näheren Angaben über die erhaltenen Resultate ersichtlich ist, ergaben von insgesamt 21 Versuchen, 19 eine Gewichtsabnahme, welche zwischen 0.016 und 0.217 mg schwankte. Von diesen lagen 13 oberhalb des zu ± 0.04 mg geschätzten größten Versuchsfehlers und 6 unterhalb desselben. Gewichtsvermehrung war nur bei 2 Versuchen in geringer Größe beobachtet worden.

Das Auffallendste an den Resultaten Heydweillers war das ganz überwiegende Auftreten der Gewichtsabnahmen. Dies erschien um so bemerkenswerter, als sich die nämliche Erscheinung auch bei meinen in der ersten Arbeitsperiode erhaltenen Beobachtungen gezeigt hatte. Wie aus der am Schlusse von Kap. I, B a gegebenen Tabelle (Kol. V) ersichtlich, gaben damals von 16 Versuchen, welche sich auf 5 verschiedene Reaktionen beziehen, 12 eine bis zu 0.177 mg gehende Verminderung des Gesamtgewichtes und nur 4 eine kleine Zunahme.

Angesichts dieser Ergebnisse sowie anderseits der von mehreren Forschern gefundenen gänzlichen Konstanz des Gesamtgewichtes war eine erneute Untersuchung des Problems zur dringenden Notwendigkeit geworden. Es mußte endlich mit Bestimmtheit entschieden werden, ob die vielfach beobachtete Gewichtsabnahme nur auf Versuchsfehlern beruhen, hervorgebracht durch rein äußerliche Ursachen, oder ob sie im Zusammenhang mit der Substanzänderung stehen.

¹ Literaturangaben siehe Kap. II.

Als ich mich im Jahre 1901 entschloß, den Gegenstand von neuem aufzunehmen, ließ sich nach den früheren Erfahrungen eine zeitraubende und mühsame Arbeit voraussehen. Es hatte sich gezeigt, daß die auftretenden Gewichtsänderungen häufig nur hundertstel oder sogar tausendstel Milligramm betragen, also in einem Gebiete liegen, in welchem bei der Wägung von Glasgefäßen manche Fehlerquellen ins Spiel treten können. Hoffnung auf das Erlangen sicherer Resultate war nur vorhanden, wenn die Genauigkeit des Versuchsverfahrens sowie besonders der Wägungen gegen früher noch erheblich gesteigert werden konnte. Glücklicherweise ließ sich dies ermöglichen durch sehr dankenswerte Unterstützungen seitens der Akademie der Wissenschaften sowie des Königlichen Kultusministeriums, welche mich in den Besitz einer neuen vorzüglichen Wage nebst anderen nötigen Instrumenten brachte. Die neuen Versuche sind nunmehr sämtlich in dem früheren sogenannten II. Chemischen Institut der Universität (jetzigem Physikalisch-Chemischen Institut) ausgeführt worden, dessen Direktion ich vom Jahre 1891 an übernommen hatte.

Das angewandte Versuchsverfahren, welches gegen das frühere eine Anzahl Verbesserungen erfuhr, findet sich in dem nachfolgenden Kap. III ausführlich beschrieben. Eine Änderung fand namentlich statt bezüglich der Größe der Reaktionsgefäße, da dieselbe der auf 600 g sich belaufenden Tragfähigkeit der neuen Rueprechtschen Wage angepaßt werden mußte. Die größtenteils angewandten Ω -Röhren hatten im beladenen Zustande das Gewicht von 350 bis 500 g (mit Stativ 400—550 g) und das äußere Volum von 390 bis 420 ccm. Sie besaßen also nur etwa das halbe Gewicht und Volum der in der ersten Arbeitsperiode benutzten Gefäße. Die Wägungen wurden wie früher nach dem Gaußschen Verfahren mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung ausgeführt. Wie aus den in Kap. IV mitgeteilten Beobachtungstabellen hervorgeht, betrug der mittlere Wägungsfehler des Mittels aus 4—6 Einzelwägungen jetzt nur ± 0.001 bis 0.005 mg, während er bei den früher gebrauchten Wagen zwischen ± 0.007 und 0.016 mg geschwankt hatte. Die Genauigkeit der Wägungen war also erheblich gesteigert worden. Dazu hatte besonders auch der Umstand beigetragen, daß man vielfach nach dem in Kap. III, B 4b erörterten Verfahren die Wägungen mit 2 oder 4 verschiedenen Stellungen der Apparate auf den Wageschalen ausführte. Die Volume der beiden Glasgefäße sind wie früher auf einige hundertstel Kubik-

zentimeter ausgeglichen worden, und wo größere Differenzen vorkamen, wie z. B. bei den Versuchen in Kap. III, D Nr. 1, 2, 3 (Diff. 0.08 ccm), wurde Korrektur der Wägungen auf das Vakuum unter Bestimmung der jeweiligen Luftdichte vorgenommen.

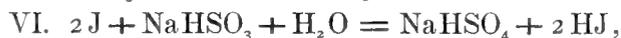
Die Arbeiten dieser Periode erstreckten sich zunächst auf die Ermittlung des Gesamtfehlers, welcher der bei einem Reaktionsversuch gefundenen Gewichtsänderung anhaften kann. Derselbe setzt sich zusammen aus erstens dem Wägungsfehler und zweitens den durch die Gefäße und ihre Behandlung entstehenden Fehlern, namentlich herrührend von Veränderungen der Oberfläche des Glases und des äußeren Volums. Über die Summe dieser Wirkungen konnte dadurch Aufschluß erhalten werden, daß man je 2 Apparate mit ganz indifferenten Substanzen beschickte und dieselben dann den gleichen Operationen und Wägungen unterwarf wie die mit reagierenden Körpern gefüllten. Auf die genannte Weise sind 19 Versuche angestellt worden, über deren Einzelheiten in dem späteren Kap. III D ausführlich berichtet ist. Das Ergebnis war, daß in diesen Fällen die aufgetretenen kleinen Gewichtsänderungen sich ebensooft positiv wie negativ zeigten, und zwar zu gleichen Beträgen, wie dies zu erwarten ist, wenn das Gewicht konstant bleibt. Von den 19 Versuchen hatten 17 eine unter 0.016 mg liegende Zunahme oder Abnahme ergeben, und nur zweimal war die Änderung auf ± 0.023 und 0.024 mg gestiegen. Diese Zahlen stellen den Maximalfehler dar, welcher dem ganzen Versuchsverfahren anhaftet. Erweitert man die Grenze noch bis zu

$$\pm 0.03 \text{ mg,}$$

so läßt sich mit Sicherheit annehmen, daß, wenn bei einem Versuch eine diesen Betrag überschreitende Gewichtsänderung gefunden wird, diese nicht mehr von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Die Versuche über die Änderung des Gesamtgewichts chemisch sich umsetzender Körper wurden in dieser zweiten Periode weiter fortgesetzt; sie erstreckten sich auf folgende teils früher schon geprüfte, teils neue Reaktionen:

- I. $\text{Ag}_2\text{SO}_4 + 2\text{FeSO}_4 = 2\text{Ag} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3,$
- II. $3\text{AgNO}_3 + 3\text{FeSO}_4 = 3\text{Ag} + \text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{Fe}(\text{NO}_3)_3,$
- III. $\text{AuCl}_3 + 3\text{FeCl}_2 = \text{Au} + 3\text{FeCl}_3,$
- IV. $\text{CuSO}_4 + \text{Fe} = \text{Cu} + \text{FeSO}_4,$



Das spätere Kap. IV enthält über die Ausführung dieser Versuche alle näheren Angaben; an dieser Stelle genügt es, die erhaltenen Gewichtsänderungen in folgender Tab. I zusammenzustellen. Bezüglich der letzteren ist zu bemerken, daß bei Reaktion I, Verf. 2, 3, und II, Verf. 1, 2, Glasgefäße angewandt wurden, deren innere Wandung mit einer Schicht Paraffin gedichtet worden war (s. Kap. III A 2). Die Versuche IV 1—4 sind Wiederholungen solcher von Heydweiller (s. Kap. II d). Was die den Gewichtsänderungen anhaftenden Wägungsfehler betrifft, so lagen diese zwischen 0.003 und 0.010 mg.

Tabelle I.

I	II	III	IV	V	VI	
Reaktion	Vers. Nr.	Jahr der Ausführung	Reaktionsmasse g	App.	Beobachtete Gewichtsänderung mg	
I. Silbersulfat und Ferrosulfat	{ Paraffin " }	1	1903	88.9	A	-0.035
		2	1905	69.1	{ A	-0.042
		3	"	69.1	{ B	-0.029
II. Silbernitrat und Ferrosulfat	{ Paraffin " }	1	1902	49.3	{ A	+0.003
		2	"	49.3	{ B	-0.003
III. Goldchlorid und Ferrochlorid	1	1903	41.7	A	-0.009	
IV. Eisen und Kupfer- sulfat	{ Ohne Alkalizusatz Mit Alkalizusatz }	1	1902	57.8	{ A	-0.004
		2	"	57.8	{ B	-0.022
		3	1904	57.8	{ A	-0.024
		4	"	57.8	{ B	-0.028
V. Jodsäure und Jodwasserstoff	1 2 3 4	1904	127.6	A	-0.004	
		"	127.6	{ A	-0.019	
		"	127.6	{ B	-0.033	
		1905	106.1	B	-0.053	
VI. Jod und Natriumhydrosulfit	1	1901	74.1	A	-0.021	
	2	1902	118.5	A	-0.034	
VII. Uranyl- nitrat und Kaliumhydroxyd	1	• 1905	71.4	{ A	+0.006	
	2	"	71.4	{ B	+0.002	

Eine Reihe weiterer Prüfungen betraf die Frage, ob bei Lösungsvorgängen von Salzen in Wasser eine Gewichtsänderung bemerkbar ist. Da bis jetzt nur 4 Versuche von Heydweiller (Kap. II d) vorlagen, welche beim Lösen von Kupfervitriol in Wasser Gewichtsabnahmen zwischen 0.029 und 0.126 mg ergeben hatten, so wurden weitere Salze, namentlich Salmiak, zugezogen. Die erhaltenen Resultate, deren Erlangung in Kap. IV, 10 näher beschrieben ist, sind in der nachstehenden Tabelle 2 verzeichnet.

Tabelle 2.

Nr.	Jahr der Ausführung	Art der Gefäße	Angewandt		Gefäß	Beobachtete Gewichtsänderung mg
			Salz g	Wasser g		
Chlorammonium						
1	1902	∩ Jenaer Geräteglas	44.0	115.4	B	+0.017
2	"	0-Gefäße mit	23.7	131.6	{ A	+0.008
3	"	Vakuummantel	23.7	131.6		{ B
4	"	∩-Gefäß	37.5	150.0	{ A	-0.024
5	"	Altes Thüringer Glas	37.5	150.0	{ B	-0.002
6	1903	∩-Gefäß	60.0	160.0	{ A	-0.008
7	"	aus Quarzglas	60.0	160.0	{ B	+0.019
8	"	∩-Gefäße Quarzglas	51.0	134.0	B	-0.033
Bromkalium						
9	1902	∩ Jenaer Geräteglas	72.5	145.0	A	-0.038
Uranyl nitrat						
10	1905	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0	{ A	+0.009
11	"	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0		{ B
12	"	∩ Jenaer Geräteglas	136.0	136.0	B	-0.004

Im Anschluß an die obigen Versuche ist noch der umgekehrte Fall geprüft worden, wo ein Salz aus dem gelösten Zustande wieder in den festen übergeht. Wie in Kap. IV, 10 beschrieben, wurde hierzu der eine Schenkel eines ∩-Gefäßes mit konzentrierter Kupfervitriollösung, der andere mit absolutem Alkohol gefüllt und nach dem Wägen die Mischung voll-

zogen, wobei Ausfällung von kristallinischem $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ag}$ erfolgt. Ein Doppelversuch lieferte nachstehende Gewichtsänderungen:

Tabelle 3.

Nr.	Jahr der Ausführung	Art der Gefäße	Abgeschiedenes $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	Gefäß	Beobachtete Gewichtsänderung
1	1902	n Jenaer	24.75 g	} A } B	-0.017 mg
2	"	Geräteglas	24.75 "		+0.016 "

Angesichts dieses Verhaltens ist in der Abhandlung II vom Jahre 1906, S. 295 die Vermutung ausgesprochen worden, daß bei chemischen Reaktionen die Gewichtsabnahme die normale Erscheinung darstelle, und selbst solche von geringem Betrage nicht als Versuchsfehler zu betrachten seien.

Eine Erklärung des Vorganges wurde in der inzwischen aufgetauchten Lehre vom Atomzerfall gesucht, indem es nicht unmöglich schien, daß ähnlich wie bei den radioaktiven Atomen auch bei andern eine Ablösung kleiner Masseteilchen stattfinden könne, wenn sie durch chemische Prozesse eine starke Erschütterung erleiden. Dabei mußte die Annahme gemacht werden, daß diese Teilchen die Eigenschaft besitzen, die Glaswandung der Gefäße zu durchdringen.

Die weitere Vermutung, daß die Gewichtsabnahme vielleicht auf dem Freiwerden von Elektronen beruhe, hat sich durch Versuche von G. Martinielli¹ nicht bestätigt. Er konnte bei verschiedenen Prozessen, wie Reduktion von Silbersulfat durch Eisenvitriol, Lösen von Kupfervitriol oder Kaliumbichromat in Wasser, keine Ionisierung der die Substanzen umgebenden Luft wahrnehmen. Dieselbe Beobachtung machte N. R. Campbell².

Wie in Abhandlung II, S. 295, § 5 bemerkt wurde, blieb aber immer noch der Verdacht bestehen, daß noch eine bis jetzt nicht aufgefundene äußere Ursache vorliegen könne, welche die Gewichtsverminderungen bewirkt, obschon dies bei der Sorgfalt, mit welcher alle denkbaren Fehlerquellen untersucht worden sind, wenig wahrscheinlich erschien. Die Arbeit wurde infolgedessen noch nicht als abgeschlossen erachtet, sondern weitere Versuche in Aussicht genommen.

¹ Atti R. Acad. d. Lincei [5] 13, II, 217 (1904). — Chem. Zentralblatt 1904, II, 1096.

² Phil. Mag. [6] 9, 545 (1905). — König, Beiblätter 1905, 1070.

Dritte Arbeitsperiode (1906. 1907).

(Veröffentlichung der Resultate: Sitzungsberichte Jahrg. 1908, S. 354—387, Abh. III.)

Dieser neue Abschnitt hatte seine Veranlassung in dem abermaligen Wechsel des Arbeitslokals. Als ich im Sommer 1906 die Direktion des früheren II. Chemischen Instituts der Berliner Universität niederlegte, wurden mir seitens des Präsidenten der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt Hrn. Warburg in sehr dankenswerter Weise Räume für die Fortsetzung der Versuche zur Verfügung gestellt, und ferner hatte mein Amtsnachfolger Hr. Nernst die Gefälligkeit, mir noch einen großen Teil der früher bei der Arbeit benutzten Gerätschaften und Instrumente zum weiteren zeitweisen Gebrauch zu überlassen.

Die Resultate, welche in der zweiten Abhandlung aus den in obigen Tabellen verzeichneten Beobachtungen gezogen worden sind, waren folgende:

a) Von den chemischen Umsetzungen haben, wie aus Tabelle 1 ersichtlich, diejenigen zwischen

- I. Silbersulfat und Ferrosulfat,
- IV. Eisen und Kupfersulfat,
- V. Jodsäure und Jodwasserstoff,
- VI. Jod und Natriumhydrosulfit

ausnahmslos Gewichtsabnahmen ergeben, welche in 7 Fällen den maximalen Versuchsfehler von 0.03 mg übersteigen oder ihm sehr nahe kommen, während sie in 6 Fällen darunter bleiben.

b) Die Reaktionen zwischen

- II. Silbernitrat und Ferrosulfat,
- III. Goldchlorid und Ferrochlorid,
- VII. Uranyl nitrat und Kaliumhydroxyd

lieferten teils Zunahmen, teils Abnahmen des Gesamtgewichts, und zwar immer von einem unterhalb des maximalen Versuchsfehlers liegenden Betrag. Es läßt sich daher in diesen Fällen auf völlige Gewichtskonstanz schließen.

c) Beim Lösen von Salzen stellten sich nach Tabelle 2 sowohl positive wie negative Gewichtsänderungen in nahezu gleicher Zahl (5 und 7) ein, deren Betrag meist kleiner war als 0.03 mg. Somit scheint der Spaltungsvorgang eines Elektrolyten in Ionen ohne Wirkung zu sein.

Dieselbe Gewichtskonstanz bleibt nach Tabelle 3 auch beim Rückgang der Dissoziation bestehen.

d) Am auffallendsten ist bei den chemischen Umsetzungen (Tabelle 1) das ganz überwiegende Auftreten der Gewichtsabnahme, eine Erscheinung welche auch schon bei den Versuchen der ersten Arbeitsperiode beobachtet worden war. Es hatten ergeben:

16 Versuche der I. Periode: 12 Abnahmen und 4 Zunahmen,
18 " " II. " : 15 " " 3 " " .

Auch Heydweiller war, wie schon am Anfang dieses Abschnittes bemerkt, zu dem gleichen Resultate gekommen. Von 21 Reaktionsversuchen (s. Kap. II d) hatten 19 eine Verminderung und nur 2 eine Vermehrung des Gesamtgewichts erkennen lassen.

Dieses starke Überwiegen der Abnahmen schien darauf zu deuten, daß ein Zusammenhang mit dem chemischen Prozeß stattfindet. Wäre ein solcher nicht vorhanden, so müßten positive und negative Gewichtsänderungen in gleicher Zahl erwartet werden, wie dies die in Kap. III d beschriebenen Versuche mit nichtreaktionsfähigen Substanzen gezeigt haben.

Die Arbeiten der dritten Periode erstreckten sich hauptsächlich auf folgende Punkte:

1. Erneute Prüfung der bei den Versuchen auftretenden Fehlerquellen.

Der bisherige Verlauf der Untersuchung hatte zu der Ansicht geführt, daß die bei fast allen Reaktionen immerfort aufgetretenen Gewichtsabnahmen durch den chemischen Prozeß veranlaßt werden. Doch ließen sich dagegen noch Bedenken erheben. Zunächst war bei dieser Auffassung zu erwarten, daß die Verminderungen proportional den Reaktionsmassen sich verhalten, wenigstens in angenähertem Grade. Aber schon die Versuche der ersten Periode hatten dieser Anforderung nicht entsprochen, und ebensowenig war dies bei den neuen der Fall. Legt man beispielsweise die bei der Abscheidung von Silber sowie Jod erhaltenen Zahlen zugrunde und berechnet die Gewichtsänderungen für 100 g Reaktionsmasse, so ergeben sich nebenstehende Verhältnisse.

Wie man sieht, zeigen die Zahlen der Kol. V eine so geringe Übereinstimmung, namentlich bei der zweiten Reaktion, daß von einer Pro-

I	II	III	IV	V
Reaktion	Ver- such Nr.	Reaktions- masse g	Gewichts- änderung beobachtet mg	Gewichts- änderung für 100 g Reaktions- masse mg
Silbersulfat und Ferrosulfat	1	88.9	-0.035	-0.039
	2	69.1	-0.042	-0.061
	3	69.1	-0.029	-0.042
Jodsäure und Jodwasserstoff	1	127.6	-0.004	-0.003
	2	127.6	-0.019	-0.015
	3	127.6	-0.033	-0.026
	4	106.1	-0.053	-0.049

portionalität zwischen Reaktionsmasse und Gewichtsabnahme nicht die Rede sein kann.

Ein ferneres Bedenken gegen das wirkliche Bestehen der Gewichtsabnahmen gründete sich auf die Schwierigkeit, unter den obwaltenden Versuchsverhältnissen hinreichend genaue Resultate zu erhalten. Vergleicht man die in den beiden Arbeitsperioden gefundenen Zahlen miteinander, so zeigt sich, daß die neuen stets erheblich kleiner sind als die alten. So hatten z. B. die früheren Versuche über die Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat Gewichtsabnahmen zwischen 0.130 und 0.167 mg geliefert, während die in der zweiten Periode erhaltenen nur noch 0.029—0.042 mg ergaben. Dieses Verhalten war ohne Zweifel auf die Verbesserung der Methoden zurückzuführen, und es erschien daher die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß eine weitere Vervollkommnung derselben schließlich in allen Fällen Resultate liefern könnte, welche unter der Grenze des maximalen Versuchsfehlers von 0.030 mg liegen und auch vielleicht entgegengesetztes Vorzeichen tragen. In diesem Sinne wurde weiter gearbeitet, und eine Reihe neuer Versuche teils über Fehlerquellen, teils Prüfung chemischer Reaktionen vorgenommen.

Der Umstand, daß die Mehrzahl der Reaktionsversuche eine Abnahme des Gesamtgewichtes ergeben hatte, forderte zu einer besonders sorgfältigen Prüfung derjenigen Ursachen auf, welche ein Leichterwerden des in Reaktion gesetzten Gefäßes zur Folge haben. Dies tritt besonders ein, wenn die chemische Umsetzung unter Wärmeentwicklung verläuft. Hierbei wird erstens die Wasserhaut an der äußeren Glasfläche vermindert, und

zweitens findet eine Volumvergrößerung des Gefäßes statt, welche verstärkten Luftauftrieb desselben bei der Wägung verursacht. Bringt man den Reaktionsapparat wieder in das Wagegehäuse neben das unberührt gebliebene Taragefäß, so wird allmählich die Wasserhaut an dem ersteren sich wieder ergänzen sowie das Volum kleiner werden. Aber es fragt sich, nach welcher Zeit diese Vorgänge ihr Ende erreicht haben und wieweit überhaupt die Rückkehr in den ursprünglichen Zustand erfolgt. In dieser Hinsicht ist früher bei vielen, mit Erwärmung verbundenen Reaktionsversuchen stets beobachtet worden, daß das Gewicht des benutzten Gefäßes bei den täglichen Wägungen zuerst rasch abnahm und dann etwa vom dritten Tage an bis nach Verlauf einer Woche keine wesentlichen Änderungen mehr zeigte. Es wurde dann angenommen, daß die Ausgleichung der beiden Apparate in bezug auf Wasserhaut und thermische Nachwirkung nunmehr beendet sei und die Verschiebung der jetzt vorliegenden Gewichts-differenz $A-B$ gegen die ursprüngliche als das Resultat des Versuchs betrachtet. Aber dieses in der ganzen zweiten Arbeitsperiode angewandte Verfahren konnte noch unvollkommen erscheinen, weil man die Wägungen meist nicht über eine Woche ausgedehnt hatte und daher die Möglichkeit vorlag, daß bei weiterer Fortsetzung derselben die Gewichte der beiden Gefäße sich noch mehr ausgleichen würden. Bezüglich dieser Fragen war die Anstellung folgender Versuche wünschenswert geworden.

a) Verhalten der temporären Wasserhaut. Um ein Urteil über die Zeitdauer zu erhalten, innerhalb deren eine verschwundene Wasserhaut sich wieder ersetzt, wurde von zwei Glasgefäßen mit gleich großer Oberfläche, welche erst eine Woche im Wagegehäuse gestanden und deren Gewichts-differenz man bestimmt hatte, das eine 48 Stunden lang in einen Schwefelsäureexsikkator gesetzt und nach dem Zurückbringen in die Wage während etwa 8 Tage die allmähliche Gewichtszunahme desselben beobachtet. Die Versuche wurden angestellt mit: 1. den in der zweiten Arbeitsperiode allgemein benutzten Ω -Gefäßen aus Jenaer Geräteglas, Volum etwa 416 ccm, äußere Oberfläche etwa 380 qcm; 2. zylindrischen Gefäßen von etwa 237 ccm Volum und 230 qcm Oberfläche, wie sie zu den in Kap. IV 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodid gedient hatten.

Die Wägungen, deren Einzelheiten in Kap. III, C 1 a mitgeteilt sind, führten zu dem Ergebnis, daß bei beiden Gefäßen die Wiederherstellung

der durch das Trocknen entfernten Wasserhaut nach Verlauf von 2 bis 3 Tagen vollendet war.

b) Einfluß der durch die Reaktionswärme verursachten Volumvergrößerung der Gefäße (thermische Nachwirkung). Hier handelte es sich erstens um die Frage, nach welcher Zeit das Volum des erwärmten Gefäßes wieder auf den ursprünglichen Betrag zurückgegangen ist, und also keine Verkleinerung seines Gewichtes durch verstärkten Luftauftrieb mehr stattfindet. Über diesen Punkt sind mit den im vorhergehenden Abschnitt erwähnten Ω -Röhren und zylindrischen Apparaten eine Reihe von Versuchen angestellt worden. Von zwei mit indifferenten Substanzen beladenen und bezüglich des Volums ausgeglichenen Gefäßen *A* und *B*, deren Gewichts-differenz anfänglich bestimmt worden war, wurde das eine (*A*) mittels eines Luftbades 1 bis 2 Stunden lang auf verschiedene Temperaturen erhitzt und nach erfolgter Abkühlung sodann durch mehrere Wochen lang fortgesetzte Wägungen das Verhalten der Differenz *A—B* verfolgt. Hierbei zeigte sich stets, daß das Gewicht von *A*, welches anfänglich um etwa 0.1 mg gesunken war, in den nächsten Tagen infolge Wiederherstellung der Wasserhaut rasch zunahm und sodann während etwa einer Woche sich wenig änderte. Setzte man aber die Wägungen noch 1 bis 2 Wochen fort, so konnten abermals kleine Gewichtszunahmen konstatiert werden, die von weitergehender Kontraktion des Gefäßes herrühren mußten, bis endlich die ursprüngliche Differenz *A—B* erreicht war. Ein Bild dieser Verhältnisse gibt z. B. die in Kap. III, C 1 b enthaltene Tabelle 2.

Bei anderen Versuchsreihen wurde die thermische Nachwirkung dadurch verfolgt, daß man mittels fortgesetzter hydrostatischer Wägungen die allmähliche Volumverminderung des erhitzten Gefäßes bestimmte und daraus den noch vorhandenen Luftauftrieb berechnete.

Die sämtlichen Versuche über thermische Nachwirkung sind in Kap. III, C 1 b ausführlich beschrieben. Das Ergebnis derselben war, daß die Dauer der thermischen Nachwirkung mit der Höhe der vorausgegangenen Erwärmung zunahm und bei den angewandten Gefäßen die Zeit von 10 bis 21 Tagen erforderte.

Diese Prüfungen ließen noch eine weitere Frage entscheiden. Bei vielen in der zweiten Arbeitsperiode ausgeführten Reaktionsversuchen, und zwar solchen, welche unter Wärmeentwicklung verlaufen, war, wie aus den in Kap. IV mitgeteilten Beobachtungstabellen hervorgeht, nach vorgenom-

mener Mischung der Substanzen sehr bald mit den Wägungen begonnen worden, und zwar meist schon am 3. oder 4. Tage. Da sie ferner nur eine Woche lang fortgesetzt wurden, also während einer Zeit, wo die durch die Reaktionswärme erfolgte Volumvergrößerung des Gefäßes noch nicht verschwunden war, so mußte das Gewicht desselben etwas zu leicht gefunden werden und bedurfte deshalb einer Korrektur. Die Größe dieser letzteren ließ sich aus den in Kap. III, C 1 b mitgeteilten Ergebnissen ableiten. Sie schwankte zwischen $+0.010$ und 0.042 mg, und es konnten dadurch die Resultate vieler älterer Reaktionsversuche berichtigt werden. Die näheren Angaben hierüber finden sich in Kap. IV. Wie aus der in Kap. V mitgeteilten Schlußabelle über sämtliche Beobachtungen ersichtlich, sind durch diese stets positiven Korrekturen manche der direkt gefundenen kleinen Gewichtsabnahmen in Zunahmen übergegangen.

Endlich ist in bezug auf die in der ersten Arbeitsperiode gewonnenen Resultate zu bemerken, daß eine Korrektur derselben nicht ausführbar ist. Zunächst fehlt die Kenntnis des maximalen Versuchsfehlers, welcher für die damals angewandten großen Ω -Röhren von ungefähr 900 ccm Volum jedenfalls viel höher anzunehmen ist als ± 0.03 mg, wie er sich für die später gebrauchten kleineren Gefäße ergeben hatte. Ferner waren früher die thermischen Nachwirkungen bei den großen Apparaten nicht untersucht worden. Aus diesen Gründen, wozu noch weitere am Ende des Berichtes über die erste Arbeitsperiode bereits erörterte hinzukommen, sind die Ergebnisse jener Zeit mit schwer zu schätzenden Unsicherheiten behaftet, und es erschien daher ratsam, sie nicht in die Schlußabelle Kap. V aufzunehmen.

2. Ausführung neuer Reaktionsversuche.

Nachdem der Einfluß der thermischen Nachwirkung auf die bis dahin beobachteten Gewichtsänderungen erkannt worden war, wurden von den früheren Reaktionsversuchen noch diejenigen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat wiederholt, und zwar unter Anstellung von mehrere Wochen lang dauernden Wägungsreihen. Die zwei angestellten Prüfungen sind in Kap. IV 1, Versuch 4 und 5 beschrieben. Es zeigte sich, daß die Mittel der zu verschiedenen Zeiten nach Vornahme der Reaktionen ausgeführten Wägungen folgende Gewichtsänderungen lieferten:

	Versuch 4	Versuch 5
a) Wägungen nach 5 bis 10 Tagen	—0.012 mg	—0.013 mg,
b) " " 2 " 5 Wochen	+0.003 "	—0.008 " .

Während die unter a erhaltenen Resultate in beiden Fällen Gewichtsabnahmen darstellten, welche trotz ihres geringen Betrages sich vielleicht als zutreffend ansehen ließen, zeigen die mit b bezeichneten entgegengesetztes Vorzeichen und eine so kleine Größe, daß daraus mit Sicherheit auf völliges Konstantbleiben des Gewichts zu schließen ist.

Ferner wurde eine Reihe schon in der zweiten Arbeitsperiode begonnener Versuche über etwaige Gewichtsänderungen bei der Elektrolyse von Kadmiumjodid in größerem Umfange fortgesetzt. Sie finden sich in Kap. IV 9 ausführlich beschrieben.

Endlich sind im Jahre 1909 nach Abschluß aller bisherigen Arbeiten noch eine Anzahl Versuche über die Durchlässigkeit des Glases für Dämpfe ausgeführt worden. Ihre Beschreibung folgt in Kap. III, C 3 b.

3. Schlußergebnisse.

Die in der Abhandlung III vom Jahre 1908 gezogenen Endresultate aller Arbeiten sind übereinstimmend mit denjenigen, welche in dem nachfolgenden Kap. V erörtert werden sollen.

Kapitel II.

Versuche anderer Beobachter.

Über die Frage, wie nahe das Gewicht einer chemischen Verbindung mit der Summe der Gewichte ihrer Bestandteile übereinstimmt, und ferner bei chemischen Umsetzungen das Gesamtgewicht der Körper konstant gefunden wird, sind teils vor Beginn meiner Arbeiten, teils während des Verlaufs derselben folgende Untersuchungen ausgeführt worden:

a) von J. S. Stas. Seine im Jahre 1865 veröffentlichten Bestimmungen des Atomgewichts des Jods durch direkte Jodsilbersynthese¹ hatten erkennen lassen, daß das Gewicht der Verbindung stets einige Milligramm weniger betrug als die Summe des abgewogenen Silbers und Jods, und zwar belief sich der Verlust auf $\frac{1}{20000}$ bis $\frac{1}{72000}$ der Gesamtmasse (etwa 60 bis 300 g), im Mittel aus fünf Versuchen auf $\frac{1}{40000}$. Dasselbe zeigte sich bei den Synthesen des Bromsilbers². Die Differenzen konnten indes sehr wahrscheinlich Folge der angewandten komplizierten Operationen sein, indem das Silber in Silbersulfat, das Jod in Jodwasserstoff übergeführt, und der nach Vermischen dieser Verbindungen entstandene Jodsilberniederschlag durch Dekantation mit Wasser ausgewaschen wurde. Zwei weitere Versuche, welche Stas³ über die Zersetzung des Silberjodats in Jodsilber und Sauerstoff angestellt hatte, wobei der letztere von einer gewogenen Menge erhitzten Kupfers aufgenommen wurde, lieferten folgende Zahlen:

Versuch	Angewandtes Silberjodat	Erhalten Jodsilber + Sauerstoff	Differenz
1	98.2681 g	98.2695 g	+1.4 mg = $\frac{1}{70000}$ der Masse,
2	156.7859 »	156.7839 »	-2.0 » = $\frac{1}{78000}$ » » .

Hier sind die Abweichungen noch kleiner als die bei den Synthesen des Jodsilbers beobachteten, außerdem ist die eine positiv, die andere negativ.

¹ Nouvelles Recherches sur les lois des proportions chimiques. Bruxelles 1865. S. 122—153. Tabelle S. 152. (Deutsche Übersetzung von Aronstein S. 152.) — Stas, Œuvres complètes. 1894. I, 581. — Die obigen Zahlen sind aus der von Stas gegebenen Tabelle berechnet.

² Nouv. Rech. 154—172. Tab. 171. (Aronstein 170.) Œuvres compl. I, 603.

³ Nouv. Rech. 189, 190. (Aronstein 196, 197.) Œuvres compl. I, 623—625.

b) Von D. Kreichgauer. Unter dem Titel »Einige Versuche über die Schwere« veröffentlicht derselbe im Januar 1891 eine Arbeit¹, bei welcher zum ersten Male zugeschmolzene Glasgefäße Anwendung fanden, in denen zwei Substanzen erst getrennt und sodann nach ihrer chemischen Vereinigung gewogen wurden. Er wandte zwei gleich beschickte Gefäße *A* und *B* an, deren Volumdifferenz zur Berechnung des Gewichtes der verdrängten Luft bestimmt worden war, und ermittelte den nur wenige Milligramm betragenden Gewichtsunterschied nach den Methoden der Präzisionswägung. Über die Form der Gefäße, die Art, wie in denselben die beiden Substanzen anfänglich getrennt waren, und die Ausführung der mit starker Wärmeentwicklung verbundenen Reaktionen finden sich in der Abhandlung keine Angaben. Die Versuche bezogen sich auf die Vereinigung von Quecksilber mit Brom sowie Jod und ferner auf die Prüfung der Frage, ob sich bei Natriumazetat, wenn es aus dem geschmolzenen überkälteten Zustande in den kristallisierten umgewandelt wird, eine Gewichtsänderung bemerkbar macht. Es wurden folgende Resultate erhalten:

	Zahl der Wägungen	Gewichtsdifferenz <i>A-B</i> Mittel	Mittlere Wägungsfehler	Gewichtsänderung
I. Quecksilber und Brom. Gesamtgewicht etwa 160 g.				
Vor der Vereinigung.....	3	9.310 mg	± 0.008 mg	} +0.003 mg
Nach der Reaktion in Gefäß <i>A</i> 1. Wägungsreihe ..	2	9.313	± 0.010	
" " " " " 2. " 2.	4	9.344	± 0.003	} +0.008
" " " " " <i>B</i>	4	9.336	± 0.006	
II. Quecksilber und Jod. Gesamtgewicht etwa 170 g.				
Vor der Vereinigung.....	3	1.470 mg	± 0.004 mg	} +0.003 mg
Nach der Vereinigung in Gefäß <i>B</i>	7	1.467	± 0.003	
III. Natriumazetat. Etwa 300 g.				
Im flüssigen Zustande	3	-2.897 mg	± 0.005 mg	} +0.006 mg
Nach der Kristallisation in Gefäß <i>A</i>	2	-2.903	± 0.005	

Die erhaltenen vier Änderungen betragen, nach der obigen Reihenfolge geordnet:

$$\frac{1}{53}, \frac{1}{20}, \frac{1}{57}, \frac{1}{50} \text{ Milliontel}$$

¹ Verh. d. Physik. Gesellsch. zu Berlin. Sitzung vom 23. Jan. 1891. Jahrg. X. Nr. 2. S. 13-16.
² Ausgeführt nach neuer Volumbestimmung der Gefäße.

der angewandten Gewichtsmenge. Dieselben sind sehr viel kleiner als die von Stas erhaltenen Abweichungen, und da sie in den Bereich der Wägungsfehler fallen, haben die Versuche überhaupt keine Gewichtsänderungen nachweisen lassen.

Nach der 1893 erfolgten Veröffentlichung meiner ersten Arbeit über den vorliegenden Gegenstand erschienen, durch dieselbe veranlaßt, folgende weitere Untersuchungen:

c) F. Sanford und L. E. Ray¹ prüften 1897 die Reaktion zwischen ammoniakalischer Lösung von Silbernitrat und Traubenzucker unter Beibehaltung der von mir angewandten Methoden, jedoch mit geringerer Genauigkeit der Wägungen. Bei der Reduktion von etwa 60 g Silber ergaben 5 Versuche die Zahlen:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Beobachtete Gewichts- änderung	−0.05	−0.05	−0.03	+0.04	+0.08 mg,
Wahrscheinlicher Feh- ler der Wägung . . .	±0.07	±0.05	±0.07	±0.04	±0.04 mg.

Es traten somit positive und negative Abweichungen auf, und zwar von derselben Größenordnung wie die Wägungsfehler.

d) A. Heydweiller, damals in Breslau, publizierte 1901 eine ausführliche Arbeit² über Gewichtsänderungen bei einer Anzahl auf nassem Wege verlaufender Reaktionen. Er wandte, wie es bei meinen Versuchen geschehen war, Ω förmige Glasgefäße an, deren beide Schenkel nach dem Einfüllen der Substanzen zugeschmolzen wurden. Auch das übrige Verfahren war mit dem meinigen übereinstimmend, bis auf die Abweichung, daß man die beiden Gefäße nicht durch Zusatzkörper gleichvolumig machte, sondern ihre Volumdifferenz genau ermittelte und die Wägungen mittels Bestimmung der jeweiligen Luftdichte auf das Vakuum reduzierte. Das Gewicht eines fertiggestellten Apparates belief sich auf etwa 300 g und dasjenige der eingefüllten Substanzen + Wasser auf etwa 200 g. Der wahrscheinliche Fehler des Mittelwertes aus 3 bis 5 Einzelwägungen beträgt ± 0.01 mg, und Heydweiller nimmt an, daß Gewichtsänderungen, welche den Betrag von 0.04 mg überschreiten, nicht mehr auf Versuchsfehler zurückzuführen sind.

¹ Physical Review vol. V. S. 247 (1897).

² Drudes Ann. d. Physik 5, 394 (1901). Vorläufige Mitt. i. d. Physikal. Zeitschr. I, 527 (1900).

Es wurden die in der folgenden Tabelle verzeichneten Reaktionen untersucht:

Ver- such Nr.	Beschickung der beiden Schenkel der Gefäße	Beobachtete Gewichts- änderung
I. Eisen und Kupfersulfat.		
a) Lösung neutral.		
1	(13.96 g Fe) (63.8 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 100 \text{ g Wasser}$	-0.026 mg
2	(13.96 g Fe) (63.1 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 100 \text{ g Wasser}$	+0.019
b) Lösung alkalisch.		
3	(15 g Fe) (79.9 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 130 \text{ g Wasser}$ mit Spur NaOH)	-0.217
4	(15 g Fe) (69.6 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 115 \text{ g Wasser}$ mit 0.13 g NaOH)	-0.161
5	(18.3 g Fe) (98.0 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 103 \text{ g Wasser}$ mit 0.23 g NaOH)	-0.176
c) Lösung sauer.		
6	(15 g Fe) (69.6 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 114.2 \text{ g Wasser}$ mit 0.36 g H_2SO_4)	-0.097
7	(18.3 g Fe) (103.2 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 92 \text{ g Wasser}$ mit 0.06 g H_2SO_4)	-0.158
II. Lösen von Kupfervitriol in Wasser.		
8	(62 g aus alkalischer Lösung kristallisiertes Salz) (151 g Wasser)	-0.029
9	(62 g gewöhnliches Kupfervitriol) (147 g Wasser)	-0.126
10	(50 g gewöhnliches Salz) (150 g Wasser enthaltend 7.3 g H_2SO_4)	-0.081
11	(50 g gewöhnliches Salz) (150 g Wasser enthaltend 3.7 g H_2SO_4)	-0.072
III. Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure.		
12	(38 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 110 \text{ g Wasser}$) (2.37 g $\text{H}_2\text{SO}_4 + 10 \text{ g Wasser}$)	+0.014
IV. Mischen von Kupfersulfatlösung mit Kalilauge.		
(38 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 110 \text{ g Wasser}$) (2.25 g KOH + 10 g Wasser)		
13	nach halbem Zusatz der Kalilauge	-0.037
14	nach ganzem Zusatz der Kalilauge	-0.092
(33 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 92 \text{ g Wasser}$) (10.04 g KOH + 40 g Wasser)		
15	nach vollständiger Vermischung in Gefäß A	-0.068
16	nach halber Vermischung in Gefäß B	-0.059
17	nach ganzer Vermischung in Gefäß B	-0.080
18	(34.4 g $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq} + 99.5 \text{ g Wasser}$) (13.4 g KOH + 15 g Wasser)	-0.045
V. Essigsäure und Ammoniak.		
19	(49.7 g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + 87.5 \text{ g Wasser}$) (15.3 g $\text{NH}_3 + 123.7 \text{ g Wasser}$)	-0.034
20	(50.4 g $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + 88.5 \text{ g Wasser}$) (15.6 g $\text{NH}_3 + 125.9 \text{ g Wasser}$)	-0.026
VI. Baryumchlorid und Schwefelsäure.		
21	(20.0 g $\text{BaCl}_2 + 100 \text{ g Wasser}$) (9.7 g $\text{H}_2\text{SO}_4 + 40.3 \text{ g Wasser}$)	-0.016

Im allgemeinen ließen die Versuche erstens das Auftreten viel größerer Gewichtsänderungen ersehen, als die Beobachtungen Kreichgauers ergeben hatten. In 13 unter 21 Fällen bewegen sie sich zwischen 0.045 und 0.217 mg, und überragen meistens bedeutend den maximalen Versuchsfehler von ± 0.04 mg. Zweitens ist es auffallend, daß von den 21 Versuchen 19 eine Gewichtsabnahme und nur 2 eine Zunahme geliefert haben. In bezug auf beide Verhältnisse zeigten somit die Resultate Heydweillers Ähnlichkeit mit denjenigen, welche bei meiner ersten in den Jahren 1890 bis 1892 ausgeführten Versuchsreihe aufgetreten waren.

Hinsichtlich der einzelnen Reaktionen läßt sich aus der Tabelle folgendes ersehen:

I. Die Umsetzung zwischen Fe und CuSO_4 verlief ohne nachweisbare Gewichtsänderung, wenn der angewandte Kupfervitriol säurefrei war (Versuch 1, 2), dagegen trat eine weit über die Versuchsfehler (0.04 mg) hinausgehende Abnahme ein, wenn die Lösung nur eine sehr kleine Menge Alkali (Versuch 3, 4, 5) oder Schwefelsäure (Versuch 6, 7) enthielt. Die Wirkung dieser Substanzen ist rätselhaft.

II. Beim Lösen von säurefreiem Kupfervitriol in Wasser zeigt sich abermals kaum eine Verminderung (Versuch 8), wohl aber eine starke bei Anwendung von gewöhnlichem Salz (Versuch 9) oder nach Zusatz von Schwefelsäure (Versuch 10, 11).

III. Beim Mischen von Kupfersulfatlösung mit verdünnter Schwefelsäure fand keine Gewichtsänderung statt (Versuch 12).

IV. Die Zersetzung von Kupfersulfat durch Kalilauge (Versuch 13 bis 18) war immer von einer Gewichtsabnahme begleitet, welche bei teilweiser Vermischung der Flüssigkeiten kleiner ist als bei vollständiger (Versuch 13, 14 und 16, 17).

V. Die kleine Gewichtsänderung, welche beim Neutralisieren von Essigsäure mit Ammoniak auftrat (Versuch 19, 20), bleibt innerhalb der Versuchsfehler (0.04 mg).

VI. Bei der Zersetzung von BaCl_2 durch H_2SO_4 ist dasselbe der Fall.

Wie Heydweiller hervorhebt, läßt sich gar kein Zusammenhang der Gewichtsänderungen mit andern bei der Reaktion auftretenden physikalischen und chemischen Vorgängen auffinden, sie zeigen sich sowohl bei Vermehrung (Gruppe II) wie Verminderung (IV, VI) der elektrolytischen Dissoziation, Dichte (II, VI), und magnetischen Permeabilität (I).

Zu den Versuchen Heydweillers machte Lord Rayleigh¹ die Bemerkung, daß in den Gefäßen vor der Umwandlung nicht immer ein Gleichgewichtszustand vorhanden gewesen sei, so z. B. bei Gruppe II, wo in dem einen Schenkel fester Kupfervitriol, im andern Wasser sich befand. Es konnten hierbei durch fortwährendes Überdestillieren des Wassers Temperaturänderungen eintreten, welche die Gewichtsbestimmung möglicherweise beeinflussen. In einer Entgegnung Heydweillers² weist derselbe darauf hin, daß, wenn hierin die Ursache der bei den Versuchen 9 bis 11 beobachteten Gewichtsabnahmen läge, die Wirkung sich dann auch bei Versuch 8 hätte zeigen müssen, wo aber keine wesentliche Änderung auftrat.

e) J. Joly³ in Dublin hat 1903 auf ganz andere Weise versucht, ob beim Lösungsvorgang von Kupfervitriol in Wasser eine Änderung der Masse zu beobachten ist. Kurz angedeutet, bestand das Verfahren darin, daß an einem Ende einer Drehwaage ein die beiden Substanzen anfangs getrennt enthaltendes Glasgefäß aufgehängt und, wenn mittags oder mitternachts die Arme senkrecht zur Richtung der Erdbewegung standen, die Lösung vollzogen wurde. Es mußte Beschleunigung eintreten, wenn Masse verschwand, und umgekehrt. Von 14 Beobachtungen sprachen 8 entschieden und 3 weniger deutlich für Massenabnahme, 2 waren dagegen und die letzte zweifelhaft.

f) In das Jahr 1903 fallen noch einige von G. Kahlbaum⁴ ausgeführte Versuche, betreffend die Frage, ob bei der Umwandlung der grauen Modifikation des Zinns in die weiße und umgekehrt eine Gewichtsänderung bemerkbar ist. Die Wägungen ließen eine solche nicht erkennen.

g) Von A. Lo Surdo⁵ in Messina ist 1904 eine sorgfältige Untersuchung der Reaktion zwischen Eisen und Kupfersulfat ausgeführt worden. Er wandte Ω -Gefäße aus Thüringer Glas an, welche, wie bei Heydweillers Versuchen, einesteils etwa 15 g Eisenpulver enthielten, andernteils etwa 80 g Kupfervitriol und 200 bis 250 g Wasser, welches mit einer kleinen Menge Ätznatron versetzt war. Das durch Zusatzkörper auf 0.004 bis 0.023 ccm ausgeglichene äußere Volum der Apparate wurde vor und nach

¹ Nature **64**, 181 (1901).

² Physik. Zeitschr. **3**, 425 (1902).

³ On the conservation of mass. R. Dublin Soc. Trans. Ser. II, 8 23—52 (1903).

⁴ Verhandl. d. Naturforsch. Gesellsch. zu Basel **16**, 441 (1903).

⁵ Nuovo Cimento. Ser. V, vol. 8 (1904).

der Reaktion bestimmt, wobei sich die nachstehend verzeichneten Änderungen ergaben. Die Wägungen geschahen mittels einer mit Spiegelablesung versehenen Wage von Sartorius in Göttingen (Empfindlichkeit 20 bis 30 Skalenteile pro Milligramm), welche die Einrichtung besaß, daß die Gefäße nicht nur umgewechselt, sondern auch geneigt werden konnten, wodurch sich die Reaktion innerhalb des Wagekastens ausführen ließ, ohne Berührung des Glases. Der wahrscheinliche Fehler des Mittels aus 6 bis 7 Einzelwägungen betrug ± 0.003 bis ± 0.007 mg, in einem Falle ± 0.012 mg.

Fünf Versuche ergaben folgende Resultate:

Versuch Nr.	1	2	3	4	5
Gewichtsänderung	+0.008	-0.008	-0.008	+0.013	+0.003 mg,
Volumänderung	+0.011	+0.002	+0.008	+0.003	-0.006 ccm.

Da die Versuchsfehler im ganzen auf höchstens 0.02 mg zu schätzen sind, so liegen die Gewichtsänderungen vollständig innerhalb dieser Grenze, und sie würden sich auch durch Anbringung einer durch die Volumänderung der Gefäße bedingten Korrektur nur unwesentlich ändern.

Ferner wurden von A. Lo Surdo¹ 1906 zwei Versuche veröffentlicht über die Reaktion zwischen Silbernitrat und Ferrosulfat, wobei die Menge des abgeschiedenen Silbers etwa 40 g betrug. Die für die beiden Ω förmigen Gefäße *A* und *B* erhaltenen Zahlen sind:

Reaktion in Gefäß	Gewichts- differenz <i>A-B</i> (Mittel aus 6 Wägungen)	Wahrschein- licher Fehler des Mittels	Entstandene Gewichts- änderung
<i>A</i> {	Vor der Reaktion	3.837 mg	} +0.006 mg
	Nach der Reaktion	3.843	
<i>B</i> {	Vor der Reaktion	3.848	} +0.011
	Nach der Reaktion	3.837	

Auch bei diesen Versuchen wurde vor den betreffenden Wägungen die Volumdifferenz der Gefäße jedesmal bestimmt und der den Änderungen entsprechende verschiedene Luftauftrieb berechnet. Es ergab sich:

¹ Nuovo Cimento. Ser. V, vol. 12 (Nov. Dec. 1906).

Reaktion in Gefäß	Volum- differenz $A-B$	Volum- änderung	Entsprechende Gewichts- korrektur
A { Vor der Reaktion.....	0.025 ccm	} -0.003 ccm	-0.004 mg
{ Nach der Reaktion.....	0.022		
B { Vor der Reaktion.....	0.022	} -0.007	-0.009
{ Nach der Reaktion.....	0.029		

Diese Korrektur dürfte aber innerhalb der Beobachtungsfehler liegen und auf die in der obigen Tabelle angegebenen Gewichtsänderungen keinen wesentlichen Einfluß ausüben.

Kapitel III.

Angewandte Methoden.

A. Apparate und Behandlung derselben.

1. Verfahren im allgemeinen.

Zur Prüfung der fraglichen Änderungen des Gesamtgewichtes bei chemischen Reaktionen sind, wie schon Kap. I, B erwähnt, durchweg folgende Methoden in Anwendung gekommen: Von zwei einer Umsetzung auf nassem Wege fähigen Substanzen wurden abgewogene Mengen nebst Wasser getrennt in die beiden Abteilungen der nachfolgend beschriebenen Glasgefäße gebracht und die Einfüllöffnungen zugeschmolzen. Man stellte stets zwei solcher Apparate *A* und *B* her, welche sodann in bezug auf Gewicht und äußeres Volum durch Beifügung von Zusatzkörpern aus Glas und Platin soweit ausgeglichen wurden, daß *A* nur einige Milligramm schwerer war als *B* und der Volumunterschied weniger als etwa 0.03 ccm betrug. Nach dem Stellen der Gefäße auf die beiden Schalen der Wage bestimmte man nun durch eine Anzahl an verschiedenen Tagen ausgeführter Präzisionswägungen die anfängliche Gewichts-differenz $A - B$ mit einer Genauigkeit von einigen tausendstel Milligramm. Sodann wurde die Reaktion zunächst in Apparat *A* ausgeführt, wozu man denselben aus dem Wagengehäuse nahm, und durch Neigen, Horizontallegen oder auch Schütteln die Vermischung der beiden Substanzen bewerkstelligte. Nach dem Zurückbringen des Gefäßes folgte eine zweite Wägungsreihe zur Bestimmung der jetzigen Gewichts-differenz $A - B$. Hierauf nahm man in gleicher Weise die Reaktion in Apparat *B* und schließlich die dritte Wägungsreihe vor. Es fand also immer doppelte Ausführung des Versuchs statt. Da *A* stets schwerer war als *B*, so entsprach in der ersten Versuchshälfte Abnahme der Differenz $A - B$ gegen die anfängliche einer Gewichtsverminderung des Apparates *A*. In der zweiten Versuchshälfte mit Gefäß *B* mußte sodann die Differenz $A - B$ wieder größer werden und dem anfänglichen Wert nahezu gleichkommen. Wenn umgekehrt die erste Reaktion Zunahme von $A - B$ und die zweite Rückgang auf die ursprüngliche Größe bewirkte, so hatten beide Apparate Gewichtsvermehrung erfahren.

Die Versuche erforderten stets die Bestimmung sehr kleiner Gewichtsunterschiede von der Größenordnung der hundertstel und tausendstel Milligramm bei Belastungen von etwa 500 g. Dies machte nicht nur den Gebrauch höchst genauer Wagen nötig, sondern auch die Beachtung einer großen Zahl von Versuchsfehlern, welche teils durch die Wägung, teils durch die Gefäße und ihre Behandlung hervorgebracht werden konnten. Dieselben finden in den nachfolgenden Abschnitten eine ausführliche Erörterung.

2. Reaktionsgefäße.

Bei den seit dem Jahre 1901 mit Hilfe der Rueprechtschen Präzisionswaage (Tragkraft 600 g) ausgeführten Versuchen kamen folgende Gefäße in Anwendung:

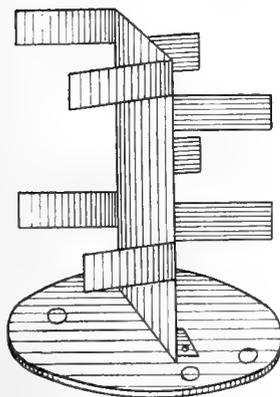
a) In den meisten Fällen wurden Ω förmige Röhren (Fig. 1) benutzt, welche 1901 aus Jenaer Geräteglas von Glasbläser R. Burger angefertigt waren. Die beiden vertikalen Schenkel hatten 10 cm Länge und 5 cm Durchmesser. An dem oberen gebogenen Verbindungsstück von etwa 2 cm Weite saßen die beiden Einfüllröhren von 7 mm Durchmesser, welche nach der Beschickung des Gefäßes in Spitzen ausgezogen und zugeschmolzen wurden.

Fig. 1.



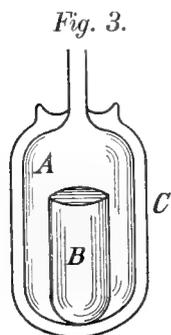
Gewicht der leeren Gefäße	105—115 g
» » Füllung inklusive Wasser	250—350 »
» » gefüllten Gefäße	360—465 »
äußeres Volum der Gefäße	400—450 ccm
äußere Glasoberfläche etwa	450 qcm

Fig. 2.



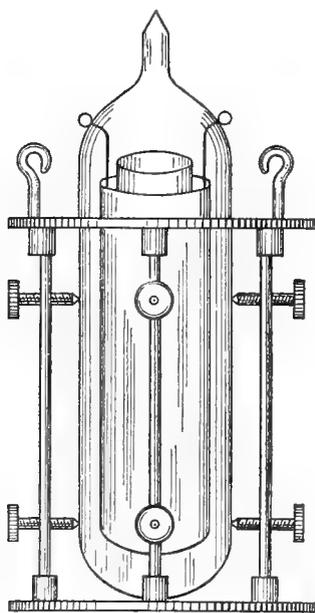
Behufs der Wägung wurden die Ω -Röhren in Stative von der Form Fig. 2 eingesetzt, welche aus Messingblech hergestellt und galvanisch vergoldet waren. Die auf beiden Seiten der senkrechten Platte befindlichen 4 federnden Arme hielten die Schenkel der Ω -Gefäße eingeklemmt. Die Stative stammten aus der Rueprechtschen Werkstatt, und es waren je zwei zusammengehörige in ihrem Gewicht bis auf 1 mg ausgeglichen. Da die Stative etwa 44 g wogen, stieg mit dem eingesetzten Glasgefäß die Schalenbelastung der Waage auf 400 bis 500 g.

b) Eine zweite Form, Fig. 3, in der Folge als O-Gefäße bezeichnet, bestand aus einem 12 cm hohen und 7 cm weiten Glaszylinder *A*, am Boden geschlossen und oben in eine Einfüllröhre ausgehend. Am Boden von *A* war ein oben offener Glasbecher *B* von 8 cm Höhe und 5 cm Weite angeschmolzen, wodurch ein ringförmiger Zwischenraum entstand, in welchen die eine der Reaktionssubstanzen eingefüllt wurde, während die andere in das Innere des Bechers *B* kam. Schließlich umgab den Zylinder *A* noch ein größerer geschlossener Dewarscher Glasmantel *C* von 13 cm Höhe und 8 cm Durchmesser mit luftleer gepumptem Raum zwischen *A* und *C*. Hierdurch blieb das Volum des äußeren Gefäßes *C* unberührt von den Volumänderungen, welche das Gefäß *A* infolge der Reaktionswärme erleiden konnte. Gewicht der gefüllten Gefäße 450—550 g (Füllung 170—260 g), äußeres Volum etwa 600 ccm, äußere Glasfläche etwa 350 qcm. Zu den Wägungen kamen die Gefäße in Messingstative zu stehen, welche ähnlich dem in nachstehender Fig. 4 abgebildeten konstruiert waren, jedoch einen größeren Durchmesser besaßen. Das Gewicht derselben betrug etwa 79 g, somit die Schalenbelastung der Wage 530 bis 630 g.



Beim Zentrieren dieser Apparate in ihrem Stativ nach dem in Kap. III, B, 4 b beschriebenen Verfahren zeigten sich Schwierigkeiten trotz ihrer symmetrischen Form. Sie sind deshalb nur bei wenigen Versuchen (s. Kap. III, D, ferner Kap. IV, 1, 10) angewandt worden.

Fig. 4.



c) Zu den später in Kap. IV, 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodid hatten zylindrische Glasgefäße von 12 cm Höhe und 4 cm Durchmesser gedient. Äußeres Volum 223 ccm, Mantelfläche 230 qcm. Wie Fig. 4 darstellt, standen dieselben in einem Messingstativ, bestehend aus einer runden Bodenplatte mit 4 auf derselben befestigten Säulen, deren jede 2 Stell-

schrauben trug.

d) Bei einigen Versuchen wurden aus Quarzglas hergestellte Ω förmige Gefäße benutzt, welche von Hrn. Heraeus in Hanau geliefert worden

waren. Sie hatten dieselbe Größe wie die unter a) angeführten Röhren aus Glas, besaßen aber nur eine einzige Einfüllöffnung an der obersten Stelle des Bogens. Diese wurde anfangs auf die Weise geschlossen, daß man eine Korkscheibe einsenkte und darüber eine geschmolzene Mischung aus 3 Teilen Kolophonium und 1 Teil Wachs goß. Später wurde die Öffnung zu einem Röhrchen gestaltet, dessen Spitze sich mittels des Knallgasgebüses zuschmelzen ließ. Da die Ausdehnung des amorphen Quarzes bedeutend geringer ist als diejenige des Glases, so ließ sich von diesen Gefäßen bei Reaktionen, welche mit Wärmeentwicklung verknüpft sind, eine vorteilhafte Unveränderlichkeit des Volums erwarten. Die Quarzapparate sind jedoch nur wenig benutzt worden (s. Kap. III, D und Kap. IV, 5, 10), weil wegen ihrer sehr dünnen Wandung zu befürchten war, daß schon eine kleine Druckänderung im Innern (s. Kap. III, C 2) von Einfluß auf ihr Volum sein könne und sie sich ferner als leicht zerbrechlich erwiesen hatten.

e) Endlich kamen auch Ω -Röhren aus Geräteglas von der Größe der mit a) bezeichneten in Anwendung, deren innere Fläche mit einer etwa 1 mm dicken Schicht Paraffin (Schmelzpunkt 54°) überzogen worden war. Veranlassung hierzu hatte der einigemal beobachtete Übelstand ergeben, daß Glasgefäße sich nicht als vollständig dicht erwiesen (s. Kap. III, C 3). Röhren dieser Art sind bei den in Kap. III, D und Kap. IV, 1, 2 beschriebenen Versuchen benutzt worden.

Ω -Gefäße von bedeutend größeren Dimensionen waren bei den während der Jahre 1890 bis 1892 ausgeführten Versuchen angewandt worden, unter Benutzung der in Kap. III, B 1 beschriebenen Stückrathschen sowie einer älteren Rueprechtschen Wage, welche beide über 1 kg Tragkraft besaßen. Die damals aus Thüringer Natronglas gefertigten Gefäße hatten die Ω -Form Fig. 1 mit 18 cm langen und 5 cm weiten Schenkeln, ihr äußeres Volum betrug 880—930 ccm und die Glasoberfläche 750—790 qcm. Das Gewicht der gefüllten Apparate schwankte zwischen 700 und 980 g, und bei der Wägung mit dem dazugehörigen Metallstativ (75 g) erhöhte sich die Schalenbelastung auf 775—1055 g.

Vor dem Gebrauche der Glasgefäße wurde zunächst bei einer größeren Anzahl durch Auswägen mit Wasser das innere Volum bestimmt, und sodann paarweise die am nächsten miteinander übereinstimmenden zusammengelegt. Um die äußere Glasoberfläche alkaliärmer und dadurch weniger hygroskopisch zu machen, tauchte man hierauf die Gefäße einige

Tage lang in verdünnte Schwefelsäure und nachher in wässriges Ammoniak. An der so behandelten Glasfläche ließ sich später mittels der Myliusschen Jodeosinprobe¹ kein Alkali mehr nachweisen.

3. Beschickung der Gefäße.

Nach dem Abwägen der einer gegebenen Reaktionsgleichung entsprechenden Mengen der Substanzen wurden dieselben mittels langhalsiger Trichter in die beiden Abteilungen der Gefäße eingefüllt, teils in gepulvertem Zustande, teils in Lösung. Die zugegebenen Wassermengen sind stets so bemessen worden, daß beide Schenkel der Ω -Röhren gleiche Belastung erhielten. Bei den Versuchen über die Lösung von Salzen (Kap. IV, 10) trat oft der Fall ein, daß das Gewicht des nötigen Wassers erheblich größer war als dasjenige des Salzes. Es wurde sodann dem letzteren zur Gewichtsausgleichung noch indifferente Körper, wie kleine böhmische Granaten oder Iserinkörner, seltener Quecksilber, zugefügt. Sämtliche Wägungen, zu denen eine Tarierwage diente, sind bis auf Zentigramme vorgenommen worden.

In manchen Fällen, namentlich bei Lösungsversuchen, überdeckte man die Flüssigkeitsoberfläche in einem oder auch beiden Schenkeln der Ω -Röhren mit einer Schicht Paraffinöl, um Verdampfung und dadurch vorzeitigen Eintritt der Reaktion zu verhüten.

4. Ausgleichung der Gefäßpaare in bezug auf Gewicht und Volum.

Zu den betreffenden Arbeiten benutzte man eine ältere aus der Rueprechtschen Werkstatt stammende Wage von 1 kg Tragkraft und 1 mg Empfindlichkeit, welche für hydrostatische Wägungen eingerichtet worden war. Auf die linke Schale kam eine Metallplatte zu liegen, an deren Enden sich zwei vertikale Stangen befanden, die durch Öffnungen in der Bodenplatte des Gehäuses hindurchgingen und unten durch einen Bügel vereinigt waren. An dem letzteren wurden mittels eines dünnen Nickeldrahtes die zu wägenden Apparate aufgehängt. Man bestimmte nun das Gewicht der zusammengehörigen Gefäße *A* und *B* nacheinander zuerst in Luft und sodann in Wasser von genau gleicher Temperatur. Dasselbe befand sich

¹ Ber. d. chem. Gesellsch. **22**, I, 310 (1889). — Zeitschr. f. Instrumentenkunde **9**, 59 (1889)

in einem großen unterhalb der Wage stehenden Glaszylinder, welcher sich horizontal verschieben ließ. Selbstverständlich wurden alle nötigen Vorichtsmaßregeln beachtet, wie gleichzeitiges längeres Liegen der Gefäße in dem Wasser zur Erlangung übereinstimmender Temperatur, Entfernung anhängender Luftblasen usw. Die hydrostatischen Wägungen ließen sich bis auf 1 mg genau ausführen, und es gaben wiederholte Bestimmungen der Volumdifferenz zweier Apparate, auch wenn sie bei wechselnden Temperaturen (16—19°) vorgenommen wurden, Abweichungen bis zu höchstens 0.02 ccm.

Nach der Bestimmung des Gewichts- und Volumunterschiedes zweier Reaktionsgefäße *A* und *B* war nun die Ausgleichung derselben durch Beigabe von Zusatzkörpern vorzunehmen. Die letzteren wurden aus Platin und Glas hergestellt; sie mußten immer klein ausfallen, da man schon anfänglich *A* und *B* möglichst gleich groß gewählt hatte. Zur Anfertigung der Glaskörper dienten dünnwandige Röhren von 5 bis 10 mm Durchmesser; ein Stück von einigen Zentimetern Länge wurde zunächst an einem Ende zu einem kleinen Ring geformt, um den Körper später mittels Platindraht an die Apparate hängen zu können, und das andere Ende zu einer langen Spitze ausgezogen (in der Kap. III, B 4 b vorhandenen Fig. 6 stellt *v* einen solchen Glaskörper dar). Man bestimmte nun das äußere Volum des anfänglich zu groß hergestellten Gefäßes durch Eintauchen in eine Zehntel-Kubikzentimeter angegebende, zum Teil mit Wasser gefüllte Meßröhre und verkürzte die nach oben gerichtete Spitze an der Stelle, wo das gewünschte Volum erreicht war. Sodann wurde der Körper gewogen und zur Gewichtsausgleichung dem anderen Apparat eine entsprechende Menge Platindraht zugegeben, oder es mußte in gewissen Fällen der Hohlkörper noch beschwert werden, was durch Einfüllen von Quarzsand oder Kupferfeile in die noch offene Spitze geschah. Diese ersten den Apparaten *A* und *B* beigefügten Zulagen waren sodann zu ändern, bis eine genügende Ausgleichung erreicht war. Zuletzt wurde die Spitze des Hohlkörpers zugeschmolzen und das genaue Volum des letzteren mittels einer kleinen hydrostatischen Wage bestimmt. Das Volum des angewandten Platindrahtes oder Bleches berechnete man aus dem Gewicht desselben durch Division mit der Dichte = 21.5.

Als Beispiel für dieses oft sehr zeitraubende Verfahren möge die Ausgleichung der Apparate angeführt werden, welche zu den in Kap. IV, 9

beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiunjodid gedient hatten:

Ursprüngliche Gefäße.		
	Gewicht	Volum bei 17.50°
<i>A</i>	378.263 g	236.630 ccm
<i>B</i>	378.086 »	233.578 »
$A - B = +0.177 \text{ g} + 3.052 \text{ ccm.}$		

Der zunächst angefertigte Glashohlkörper für *B* zeigte in der Meßröhre das Volum 3.5 ccm und besaß das Gewicht 2.063 g. Um letzteres auszugleichen, mußte dem Gefäß *A* ungefähr dieselbe Menge Platin zugegeben werden. Man hatte dann als:

Erste Annäherung					
Apparat <i>A</i>	Gewicht	Volum	Apparat <i>B</i>	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	2.060 »	0.096 »	Glaskörper	2.063 »	3.5 »
<hr style="width: 100%;"/>			<hr style="width: 100%;"/>		
380.323 g			236.726 ccm		
			380.149 g		
			237.078 ccm.		
$A - B = +0.174 \text{ g} - 0.352 \text{ ccm.}$					

Der Platindraht zu *A* sowie der Glaskörper zu *B* wurden verkleinert. Dies gab als:

Zweite Annäherung					
Apparat <i>A</i>	Gewicht	Volum	Apparat <i>B</i>	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	1.847 »	0.086 »	Glaskörper	2.002 »	3.25 »
<hr style="width: 100%;"/>			<hr style="width: 100%;"/>		
380.110 g			236.716 ccm		
			380.088 g		
			236.828 ccm.		
$A - B = +0.022 \text{ g} - 0.112 \text{ ccm.}$					

Der Glaskörper zu *B* war nochmals durch Abnehmen der Spitze zu verkleinern, und das dadurch verminderte Gewicht durch Platindraht zu ersetzen, welcher zugleich zum Anhängen des Körpers am Gefäß zu dienen hatte. Demzufolge mußte auch die Menge des Platindrahtes an *A* etwas vergrößert werden. Nach der genauen Volumbestimmung des Glaskörpers mittels der kleineren hydrostatischen Wage wurde erhalten als:

Dritte Annäherung

Apparat A	Gewicht	Volum	Apparat B	Gewicht	Volum
Gefäß	378.263 g	236.630 ccm	Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Platindraht	1.895 »	0.088 »	Glaskörper	1.760 »	3.110 »
	<u>380.158 g</u>	<u>236.718 ccm</u>	Platindraht	0.309 »	0.014 »
				<u>380.155 g</u>	<u>236.702 ccm.</u>

$$A - B = \text{etwa } 3 \text{ mg} + 0.016 \text{ ccm,}$$

womit die Ausgleichung für genügend erachtet wurde.

Wie aus den vielen in Kap. III D und Kap. IV angeführten Versuchen ersichtlich, betrug nach der Ausgleichung die Volumdifferenz zweier Apparate häufig nur einige Tausendstel Kubikzentimeter und stieg höchstens bis zu 0.03. Aber auch in dem letzten Falle entstand durch den etwas ungleichen Auftrieb der beiden Gefäße kein in Betracht kommender Wägungsfehler; denn selbst wenn während einer Versuchsreihe das Gewicht eines Kubikzentimeters Luft zwischen den äußersten Grenzen 1.15 und 1.25 mg geschwankt hätte, würden die entsprechenden Auftriebsänderungen doch stets unterhalb 0.003 mg liegen. Variiert das Luftgewicht nur zwischen 1.19 und 1.22 mg, wie es bei den in Kap. III D, Reihe 1 mitgeteilten Versuchen der Fall war, so bleibt für die Volumdifferenz von 0.03 ccm der Einfluß auf die Wägung sogar unter 0.001 mg.

In den wenigen Fällen, wo der Volumunterschied der Apparate einen größeren Betrag erreichte, wie z. B. 0.082 ccm bei den Versuchen Kap. III, D 1, wurde die Reduktion der Wägungen auf das Vakuum vorgenommen und hierzu das Gewicht λ von 1 ccm feuchter Luft in Milligrammen aus dem herrschenden Barometerstand H und der Temperatur t nach der von F. Kohlrausch¹ gegebenen Formel:

$$\lambda = \frac{1.295}{760} \frac{H}{1 + 0.004 \cdot t}$$

berechnet. Das bezeichnete Beispiel läßt erkennen, daß selbst bei der betreffenden großen Volumdifferenz die Korrektionswerte noch zu klein waren, um einen Einfluß auf das Endresultat der Versuche auszuüben.

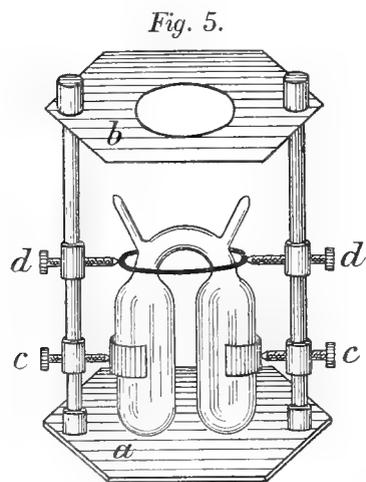
¹ Lehrbuch d. prakt. Physik 10. Aufl. S. 80 (1905) — 11. Aufl. S. 81 (1910).
 Phys.-math. Klasse. 1910. Abh. I. 6

5. Ausführung der Reaktion.

Hierzu mußten die Apparate nebst ihren zugehörigen Metallstativen zunächst aus dem Wagengehäuse genommen werden. Bei den Ω -Gefäßen geschah dies auf die Weise, daß man unter den oberen Bogen derselben einen Doppelhaken aus poliertem Stahl schob, welcher am Ende einer mit Handgriff versehenen Stange angebracht war. Zum Transport der Ω -Gefäße befanden sich am oberen Ende der zugehörigen Metallstative zwei Ringe, wie aus der in Kap. III, A 2 c gegebenen Zeichnung Fig. 4 ersichtlich ist; diese wurden mittels einer halbkreisförmigen Gabel angefaßt, deren Enden in Haken ausgingen.

Bei den ersten in den Jahren 1890—1892 ausgeführten Versuchen waren die Glasgefäße mit der Hand unter Benutzung weißer Handschuhe angefaßt worden. Später wurden die letzteren weggelassen und so verfahren, daß man die zuerst mit Seife gereinigten Finger mit Alkohol abspülte und diesen verdunsten ließ, ohne ein Handtuch zu gebrauchen, da dasselbe Fasern abgeben konnte. So behandelte Finger hinterlassen auf einer blanken Glasfläche nicht den mindesten Abdruck.

Zur Vornahme der Reaktion wurden die Ω -Apparate teils mit, teils ohne ihre Zusatzteile in ein Metallstativ gesetzt, dessen Form aus Fig. 5



ersichtlich ist. Zwei übereinanderliegende sechskantige Messingplatten *a* und *b* waren durch Stangen verbunden, an welchen sich unten zwei federnde Klammern *cc* befanden, zwischen welchen die Ω -Röhren sich einsetzen ließen. Sodann schob man von oben die mit Schlitz versehene Platte *dd* über den Hals des Gefäßes, das nun vollständig festgehalten war. Durch Horizontallegen des ganzen Stativs auf die verschiedenen Kanten der Endplatten konnten die beiden Schenkel der Ω -Röhren entweder in gleicher Ebene oder um 45° geneigt oder endlich übereinandergestellt werden, wodurch eine ungleich rasche Vermischung der

beiden Flüssigkeiten erfolgte. Bei den Ω -Gefäßen erreichte man dies teils dadurch, daß man sie horizontal legte, teils auch einen kleinen Messing-

dreifuß in umgedrehter Lage aufstellte. Während der Dauer der Reaktion waren die Apparate mit einer Glasglocke bedeckt.

Um eine Erhitzung der Glasgefäße möglichst zu vermeiden, wurden die Reaktionen stets langsam im Verlauf von mindestens zwei Tagen vollzogen, entweder durch geeignete Stellungen des Stativs oder portionenweise Vermischung der Substanzen. Über die trotzdem erfolgten Erwärmungen finden sich bei den speziellen Versuchen die näheren Angaben.

B. Wagen und Wägungsmethoden.

1. Angewandte Wagen.

Zu sämtlichen in der 2. und 3. Arbeitsperiode, d. h. vom Jahre 1901 an, ausgeführten Versuchen hatte eine Wage gedient, welche in der rühmlichst bekannten Werkstatt von Alb. Rueprecht in Wien angefertigt worden war, und zwar mit Rücksicht auf die hier vorliegenden speziellen Bedürfnisse. In dem verdienstvollen Werke von W. Felgenträger, Theorie, Konstruktion und Gebrauch der feineren Hebelwage (B. G. Teubner, Leipzig. Berlin 1907), findet sich eine Abbildung (Fig. 106, S. 218) sowie Beschreibungen einzelner Teile derselben. Sie hatte eine Tragfähigkeit von 600 g, der ganze Messingbalken eine Länge von 30 cm. Die automatische Umwechslung der Belastungen, Transport derselben auf die Schalen, Auslösung der Schalen und des Balkens mittels 4 Führungsstangen wurden aus 3 m Entfernung bewirkt, die Spiegel- und Fernrohrablesung aus der gleichen Distanz. Die Empfindlichkeit für 1 mg bei 500 g Belastung auf jeder Schale betrug 35 bis 38 Skalenteile (mm), von welchen sich noch Zehntel mit Sicherheit ablesen ließen. Schwingungsdauer zwischen zwei Umkehrpunkten 35 Sekunden.

Die an beiden Seiten der Wage auf die Gehänge niedersenkbaren Gewichtssätze umfaßten 6 Stücke von den Nominalbeträgen

120, 121, 122, 124, 125.5, 126 mg,

durch deren Kombination alle Belastungen von 0.5 bis 9.5 mg, steigend um 0.5 mg, sich herstellen ließen. Sie bestanden aus ringförmig gebogenem Platindraht und konnten einzeln durch einen von der Außenseite des Wagekastens dirigierbaren Mechanismus auf die Gehänge niedergelassen oder

emporgehoben werden¹. Dazu war es allerdings nötig, auf einige Sekunden an das Wagengehäuse heranzutreten, was aber zufolge der das letztere umgebenden Wärmeschutzschirme von keinem Nachteil sein konnte.

Da die bei der Reaktion auftretenden Gewichtsänderungen immer sehr klein waren und selten den Betrag von 0.1 mg überschritten, so konnten die zu einem Versuche nötigen drei Wägungsreihen stets unter Benutzung der gleichen Gewichtsstücke vorgenommen werden. Aus diesem Grunde war es nicht nötig, die absoluten Werte der 12 Platingewichte zu bestimmen; nach der Versicherung des Hrn. Rueprecht sollten übrigens die Fehler derselben so klein sein, daß sie außer Betracht bleiben konnten.

Bei der ersten während der Jahre 1890—1892 verlaufenen Arbeitsperiode kamen folgende Wagen in Anwendung:

a) Eine von P. Stückrath in Berlin verfertigte Präzisionswage mit Vorrichtungen zur selbsttätigen Umwechslung der Belastungen, Niedersenken von Reitergewichten auf die Endgehänge und Balkenauslösung von außen auf $1\frac{1}{2}$ m Entfernung. Spiegelablesung mit Glasskala und Fernrohr. Ganze Balkenlänge 30 cm, Tragkraft 1.5 kg. Gewicht der gefüllten Reaktionsapparate 700—900 g, mit dem dazugehörigen Messingstativ 1100 bis 1300 g. Empfindlichkeit 39—41 Skalenteile für 1 mg, Schwingungsdauer zwischen 2 Umkehrpunkten 50 bis 60 Sekunden.

Das Instrument war ursprünglich zu Wägungen im Vakuum konstruiert worden und mit einer Glocke aus dickem, vernickeltem Kupferblech überdeckt, welche nur eine kleine mit Glasplatte verschlossene Öffnung für den Durchgang der Lichtstrahlen besaß. Es gelang jedoch nicht, die Verdünnung genügend lange Zeit konstant zu halten, und daher wurde stets in Luft von gewöhnlicher Dichte gewogen.

Die 2 angewandten Differentialgewichtssätze umfaßten je 5 Reiter aus Aluminiumdraht von den nominellen Gewichten

10, 10.5, 11, 13, 17 mg,

durch deren Kombination sich alle Belastungen von 0.5 mg bis 21.5 mg, um 0.5 mg steigend, herstellen lassen.

Die Prüfung dieser Gewichte im Normaleichungsamt ergab folgende absolute Werte:

¹ Eine Beschreibung dieser von A. Rueprecht konstruierten Vorrichtung findet sich in Felgenträgers Werk S. 176, Fig. 84.

b) Eine etwa im Jahre 1880 von A. Rueprecht in Wien angefertigte Wage für 2 kg Tragkraft (Nr. 5 des Preisverzeichnisses von 1902). Dieselbe war für Präzisionswägungen eingerichtet worden durch Anbringen einer Spiegel- und Fernrohrablesung und Verlängerung der Auslösevorrichtung für Schalen, Gehänge und Balken durch eine $1\frac{1}{2}$ m lange Stange.

Häufig wurden die Schwingungen auch an dem Zeiger der Wage beobachtet, indem man die Umkehrpunkte an der Skala mit dem Vertikal-faden eines Fernrohrs verfolgte, welches sich durch eine Mikrometerschraube horizontal bewegen ließ. Hierbei ergab sich bei 1 kg Belastung für 1 mg die Empfindlichkeit von 3 Skalenteilen, von welchen sich Zehntel oder sogar Zwanzigstel mittels des stillstehenden Fernrohrfadens ablesen ließen. Schwingungsdauer zwischen 2 Umkehrpunkten 50 Sekunden.

Der angewandte Gewichtssatz umfaßte bloß 4 aus Aluminiumdraht hergestellte Gewichte von den Werten:

nominell 4, 4.5, 5, 7 mg,

welche durch Auflegen auf beide Wageschalen alle Belastungen zwischen 0.5 bis 9.5 mg, um 0.5 steigend, herstellen lassen.

Behufs gleichförmiger Wärmeverteilung war das Wagengehäuse von einem doppelwandigen Kasten aus Kupferblech überdeckt, dessen vordere Seite sich emporschieben ließ. Beim Gebrauch dieser Wage wurden die beiden Apparate mittels eines starken Platindrahtes an dem am Schalenbügel befindlichen Haken aufgehängt und bei geöffneten Türen umgewechselt, was anfangs mit der Hand, später mit Hilfe einer besonders dazu konstruierten Zange geschah. Ebenso war beim Auflegen der Gewichte das Öffnen der Wage nötig.

2. Wägungsverfahren.

Wie früher erwähnt, waren die Gewichte des zu einem Versuch gehörigen Apparatepaares *A* und *B* bis auf einige Milligramm ausgeglichen, und es handelte sich nur um Bestimmung der Bruchteile eines Milligramms. Sämtliche Wägungen wurden nach dem Gaußschen Verfahren ausgeführt, und zwar meist mit zweimaligem Umtausch der Belastungen und viermaliger Empfindlichkeitsbestimmung, was die Beobachtung von 8 Gleichgewichtslagen nötig machte. Die Ausführung der ganzen Wägung geschah nach folgendem hin- und rückläufigem Schema, in welchem P_r und P_l die rechts

oder links aufgesetzten größeren Milligrammbelastungen, p_r und p_l die entsprechenden um 0.5 mg kleineren bedeutet. Diese Belastungen wurden mittels der über den beiden Wagegehängen befindlichen Differentialgewichtsätze hergestellt. Apparat A war stets schwerer als B .

Teilwägung	Linke Schale	Rechte Schale	Beobachtete Gleichgewichtslage	Empfindlichkeit für 0.5 mg
Nr. 1	App. A	App. $B + P_r$	R_1	$r_1 - R_1$
2	A	$B + p_r$	r_1	
Umtausch				
3	$B + p_l$	A	l_1	$L_1 - l_1$
4	$B + P_l$	A	L_1	
5	$B + P_l$	A	L_2	$L_2 - l_2$
6	$B + p_l$	A	l_2	
Umtausch				
7	A	$B + p_r$	r_2	$r_2 - R_2$
8	A	$B + P_r$	R_2	

Aus den Mittelwerten

$$\frac{R_1 + R_2}{2} = R \quad \frac{r_1 + r_2}{2} = r \quad \frac{l_1 + l_2}{2} = l \quad \frac{L_1 + L_2}{2} = L$$

folgt als Gewichtsunterschied der Apparate

$$A - B = \frac{1}{2} \left[(p_r + p_l) + (P_r - p_r + P_l - p_l) \frac{r - l}{(r - R) + (L - l)} \right]$$

oder

$$A - B = \frac{1}{2} \left[(P_r + P_l) - (P_r - p_r + P_l - p_l) \frac{L - R}{(r - R) + (L - l)} \right]$$

Die Gleichgewichtslagen R, r, l usw. wurden nach Ablesung von 3, selten 4 Umkehrpunkten $a_1 a_2 a_3 a_4$ der Schwingungen nach folgenden von M. Thiesen gegebenen Formeln berechnet:

$$\frac{1}{2} \left(\frac{a_1 + a_3}{2} + a_2 \right) \text{ oder } \frac{1}{4} (a_1 + 2a_2 + a_3)$$

bzw. $\frac{1}{8} (a_1 + 3a_2 + 3a_3 + a_4).$

Es zeigte sich, daß die Ablesung von 4 statt 3 Umkehrpunkten keinen wesentlichen Vorzug bot. Indem jede der 8 Größen R, r, l usw. durch mindestens dreimalige Auslösung der Wage bestimmt wurde, nahm hierdurch eine ganze Wägung die Zeitdauer von etwa $1\frac{1}{2}$ Stunden in Anspruch.

Bei der großen Rueprechtschen Wage konnte stets

$$P_r - p_r + P_l - p_l = 1 \text{ mg}$$

angenommen werden und es fiel daher dieser Teil der Formel bei der Rechnung fort. Setzt man ferner $(r - R) + (L - l) = E$, so nimmt die Formel die folgende vereinfachte Form an:

$$A - B = \frac{1}{2} \left[p_r + p_l + \frac{r - l}{E} \right]$$

$$A - B = \frac{1}{2} \left[P_r + P_l - \frac{L - R}{E} \right].$$

Die folgende Tabelle enthält ein Beispiel für die Ausführung einer Wägung.

Beginn der Wägung 12^h 5'. Schluß der Wägung 1^h 30'.

Teilwägung. Belastung von	Lage der Gefäße		Aufgelegte Gewichte		Ent- sprechen- des Gewicht mg	Tem- pera- tur	Beobachtete Umkehrpunkte bei dreimaliger Aus- lösung der Wage Skalenteile	Gleich- gewichts- lage Skalenteile	Mittel Skalenteile
	links	rechts	links	rechts					
R_1	A	B	1	4	$3 = P_r$	18.40°	22.0-59.6-23.0 24.6-57.9-25.6 23.3-58.5-24.2	41.05 41.50 41.13	41.23 = R_1
r_1	A	B	2 +	1 +	$2.5 = p_r$	18.40	45.3-75.3-46.2 43.4-77.9-44.6 42.0-78.9-43.0	60.53 60.95 60.70	60.73 = r_1
l_1	B	A	1 +	2 +	$2.5 = p_l$	18.41	16.2-50.5-17.2 15.0-52.8-16.2 15.2-50.8-16.1	33.60 34.20 33.23	33.68 = l_1
L_1	B	A	4	1	$3 = P_l$	18.41	38.0-69.0-39.0 36.9-69.1-37.9 35.4-72.2-36.5	53.75 53.25 54.07	53.69 = L_1
L_2	B	A	4	1	$3 = P_l$	18.41	36.4-71.2-37.2 32.2-73.5-33.3 37.0-70.0-37.8	54.00 53.13 53.70	53.61 = L_2
l_2	B	A	1 +	2 +	$2.5 = p_l$	18.42	17.3-50.0-18.2 16.0-50.9-17.0 15.2-52.6-16.4	33.86 33.70 34.20	33.92 = l_2
r_2	A	B	2 +	1 +	$2.5 = p_r$	18.44	45.3-76.2-46.4 44.0-77.1-45.2 46.6-75.8-47.6	61.03 60.85 61.45	61.11 = r_2
R_2	A	B	1	4	$3 = P_r$	18.45	23.0-60.5-23.9 24.3-58.0-25.3 25.0-58.6-25.8	41.97 41.40 42.00	41.79 = R_2

Hieraus ergibt sich:

$$\begin{array}{rcl}
 p_r + p_l = 5 \text{ mg} & & \\
 \frac{1}{2}(R_1 + R_2) = R = 41.51 & r - R = 19.41 & \\
 \frac{1}{2}(r_1 + r_2) = r = 60.92 & & r - l = 27.12 \\
 \frac{1}{2}(l_1 + l_2) = l = 33.80 & L - l = 19.85 & \\
 \frac{1}{2}(L_1 + L_2) = L = 53.65 & \hline & E = 39.26
 \end{array}$$

$$A - B = \frac{1}{2} \left[p_r + p_l + \frac{r - l}{E} \right] = \frac{1}{2} \left[5 + \frac{27.12}{39.16} \right] = 2.845.$$

Die beiden Hälften der ganzen Beobachtungsreihe führen zu folgenden Resultaten:

Erste Hälfte.

$$\begin{array}{rcl}
 R_1 = 41.23 & r_1 - R_1 = 19.56 & \\
 r_1 = 60.73 & & r - l = 27.05 \\
 l_1 = 33.68 & L_1 - l_1 = 20.01 & \\
 L_1 = 53.69 & \hline & E = 39.51
 \end{array}$$

$$A - B = \frac{1}{2} \left[5 + \frac{27.05}{39.51} \right] = 2.842.$$

Zweite Hälfte.

$$\begin{array}{rcl}
 L_2 = 53.61 & L - l = 19.69 & \\
 l_2 = 33.92 & & r - l = 27.19 \\
 r_2 = 61.11 & r - R = 19.32 & \\
 R_2 = 41.79 & \hline & E = 39.01
 \end{array}$$

$$A - B = \frac{1}{2} \left[5 + \frac{27.19}{39.01} \right] = 2.848.$$

Eine Kontrolle für Richtigkeit der beobachteten Schwingungspunkte lag darin, daß nahezu

$$R_1 + L_1 = r_1 + l_1 \quad || \quad R + L = r + l$$

sein mußte.

$R_1 = 41.23$	$r_1 = 60.73$		$R_2 = 41.79$	$r_2 = 61.11$
$L_1 = 53.69$	$l_1 = 33.68$		$L_2 = 53.61$	$l_2 = 33.92$
<u>94.72</u>	<u>94.41</u>		<u>95.40</u>	<u>95.03</u>
	$R = 41.51$		$r = 60.92$	
	$L = 53.65$		$l = 33.80$	
	<u>95.16</u>		<u>94.72</u>	
			95.16	
			<u>94.72</u>	
			189.88	
	Mittel		94.94.	

3. Prüfung der neuen Rueprechtschen Wage.

Prüfungen der Leistungsfähigkeit der Rueprechtschen Wage sind mehrfach ausgeführt worden durch Vergleichung zweier zylindrischer Messinggewichtsstücke von 400 g, welche um etwa 4 mg voneinander abweichen und sich stets in völlig gleicher Lage auf die Schalen setzen ließen. An verschiedenen Tagen ausgeführte Wägungen lieferten beispielsweise folgende Resultate, von welchen Gruppe I unter besonders günstigen, II unter ungünstigen Verhältnissen erhalten worden sind.

I		II	
Wägungstag	Gewichtsdifferenz	Wägungstag	Gewichtsdifferenz
1904	mg	1902	mg
30. Nov.	4.2588	13. Mai	4.273
5. Dez.	4.2591	17. "	4.260
10. "	4.2589	23. "	4.250
14. "	4.2584	24. "	4.242
16. "	<u>4.2576</u>	27. "	<u>4.260</u>
Mittel	4.2586		4.257
Mittlere Fehler	± 0.0003		± 0.005
Größte Wägungsdifferenz	0.0015		0.031

4. Wägungsfehler.

a. Durch Temperatureinflüsse.

Bei der bekannten Empfindlichkeit feiner Wagen gegen Temperaturschwankungen sind selbstverständlich alle Vorsichtsmaßregeln zur Verminderung derselben getroffen worden.

Das Zimmer in dem früheren II. Chemischen Institut der Universität, in welchem die Rueprechtsche Wage sich während der zweiten Versuchsperiode (1901—1907) befand, lag gegen Norden. Das Instrument war zunächst dicht umstellt von 4 außen mit Stanniol überzogenen doppelten Pappschirmen, von welchen der vordere eine für die Spiegelablesung nötige runde Öffnung besaß. Um den Wagentisch standen ferner auf dem Fußboden drei große mit Pappe und Stanniol überzogene Holzwalzen von 2 m Höhe und 1 m Breite, von welchen die eine zwischen der Mauer und dem Rücken der Wage befindlich war, die andere zu beiden Seiten der letzteren in $\frac{1}{2}$ m Abstand. Endlich befand sich ein Zeugschirm vor dem in 2 m Abstand von der Wage befindlichen Ablesefernrohr, welcher nur die nötige kleine Öffnung für den Durchgang der Lichtstrahlen enthielt und die Wärmestrahlung seitens des Beobachters verhindern sollte.

Die Heizung des Wagenzimmers geschah durch einen von der Firma Joseph Junk, Berlin SW, Ritterstr. 59 gelieferten Gasofen, verbunden mit einem selbsttätigen Gaszuflußregulator, System C. A. Porges, dessen elastische Metallkapsel Chloräthyl enthielt. Derselbe wurde eingestellt auf Erzeugung einer Temperatur von 19° , und es konnte letzterer, indem der Ofen während des ganzen Winters Tag und Nacht brannte, bis auf einige zehntel Grade konstant erhalten werden. Auch während des Sommers wurde die Vorrichtung nicht selten mehrere Wochen benutzt, wobei man die Temperatur auf 23° erhielt.

In der dritten Versuchsperiode (1906—1908), wo die Rueprechtsche Wage sich in einem nach Norden gelegenen Zimmer der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt befand, war dieselbe wieder mit dem erwähnten Wärmeschutzschirm umgeben. Da der Raum Dampfheizung besaß, mußte zur Erzielung konstanter Temperatur folgendes Verfahren befolgt werden. Wenn die Heizung um 10 Uhr abgesperrt wurde, wo die Temperatur des Raumes etwa 20 — 21° erreicht hatte, so begann nachher Abkühlung der Luft, und von 12 bis 1 Uhr verlief dieselbe so langsam, daß die etwa 19° anzeigenden Thermometer in der Wage höchstens um 0.1° sanken. Diese Stunde wurde als Wägungszeit benutzt. Immerhin war es ratsam, letztere nicht zu lange auszudehnen, und es wurde deshalb häufig nur die erste Hälfte des ganzen Wägungsschemas vorgenommen. In den Sommermonaten, wo man auf die jeweilig herrschende Temperatur angewiesen war, trat

während der Wägung infolge der Körperwärme des Beobachters ein Ansteigen der Thermometer in der Wage ein, welches aber meist unterhalb 0.1° blieb.

Die Temperaturmessung der Wage geschah mittels zweier vom Glasbläser Richter angefertigter Thermometer, welche, wie längere Vergleichung gezeigt hatten, zwischen 15° und 25° stets vollständig miteinander übereinstimmten. Dieselben waren in die obere kupferne Schlußplatte des Wagengehäuses so eingesetzt, daß die Quecksilbergefäße zu beiden Seiten des Balkens, ungefähr in der Mitte ihrer Länge, herabreichten. Die aus dem Gehäuse herausragenden Skalen der Thermometer ließen mit Sicherheit hundertstel Grade ablesen; sie wurden von hinten durch kleine elektrische Glühlampen von Zylinderform beleuchtet, welche mit Wärmeschutzmitteln umgeben waren, und nur einen schmalen, mit durchsichtigem Papier bekleideten Spalt besaßen. Zur Ablesung der Thermometer diente ein am Platze des Beobachters, also in 2 m Entfernung aufgestelltes Fernrohr, welches vertikal sowie horizontal beweglich war. Im letztern Falle konnte mittels zweier Anschläge das Fernrohr rasch von einer Skala zur andern gerichtet und zugleich durch einen nebenan befindlichen Taster die elektrische Beleuchtung in Tätigkeit gesetzt werden. Da die Ablesung der beiden Thermometer nur wenige Sekunden in Anspruch nahm, war keine schädliche Wärmewirkung der Glühlampen zu befürchten. Übrigens hatte eine Prüfung gezeigt, daß selbst bei $\frac{1}{2}$ Minute langem Glühen der einen Lampe noch kein Unterschied in den beiden Thermometerständen eintrat.

Schon eine nur um $\frac{1}{100}^\circ$ verschiedene Temperatur der beiden Balkenarme würde eine erhebliche Störung bei der Wägung verursacht haben.

Was zunächst den Einfluß ungleicher Temperatur der beiden Balkenarme betrifft, so ergibt die Rechnung, daß, wenn der Ausdehnungskoeffizient des Messings zu 0.000019 angenommen wird, bei der 150 mm betragenden Länge der Balkenhälfte und der Belastung von 500 g auf jeder Schale, die Temperaturdifferenz von 0.01° das Wägungsergebnis um 0.095 mg ändert. Man sieht, daß, wenn bei Gewichtsbestimmungen die hundertstel oder sogar tausendstel Milligramm in Betracht kommen, die Temperatur der beiden Balkenarme noch bedeutend weniger als um 0.01° verschieden sein darf. Solche vielleicht unvermeidlichen minimalen Temperaturdifferenzen sind wahrscheinlich eine Hauptursache der Abweichungen

zwischen den an verschiedenen Tagen erhaltenen Wägungsergebnissen. Alle Wägungen sind übrigens nur dann vorgenommen worden, wenn die beiden Thermometer vollkommen miteinander übereinstimmten; zeigte sich, was äußerst selten vorkam, auch nur der kleinste Unterschied, so wurde die Wägung verschoben.

Zu- oder Abnahme der gleichmäßigen Temperatur des ganzen Balkens war ebenfalls zu berücksichtigen. Bei dem Rueprechtschen Instrumente zeigte sich bald, daß bei den an verschiedenen Tagen und unter Wärmeverhältnissen mit gleicher Belastung ausgeführten Wägungen die beobachteten Ausschläge sich auf der Skala um so mehr nach rechts verschoben, d. h. größere Werte annahmen, je höher die Temperatur war. Als Grund dieser Erscheinung ist anzunehmen, daß die linke Hälfte des Balkens durch die Wärme sich etwas stärker ausdehnt als die rechte, wahrscheinlich infolge nicht ganz gleichmäßiger Härtung des Messings. Nach vielfachen zwischen den Temperaturen 18 bis 20° ausgeführten Wägungen betrug die Verschiebung 9 bis 11, im Mittel 10 Teilstriche der Millimeterskala für 1° Temperaturzunahme.

Da bei den meisten Wägungen während der etwa 1¼stündigen Dauer derselben die beiden neben dem Balken befindlichen Thermometer entweder gar nicht oder übereinstimmend nur um einige hundertstel Grade stiegen, so hat der erwähnte Umstand wenig Einfluß. Er fällt bekanntlich ganz fort, wenn die Gewichtsbestimmung nach dem Gaußschen Verfahren mit Umtausch der Belastungen nebst hin- und rücklaufenden Teilwägungen ausgeführt wird und die Temperatur dabei in der gleichen Richtung stetig fortschreitet. Die Kompensation wird auch dann noch in genügendem Grade stattfinden, wenn im Thermometer die Temperaturänderung zwischen Anfang und Schluß der Wägung einige zehntel Grade beträgt.

In einigen Fällen, wo eine zu rasche Temperaturzunahme auftrat, beschränkte man sich auf die ersten 4 Teilwägungen und reduzierte die beobachteten Ruhelagen auf diejenigen, welche ihnen bei einer willkürlich angenommenen Mitteltemperatur zukommen. Dazu dient die oben erwähnte Beziehung: 1° = 10 Teilstriche. Z. B. wurde bei zwei Reaktionsapparaten *A* und *B* gefunden:

Aufgelegte Gewichte	Beobachtete Ruhelage Skalenteile	Beobachtete Temperatur	Temperaturabweichung vom Mittel	Korrektion	Korrigierte Ruhelage
P_r 3 mg	$R = 38.42$	19.50°	- 0.06°	+ 0.60	19.02 R
p_r 2.5	$r = 57.88$	19.54	- 0.02	+ 0.20	58.08 r
p_l 2.5	$l = 29.28$	19.61	+ 0.05	- 0.50	28.78 l
P_l 3	$L = 47.38$	19.66	+ 0.10	- 1.00	48.38 L

Mittel: 19.56

$$p_r + p_l = 5 \text{ mg} \quad r - l = 28.60$$

$$r - l = 29.30$$

$$r - R + L - l = E = 37.56$$

$$E = 38.66$$

$$\text{Wägungsergebnis: } A - B = 2.881$$

$$A - B = 2.879$$

Abnahme der Empfindlichkeit mit steigender Temperatur, wie sie von mehreren Beobachtern¹ wahrgenommen worden ist, konnte bei der Rueprechtschen Wage ebenfalls erkannt werden. Aus mehreren Wägungsgruppen ergab sich, daß für eine Temperaturzunahme von 1° die Verminderung der 35—40 Teilstriche für 1 mg betragende Empfindlichkeit 0.865 Teilstriche oder durchschnittlich 2.3 Prozent betrug. Dieser Punkt kam jedoch nicht in Betracht, da die Temperatur während einer ganzen Wägung nie mehr als um einige hundertstel Grade stieg. Für eine Änderung um 0.03° würde der entsprechende Fehler etwa 0.0007 mg ausmachen.

b. Wägungsfehler durch ungleiche Lage der Belastungen auf den Wageschalen.

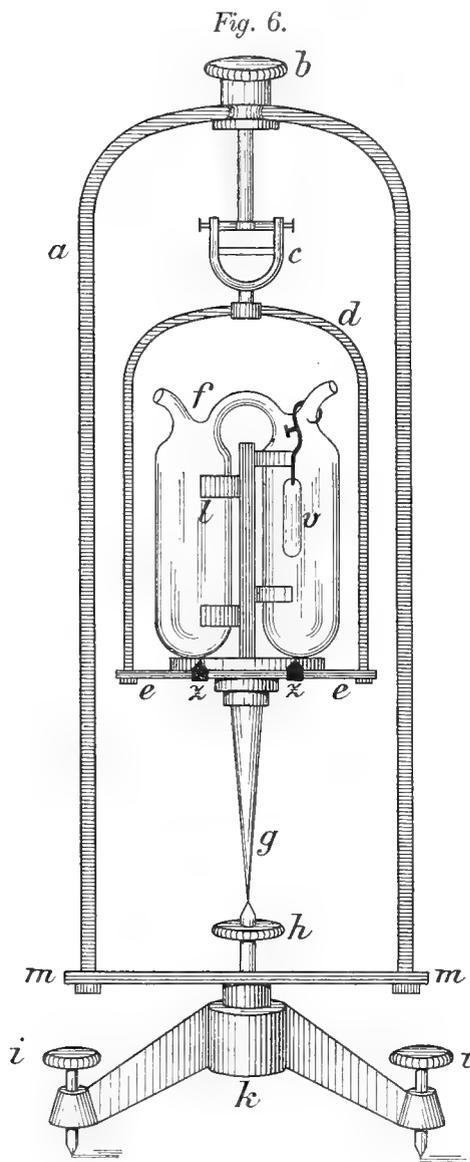
Wenn die aufgelegte Last nicht vollkommen gleichmäßig um die von der Endschneide des Balkens ausgehende Schwerpunktslinie verteilt ist, so wird beim Auslösen der Wage eine Verschiebung der Schale mit ihrem Gehänge stattfinden, wodurch Neigung der Pfanne gegen die nicht absolut scharfe Schneide und somit eine minimale Änderung der Balkenlänge eintreten kann². Beträgt diese nur 0.0001 mm, so entsteht bei der Balken-

¹ Siehe W. Felgenträger, Theorie, Konstitution und Gebrauch der freien Hebelwage. S. 90. (1907.)

² Siehe F. Richarz und O. Krigar-Menzel, Bestimmung der Gravitationskonstante und der mittleren Dichtigkeit der Erde durch Wägungen. — Abhandl. der Akad. der Wissensch. zu Berlin 1898, S. 23. — Ferner W. Felgenträger, Hebelwage, S. 88.

hälfte 150 mm und der Belastung von 500 g auf das Wägungsergebnis bereits ein Einfluß von 0.333 mg.

Bei der Rueprechtschen Wage wird zwar diesem Übelstand durch die Anbringung von Kreuzgehängen zwischen der Endpfanne und dem Schalenbügel größtenteils vorgebeugt, aber immerhin war eine möglichst vollkommene Zentrierung der Belastungsmasse, d. h. des Reaktionsgefäßes mit seinem Stativ notwendiges Erfordernis. Hierzu diente ein besonderes Instrument (Fig. 6).



An dem hohen, auf der schmalen Platte *m* befestigten Metallbogen *a* befindet sich oben der drehbare Knopf *b*, welcher mittels des kardanischen Gelenkes *c* die an dem Bügel *d* befestigte Schale *e* trägt, auf die der Glasapparat *f* gesetzt wird. Die Schale *e* trägt unten die Spitze *g*, welche der vertikal verschraubbaren Spitze *h* gegenübersteht. Das Ganze ist an dem auf 3 Stahlschrauben *i* versetzten Dreifuß *k* befestigt. Zunächst wurde, ohne aufgesetzten Apparat *f* mittels der Stellschrauben *i*, die beiden Spitzen *g* und *h* zum Einspielen übereinander gebracht, welche Stellung sich auch erhalten muß, wenn man die Schale *e* mittels des Knopfes *b* dreht. Sodann erfolgt das Aufsetzen des Apparates *f*, welcher nebst dem aufgehängten Hilfskörper *v* auf dem schon früher (Kap. III, A 2, Fig. 2) beschriebenen Metallstativ *l* steht. Die

runde Bodenplatte desselben ist mit 2 kleinen Löchern versehen, welche auf die an der Schale *e* angebrachten 2 konischen Spitzen *z z* passen. Die Lage dieser Spitzen gegen den Mittelpunkt der Schale *e* ist genau über-

einstimmend mit dem Standpunkt der an den Wechselscheiben der Rueprechtschen Wage befindlichen Spitzen.

Beim Freilassen der hängenden Schale *e* wird zunächst wegen der ungleichmäßigen Beschaffenheit des Apparates *f* eine Schiefstellung der Spitze *g* eintreten.

Ist die Reaktion in dem Gefäße noch nicht vollzogen und sind somit die beiden Schenkel mit verschiedenen Substanzen gefüllt, so muß nun durch Verschiebung des Apparats auf seinem Stativ eine gleichförmige Verteilung der Last bewirkt werden, und diese läßt sich dadurch erkennen, daß beim Drehen der Schale *e* an dem Knopfe *b* die Spitzen *g* und *h* genau übereinanderliegen. Das Verschieben des Ω -Gefäßes läßt sich dadurch erreichen, daß man die 4 auf jeder Seite des Stativs befindlichen elastischen Flügel mehr öffnet oder zusammendrückt. Ist die Reaktion in dem Apparat bereits ausgeführt, so läßt sich die symmetrische Verteilung der Masse einfach durch Übergießen der Flüssigkeit aus dem einen Schenkel in den andern erreichen. Immerhin bleibt die Zentrierung der Masse oft eine zeitraubende Arbeit, und sie hat sich mehrfach nicht in befriedigendem Grade ausführen lassen. Sodann wurden die beiden Apparate in die Wage gebracht, wobei der Mechanismus derselben bewirkte, daß sie immer auf die gleiche Stelle der Wageschalen sich aufsetzten. Ferner konnten sie in die um 180° gedrehte Lage gebracht werden. War die Zentrierung gut gelungen, so fielen die in beiden Stellungen vorgenommenen Wägungen sehr übereinstimmend aus. Bei unsymmetrischer Massenverteilung konnten dagegen Differenzen bis nahezu 0.1 mg eintreten; in diesem Falle erreichte man aber befriedigende Resultate, wenn die Apparate in jeder der zwei Lagen aufgesetzt und dann das Mittel der 4 Wägungen genommen wurde. Häufig genügte es, nur zwei Stellungen anzuwenden, nämlich: 1. eine bestimmte Anfangslage beider Gefäße, 2. den Reaktionsapparat um 180° gedreht, Tara-Apparat unverändert. Das in den späteren Kapiteln mitgeteilte Beobachtungsmaterial enthält Beispiele derartiger Wägungen.

c. Erschütterungen der Wage.

Die Gebäude, in welchen die Versuche vorgenommen wurden, lagen ziemlich erschütterungsfrei, und ich hatte von dem betreffenden Übelstande nicht sehr oft zu leiden, zumal die Wägungen in solche Stunden verlegt wurden, in denen in den Gebäuden selbst der Verkehr ruhte.

d. Elektrische Störungen.

Da durch elektrostatische Einflüsse eine Störung der Wägungen hervorgerufen werden kann, so wurden häufig sowohl die Glasscheiben des Wagegehäuses wie die Reaktionsgefäße mittels des Elektroskops geprüft. Dabei konnte zweimal ein elektrischer Zustand der Gefäße beobachtet werden, und Versuche zeigten, daß derselbe durch gelindes Streichen des Glases mit ganz trocknen Fingern sich hervorrufen ließ. Zum Schutz gegen solche Störungen wurde ein mit Polonium überzogenes Antimonstäbchen (nach Marckwald) in dem Wagekasten angebracht, das die Luft genügend ionisierte, um schnelle Ableitung etwaiger elektrischer Ladungen zu bewirken.

C. Durch die Gefäße bewirkte Versuchsfehler.

1. Fehler infolge von Erwärmung der Glasgefäße.

Wie schon in der Einleitung (Kap. I, B) erwähnt, kann die bei manchen Reaktionen auftretende Erwärmung des Gefäßes eine Gewichtsabnahme des letztern erzeugen, und zwar dadurch, daß: 1. die Wasserhaut an der äußern Glasfläche sich vermindert, und 2. eine Volumzunahme des Gefäßes erfolgt. Bei der Abkühlung werden diese Einflüsse allmählich schwächer werden, und es fragt sich, nach welcher Zeit das erhitzte Gefäß seinen ursprünglichen Zustand und damit das frühere Gewicht wieder erreicht hat. Hierüber sind mit den nämlichen Glasgefäßen, wie sie zu den Reaktionsversuchen gedient hatten, folgende Prüfungen angestellt worden.

a. Verhalten der temporären Wasserhaut.

Um die Wiederherstellungszeit einer verschwundenen Wasserhaut für sich allein zu bestimmen, wurde in der Weise verfahren, daß man von zwei Glasgefäßen mit gleich großer Oberfläche, welche erst eine Woche im Wagengehäuse gestanden hatten und deren Gewichts-differenz man bestimmt hatte, das eine während zwei Tagen in einen mit konzentrierter Schwefelsäure beschickten Exsikkator setzte und nach dem Zurückbringen in die Wage die allmähliche Gewichtszunahme desselben verfolgte. Versuche über diese Frage haben bereits E. Warburg und T. Ihmori¹ ausgeführt und gefunden, daß

¹ Wiedemanns Ann. d. Physik 27, 502 (1886).

bei kleinen Glasflächen von 30 qcm die Bildung der Wasserhaut schon in 10—15 Minuten erfolgt war. Es blieb aber noch das Verhalten größerer Flächen (von etwa 200 und 400 qcm) zu prüfen übrig.

Wie schon Kap. III, A 2 erwähnt, sind die für sämtliche Versuche benutzten Glasgefäße vor dem Gebrauch längere Zeit in verdünnter Schwefelsäure und sodann ammoniakhaltigem Wasser liegen gelassen worden, um ihre äußere Oberfläche alkaliärmer und dadurch weniger hygroskopisch zu machen. Auch wurden sie zum Teil mit kochendem Wasser behandelt. Mittels der Myliusschen Jodeosinprobe¹ ließ sich sodann an dem Glase kein Alkali mehr nachweisen. Nach Versuchen von Ihmori² beträgt bei ausgekochtem Jenaer Glas die auf 100 qcm Oberfläche kondensierte Wassermenge 0.035—0.068 mg; für die nachstehend erwähnten zwei Gefäße, deren Oberfläche 230 und 380 qcm betrug, würde sich hiernach das Gewicht der Wasserschichten zu 0.081 bzw. 0.133 mg berechnen.

Versuch 1. Angewandt zwei Ω förmige ausgeglichene Gefäße aus Jenaer Geräteglas, welches im Innern mit Silbersulfat und Eisen-

Wägungsreihe I		Wägungsreihe II			
Anfänglich. Gefäße am 4. April in die Wage gesetzt		Gefäß A 48 St. (18. 19. April) im Schwefelsäure-Exsikkator, am 19. April in die Wage gesetzt			
Wägungstag 1907	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1907	Verflossene Zeit	Gewichts- differenz A—B	Gewichts- änderung des Gefäßes A
8. April	4.510 mg	19. April	3 St.	4.392 mg	—0.121 mg
9. "	4.517	20. "	1 Tag	4.495	—0.018
10. "	4.508	21. "	2 Tage	× 4.511	—0.002
15. "	4.514	22. "	3 "	× 4.506	—0.007
17. "	4.515	23. "	4 "	× 4.510	—0.003
	Mittel: 4.513 mg	24. "	5 "	× 4.508	—0.005
	Mittlerer Fehler: ±0.002	25. "	6 "	× 4.514	+0.001
	Einzelwägung: ±0.004			Mittel: × 4.510 mg	
				Mittlerer Fehler: ±0.002	
				Fehler der Einzelwägung: ±0.003	

vitriol nebst Wasser beschickt waren, und später zu dem in Kap. IV, 1, Nr. 4, 5 beschriebenen Reaktionsversuch dienten,

¹ Ber. d. D. Chem. Gesellsch. **22**, I, 310 (1889); Zeitschr. f. Instrumentenkunde **9**, 59 (1889).

² Wiedemanns Ann. d. Phys. **31**, 1014 (1887).

Gewicht des Gefäßes A 478.22 g Gewichtsdiff. $A-B =$ etwa 4.5 mg
 Äußeres Volum des Gefäßes A 416.374 ccm Volumdiff. $A-B = + 0.021$ ccm
 Äußere Oberfläche etwa 380 qcm.

Die letzte Kolumne stellt diejenigen Gewichte dar, welche der Wasserhaut bis zur Erlangung ihres ursprünglichen Gewichtes noch fehlen. Man sieht, daß die Wiederherstellung der Schicht auch bei großen Gefäßen sehr rasch erfolgt und daß schon vom zweiten Tage an die Ausglei- chung mit der am unberührten Apparate vorhandenen beendet ist. Die vom zweiten bis sechsten Tage aufgetretenen Schwankungen liegen nahe dem Wägungsfehler.

Versuch 2. Zu diesem wurden zwei zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas unbekannter Herkunft benutzt, welche vorher zu den in Kap. IV, 9 beschriebenen Versuchen über die Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung gedient hatten und mit der letzteren Flüssigkeit noch gefüllt waren. Höhe der Zylinder etwa 14 cm, Durchmesser 4.5 cm.

Gewicht des Zylinders A 380.15. g Gewichtsdiff. $A-B =$ etwa 3 mg
 Äußeres Volum des Zylinders A 236.718 ccm Volumdiff. $A-B = 0.016$ ccm
 Äußere Oberfläche etwa 230 qcm.

Wägungsreihe I		Wägungsreihe II			
Anfänglich. Gefäße am 10. März in die Wage gesetzt		Gefäß B 48 St. (20. 21. März) im Schwefelsäure-Exsikkator, am 21. März in die Wage gesetzt			
Wägungstag 1907	Gewichts- differenz $A-B$	Wägungstag 1907	Verflossene Tage	Gewichts- differenz $A-B$	Gewichts- änderung des Gefäßes B
11. März	2.843 mg	22. März	1 Tag	2.885 mg	-0.044 mg
12. "	2.837	24. "	3 Tage	× 2.844	-0.003
16. "	2.845	26. "	5 "	× 2.839	+0.002
18. "	2.842	27. "	6 "	× 2.833	+0.008
19. "	2.839	28. "	7 "	× 2.837	+0.004
	Mittel: 2.841 mg	30. "	9 "	× 2.842	-0.001
	Mittlerer Fehler: ±0.001			Mittel: × 2.839 mg	
	Einzelwägung: ±0.003			Mittlerer Fehler: ±0.002	
				Fehler der Einzelwägung: ±0.0045	

Es zeigte sich also wie bei Versuch 1, daß die Wasserhaut sich sehr rasch ergänzte; sie hatte vom dritten, vielleicht zweiten Tage an ihren ursprünglichen Betrag wieder erreicht.

b. Einfluß der Erwärmung.

(Thermische Nachwirkung.)

Es handelte sich hier erstens um die Frage, nach welcher Zeit das durch Erwärmung vergrößerte Volum eines Gefäßes wieder auf den ursprünglichen Betrag zurückgegangen ist. Obgleich bei Thermometern bekanntlich die thermischen Nachwirkungserscheinungen in vielfacher Hinsicht untersucht worden sind, lassen sich in bezug auf den zeitlichen Verlauf des Rückganges der Nullpunktsdepression nur wenige Angaben finden. Nach denselben stellte sich bei Thermometergefäßen aus Jenaer sowie französischen Gläsern nach der Erhitzung auf 100° das anfängliche Volum schon in 2—3 Tagen, bei solchen aus englischen Gläsern nach 1 Monat erst etwa zur Hälfte wieder ein, und die in den siebziger Jahren aus Thüringer Glas angefertigten Thermometer brauchten hierzu 4—6 Monate. Es war daher ganz ungewiß, wie sich die zu meinen Versuchen aus ganz andern Glassorten hergestellten großen Gefäße, deren Volum etwa 200—400 ccm betrug, verhalten würden.

Die zweite Frage betrifft die Größe des Fehlers, welcher auftritt, wenn nach der Erwärmung die Wägungen zu früh abgebrochen werden. Hierzu hatte, wie früher schon bemerkt, bei vielen Reaktionsversuchen der Umstand Veranlassung gegeben, daß schon wenige Tage nach Vornahme der Umsetzung die Wägungen begannen, anscheinend konstant zu werden.

Da bei den vorliegenden Untersuchungen nicht die Volumänderungen, sondern die durch dieselben bei den Wägungen verursachten Änderungen des Luftauftriebes in Betracht kamen, so habe ich diese Verhältnisse zunächst mit Hilfe der Wage untersucht. Es wurde in der Weise verfahren, daß man von zwei ausgeglichenen und bezüglich ihrer Gewichts Differenz $A - B$ bekannten Gefäßen das eine auf bestimmte Temperaturen erwärmte und die nach der Abkühlung auftretenden Gewichtsänderungen während mehrerer Wochen verfolgte. Vor dem Versuch blieben die Apparate erst lange Zeit der gewöhnlichen Temperatur ausgesetzt. Zur Erwärmung diente ein mit Wassermantel umgebenes zylindrisches Luftbad aus Kupferblech (innere Höhe 40 cm, Durchmesser 40 cm), welches oben durch einen mit Thermometer versehenen Deckel verschlossen war, und es wurden die Gefäße mittels eines besondern Stativs in den Hohlraum eingesenkt.

Die Stärke und Dauer der Erhitzung ist so bemessen worden, daß sie den bei den Reaktionsversuchen auftretenden Verhältnissen nahezu entsprachen.

Versuche I. Mit Ω -Gefäßen aus Jenaer Geräteglas.

Gewicht von A 478.22 g Gewichtsdiff. $A-B =$ etwa 4.5 mg
 Äußeres Volum von A 416.374 ccm Volumdiff. $A-B =$ 0.021 ccm.

Es waren die nämlichen Gefäße, welche schon zu dem in Abschnitt A (Verhalten der Wasserhaut) beschriebenen Versuch I gedient hatten, und die nachstehenden Bestimmungen schlossen sich unmittelbar an jene an. Demzufolge bildete die dort in der Wägungsreihe II erhaltene Mittelzahl jetzt den Ausgangspunkt, und man hatte:

Anfängliche Gewichts-differenz $A-B = 4.510 \text{ mg} \pm 0.002$.

Es wurden zwei verschiedene Erhitzungen des Apparates A vorgenommen:

a) Gefäß A am 26. und 27. April je 1 Stunde von etwa 18° auf 28° erhitzt (Steigerung 10°) und im Luftbade langsam abkühlen gelassen. Am 28. April in die Wage gesetzt.

Tabelle I.
 Anfängliche Differenz $A-B = 4.510 \text{ mg}$.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Verflossene Zeit nach der Erhitzung	Gewichts- differenz $A-B$	Gewichts- änderung des Gefäßes A
29. April	2 Tage	4.482 mg	-0.028 mg
30. "	3 "	4.493	-0.017
1. Mai	4 "	\times 4.500	\times -0.010
3. "	6 "	\times 4.497	\times -0.013
6. "	9 "	\times 4.503	\times -0.007
7. "	10 "	4.508	-0.002
14. "	17 "	4.514	+0.004
Mittel: \times 4.500 mg			-0.010 mg

Man sieht aus Kol. III, daß am 2. und 3. Wägungstage die Differenz $A-B$ rasch zunahm, was nach den im vorhergehenden Abschnitt gemachten Erfahrungen von der Wiederherstellung der Wasserhaut herrühren wird.

Sodann blieb vom 4.—9. Tage das Gewicht des erhitzt gewesenen Apparates nahezu konstant ($A-B = 4.500$ mg), aber immer noch kleiner als das ursprüngliche (4.510), und erst vom 10. Tage an schien das letztere erreicht zu sein.

Da bei diesem Versuch die Gewichtsänderungen infolge der geringen Erwärmung nur wenig hervortraten und innerhalb der gewöhnlichen Wägungsschwankungen lagen, so wurde nunmehr eine stärkere Erhitzung vorgenommen.

b) Gefäß *A* am 15. Mai 1 Stunde von 18° auf 57—60° erwärmt (Steigerung etwa 40°) und der langsamen Abkühlung im Luftbade überlassen. Am 16. Mai in die Wage gesetzt.

Tabelle 2.
Anfängliche Differenz $A-B = 4.510$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Verflossene Zeit nach der Erhitzung	Gewichts- differenz $A-B$	Gewichts- änderung des Gefäßes <i>A</i>
17. Mai	2 Tage	4.418 mg	-0.092 mg
22. "	7 "	4.450	-0.060
23. "	8 "	× 4.467	-0.043
24. "	9 "	× 4.464	-0.046
27. "	12 "	× 4.470	-0.040
28. "	13 "	× 4.471	-0.039
1. Juni	17 "	×× 4.511	+0.001
4. "	20 "	×× 4.513	+0.003
6. "	22 "	×× 4.521	+0.011
8. "	24 "	×× 4.509	-0.001
10. "	26 "	×× 4.515	+0.005
		Mittel: × 4.468 mg	-0.042 mg
		" ×× 4.514	+0.004

Es ergibt sich aus Kol. III, daß, wenn man die Wägungen nach dem 8.—13. Tage, wo sie ziemlich konstant blieben, abgeschlossen hätte, das Resultat des Versuchs eine Gewichtsverminderung von $4.510 - 4.468 = 0.042$ mg gewesen wäre. Erst die Wägungsgruppe vom 17.—26. Tage (Mittel 4.514 mg) hat auf das ursprüngliche Gewicht (4.510) geführt.

Versuche 2. Zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas.

Gewicht des Zylinders A 380.15 g Gewichtsdiff. $A-B =$ etwa 3 mg
 Äußeres Volum des Zylinders A 236.718 ccm Volumdiff. $A-B =$ 0.016 ccm.

Die nämlichen Gefäße hatten unmittelbar vorher zu dem in Abschnitt a (Verhalten der Wasserhaut) beschriebenen Versuch 2 gedient. Das dort in der Wägungsreihe II erhaltene Mittel für die Gewichts-differenz der Apparate bildete somit den Ausgangspunkt für die folgenden Bestimmungen. Hiernach hat man:

Anfänglich $A-B = 2.839 \text{ mg} \pm 0.002$.

Da die Versuche ausgeführt wurden mit Bezug auf die früher mit denselben Gefäßen vorgenommenen Prüfungen der Gewichtsänderungen, welche bei der Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung (Kap. IV, 9) sich zeigten, so waren die Temperatursteigerungen auf gleiche Höhe zu treiben, wie sie bei jenen aufgetreten sind. Dieselben betragen je nach der Dauer der Erhitzung 20—30°.

a) Gefäß B an 3 Tagen (2., 3., 4. April) im Luftbade 2 Stunden von etwa 18° auf 40° erhitzt (Steigerung 22°) und sodann durch Herausnehmen rasch abkühlen gelassen. Am 5. April in die Wage gesetzt.

Tabelle 3.

Anfängliche Differenz $A-B = 2.839 \text{ mg}$.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Zeit nach der Erhitzung	Gewichts- differenz $A-B$	Gewichts- änderung des Apparates B
6. April	2 Tage	2.913 mg	-0.074 mg
7. "	3 "	2.894	-0.055
11. "	7 "	× 2.860	-0.021
12. "	8 "	× 2.859	-0.020
16. "	12 "	× 2.852	-0.013
17. "	13 "	× 2.857	-0.018
20. "	16 "	2.846	-0.007
23. "	19 "	× × 2.842	-0.003
26. "	22 "	× × 2.844	-0.005
29. "	25 "	× × 2.840	-0.001
		Mittel: × 2.857 mg	-0.018 mg
		" × × 2.842	-0.003

Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß vom 7. bis 13. Tage, wo die Differenz $A-B$ sich sehr wenig änderte, die Volumvergrößerung des Gefäßes noch derart war, daß dessen Gewicht um $(2.839 - 2.857) 0.018$ mg zu klein erhalten wurde. Das ursprüngliche Gewicht war erst etwa vom 19. Tage an nahezu erreicht.

b) Gefäß B nochmals an 3 Tagen (29., 30. April, 1. Mai) je zwei Stunden im Luftbade von 17° auf 47° (Steigerung 30°) erhitzt und darin langsam abkühlen gelassen. Am 2. Mai in die Wage gesetzt.

Tabelle 4.
Anfängliche Differenz $A-B = 2.842$ mg.

I	II	III	IV
Wägungstag 1907	Zeit nach der Erhitzung	Gewichts- differenz $A-B$	Gewichts- änderung des Apparates B
3. Mai	2 Tage	2.945 mg	-0.103 mg
4. "	3 "	2.912	-0.070
5. "	4 "	2.906	-0.064
6. "	5 "	2.897	-0.055
11. "	10 "	× 2.861	-0.019
12. "	11 "	× 2.865	-0.023
14. "	13 "	× 2.860	-0.018
18. "	17 "	2.850	-0.008
22. "	21 "	×× 2.841	+0.001
24. "	23 "	×× 2.838	+0.004
26. "	25 "	×× 2.845	-0.003
30. "	29 "	×× 2.837	+0.005
	Mittel:	× 2.862 mg	-0.020 mg
	"	×× 2.840	+0.002

Die durch Verminderung der Differenz $A-B$ sich kennzeichnende Gewichtszunahme des Gefäßes B ging hier, wie im vorhergehenden Versuch, sehr langsam vonstatten. Dies ist namentlich der Fall zwischen dem 10. bis 13. Tage, und wenn hier die Wägungen abgebrochen worden wären, würde als Resultat eine Gewichtsverminderung von $2.862 - 2.842 = 0.020$ mg anzunehmen gewesen sein. Es finden aber noch weitere Änderungen bis zum 21. Tage statt, von welchem an das ursprüngliche Gewicht erreicht ist.

Den Einfluß der Erwärmung habe ich ferner durch Untersuchung der Änderungen des Volums der Glasgefäße zu verfolgen gesucht, und zwar mit Hilfe hydrostatischer Wägungen. Die Ausführung ge-

schah auf die Weise, daß man die betreffenden zwei Gefäße erst in Luft, sodann nacheinander in Wasser von genau gleicher Temperatur wog und hieraus ihre Volumdifferenz berechnete. Nachdem man den einen Apparat in dem obenerwähnten Luftbade erhitzt hatte, wurden die hydrostatischen Wägungen einige Wochen fortgesetzt. Die gewählten Gefäße sind in nicht ausgeglichenem Zustande angewandt worden. Die benutzte hydrostatische Wage ließ Milligramme bestimmen. Die jeweilig vorhandenen Mehrbeträge über das anfängliche Volum rechnete man durch Multiplikation mit 1.2 (mittleres mg-Gewicht von 1 ccm Luft) in Milligramm um, wodurch sich der Luftauftriebsfehler ergab.

Versuch I. Ω -Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Volum von Gefäß A bei 18.25° etwa 406.1 ccm } Differenz etwa 2.3 ccm.
 » » » B » 18.25° » 403.8 » }

Gefäß A am 24. und 25. Juni 2 Stunden von 19° auf 39° erhitzt. Steigerung 20°. Langsame Abkühlung im Luftbade.

Tabelle 5.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Vor der Erhitzung		Nach der Erhitzung				
Wägungstag 1907	Volum- differenz A-B	Wägungstag 1907	Tage nach der Erhitzung	Volum- differenz A-B	Abweichung vom urspr. Volum 2.345	Wägungs- fehler durch Luftauftrieb
12. Juni	2.348 ccm	26. Juni	1	2.380 ccm	+0.035 ccm	-0.042 mg
14. "	2.345	28. "	3	× 2.370	+0.025	-0.030
21. "	2.346	29. "	4	× 2.363	+0.018	-0.022
24. "	2.342	1. Juli	6	× 2.365	+0.020	-0.024
Mittel:	2.345 ccm	8. "	13	×× 2.349	+0.004	-0.005
Mittl. Fehler:	±0.001	16. "	21	×× 2.340	-0.005	+0.006
Einzelbest.:	±0.0025	19. "	24	×× 2.339	-0.006	+0.007
				Mittel: × 2.366 ccm	+0.021 ccm	-0.025 mg
				" ×× 2.343	-0.002	+0.003

Zwischen dem 3.—6. Tage nach der Erwärmung würde, wie aus Kol. VII ersichtlich, das Gefäß bei der Wägung noch um 0.025 mg zu leicht erscheinen. Der Rückgang auf das ursprüngliche Volum ist nach etwa dem 13. Tage eingetreten.

Versuch 2. Zylindrische Gefäße aus Thüringer Glas.

Vorher zu den in § 5 erwähnten Versuchen benutzt.

Volum von Gefäß A etwa 236.4 ccm }
 " " " B " 233.7 " } Differenz etwa 2.7 ccm.

Gefäß A am 7. Juni im Luftbade 1 Stunde von 19° auf 59° erhitzt.
 (Steigerung 40°.) Langsame Abkühlung.

Tabelle 6.

I	II	III	IV	V	VI	VII
Vor der Erhitzung		Nach der Erhitzung				
Wägungstag 1907	Volum- differenz A—B	Wägungstag 1907	Verflossene Tage	Volum- differenz A—B	Abweichung vom urspr. Volum 2.728	Wägungs- fehler durch Luftauftrieb
31. Mai	2.729 ccm	8. Juni	1	2.756 ccm	+0.028 ccm	—0.034 mg
1. Juni	2.732	10. "	3	2.746	+0.018	—0.022
3. "	2.721	11. "	4	2.737	+0.009	—0.011
4. "	2.727	14. "	7	2.740	+0.012	—0.014
6. "	2.731	17. "	10	2.735	+0.007	—0.008
Mittel:	2.728 ccm	19. "	12	2.730	+0.002	—0.002
Mittl. Fehler:	±0.002	21. "	14	2.732	+0.004	—0.005
Einzelbest.:	±0.004	25. "	18	2.725	—0.003	+0.004
		29. "	22	2.729	+0.001	—0.001
		8. Juli	31	2.724	—0.004	+0.005
		10. "	33	2.730	+0.002	—0.002
		16. "	39	2.729	+0.001	—0.001
Mittel der Volumbestimmungen vom 3.—7. Tag:		3.—7. Tag:		2.741 ccm	+0.013 ccm	—0.016 mg
" " " " 10.—14. "		" 10.—14. "		2.732	+0.004	—0.005
" " " " 18.—39. "		" 18.—39. "		2.727	—0.001	+0.001

Als Ergebnisse sämtlicher Versuche über die Wirkung der Erwärmung lassen sich besonders drei Punkte hervorheben, von welchen die zwei letzten durch nachstehende Zusammenstellung (Tabelle 7) begründet werden.

1. Wie aus allen obigen Tabellen 1—6 ersichtlich, geben alle Wägungen, welche bis zum 3. Tage nach dem Erwärmen des Gefäßes ausgeführt worden sind, infolge noch nicht vollständig wiederhergestellter Wasserhaut erheblich zu große Gewichtsverminderungen und sind deshalb ganz zu verwerfen.

Tabelle 7.

I	II	III	IV	V	VI
Art der Gefäße	Siehe Tabelle Nr.	Dauer und Höhe der Temperatur- steigerung	Ursprüngl. Gewicht erreicht nach	Werden nach dem Erhitzen die Wägungen vorgenommen zwischen dem	so ergibt sich die Gewichts- änderung zu niedrig um:
∩-Gefäße Jenaer Geräteglas Volum 416 ccm	1	2 mal 1 St. um 10°	10 Tagen	4.— 9. Tag	0.010 mg
	5	2 " 2 " " 20	13 "	3.— 6. "	0.025
	2	1 " 1 " " 40	17 "	8.—13. "	0.042
Zylindrische Gefäße Thüringer Glas Volum 237 ccm	3	3 mal 2 St. um 22°	19 Tagen	7.—13. Tag	0.018 mg
	4	3 " 2 " " 30	21 "	10.—13. "	0.020
	6	1 " 1 " " 40	18 "	3.— 7. "	0.016

2. Werden die Wägungen vorgenommen zwischen etwa dem 4. bis 13. Tage nach der Erhitzung, wie dies bei vielen später in Kap. IV beschriebenen Reaktionsversuchen geschehen war, so ist die thermische Nachwirkung noch nicht beendet und der vorhandene Gewichtsverlust noch um gewisse Beträge zu hoch. Über die letztern gibt Kol. VI der Tabelle 7 Auskunft. Wie die Vergleichung der Kol. VI mit Kol. III zeigt, nehmen bei den ∩-Gefäßen die Beträge mit der Höhe der stattgefundenen Erwärmung zu, während bei den zylindrischen Gefäßen kein deutlicher Zusammenhang auftritt.

3. Aus der Vergleichung der Kol. III mit Kol. IV ist ersichtlich, daß bei den ∩-Röhren das Ende der thermischen Nachwirkung und damit der Eintritt des ursprünglichen Gewichts um so später erfolgte, je höher die Erwärmung war. Bei den zylindrischen Gefäßen trat dieser Einfluß nicht bestimmt zutage.

4. Durch Benutzung der in Kol. VI enthaltenen Korrekturen lassen sich nun diejenigen der älteren Reaktionsversuche berichtigen, bei welchen die Wägungen aus noch vorhandener Unkenntnis der thermischen Nachwirkung zu früh abgebrochen wurden, und die deshalb zu große Gewichtsabnahme ergeben hatten. Dies war namentlich der Fall bei den von Wärmeentwicklung begleiteten Umsetzungen zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat, Eisen- und Kupfersulfat, Jodsäure und Jodwasserstoff, Jod- und Natriumsulfid, Elektrolyse von Kadmiumjodid. Um die erhaltenen Versuchszahlen korrigieren zu können, mußte die Höhe der bei den Reaktionen aufgetretenen Temperatursteigerungen ungefähr bekannt sein,

wozu in manchen Fällen nachträgliche Prüfungen notwendig waren. Diese wurden mit Hilfe von Ω -Gefäßen vorgenommen, deren obere Einfüllröhren erweitert waren, so daß Thermometer in die beiden Schenkel eingesenkt werden konnten. In diese Gefäße wurden die verschiedenen Substanzen nebst Wasser eingefüllt, und zwar in den bei den früheren Reaktionsversuchen angewandten Gewichtsmengen. Nach Bestimmung der Anfangstemperatur wurde die Mischung in der früher ausgeführten Weise vollzogen, entweder durch portionenweises Umgießen des Inhalts oder Horizontallegen der Gefäße. Selbstverständlich weichen die eintretenden Temperatursteigerungen stark untereinander ab, doch ließen sich immerhin einige Anhaltspunkte gewinnen. Es ließ sich dann aus den Kol. III und VI bisweilen auch aus den speziellen Tabellen 1—6 diejenige Korrektionszahl wenigstens annähernd feststellen, welche den bei dem betreffenden Reaktionsversuch stattgefundenen Verhältnissen am nächsten entsprach. Immerhin blieb dabei öfters noch eine Unsicherheit von einigen tausendstel Milligramm bestehen. Die in Kap. IV gegebene Beschreibung der einzelnen Reaktionsversuche enthält die näheren Angaben über die vorgenommenen Berichtigungen.

2. Volumänderung der Gefäße durch Druckänderungen im Innern.

Die vorgenommenen chemischen Reaktionen sind immer von einer Volumänderung der Gesamtmasse begleitet, welche in einer Abnahme besteht, wenn aus flüssigen Körpern sich feste abscheiden und umgekehrt. So tritt z. B. bei der Umsetzung zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat in wässerigen Lösungen von den angewandten Konzentrationen eine Verminderung des Volums der Flüssigkeitsmasse um 1,67 Prozent ein. Besitzt die in einen Apparat eingefüllte Menge der Substanzen nebst dem Wasser das Volum von 300 ccm, so hat sich dieses bei der Reaktion auf 295 ccm vermindert, und wenn über der Flüssigkeit sich 100 ccm Luft vom Drucke 760 mm befanden, muß letzterer auf 724 mm sinken. Um zu prüfen, welchen Einfluß solche Druckänderungen auf die Wandungen der Ω -Röhren, welche die Dicke von 0.75—0.8 mm besaßen, ausüben, wurde ein besonderer Apparat aus dem nämlichen Glase hergestellt. Derselbe bestand im wesentlichen aus einem geschlossenen zylindrischen Gefäß von 400 ccm Inhalt, umgeben von einem mit Wasser gefüllten Glasmantel,

welcher in eine enge graduierte Röhre auslief. Indem man die Luft im innern Zylinder verdichtete oder verdünnte, ließ sich aus der Verschiebung des Wasserstandes in der Röhre deutlich die Volumänderung feststellen, und mehrfache Versuchsreihen ergaben, daß für je 100 mm Zu- oder Abnahme des Druckes das ursprüngliche Volum von 400 ccm sich um 0.0036 ccm vermehrte oder verminderte. Da bei den Reaktionsversuchen die Druckvariation niemals 100 mm erreichte, so änderte sich somit das Volum der Gefäße in so geringem Grade, daß kein wesentlicher Auftriebsfehler bei der Wägung zu befürchten war.

3. Undichtheit der Gefäße.

a. Gegen Wasser.

Eine sehr unangenehme Eigenschaft der während der I. Arbeitsperiode benutzten Glasgefäße lag in der einigemal vorgekommenen Undichtheit ihrer Wandung. Es ergab sich dies aus der Wahrnehmung, daß bei Wägungsreihen von ein- bis zweiwöchiger Dauer die Gewichts-differenz *A—B* täglich um einige hundertstel Milligramm in der gleichen Richtung zu- oder abnahm. Im ersten Falle mußte das Gefäß *B*, im zweiten *A* eine undichte Stelle haben, durch welche Flüssigkeit verdunstete, und zwar konnte entweder ein kleiner Sprung im Glase, wie er auch einmal aufgefunden wurde, oder eine durchgehende Blase in der Wandung die Schuld tragen. Glücklicherweise wurden derartige Gewichtsänderungen stets schon bei der ersten Wägungsreihe mit noch nicht in Reaktion getretenen Substanzen bemerkt, sie führten dann zu sofortiger Verwerfung des Gefäßes.

Auch in den späteren Arbeitsperioden wurde daher der etwaigen Undichtheit der Gefäße regelmäßig Beachtung geschenkt, und zwar zunächst dadurch, daß man die anfängliche Wägungsreihe einiger Reaktionsversuche mindestens acht Tage fortsetzte. Eine Gewichtsänderung, wie sie bei den alten Apparaten mehrfach vorgekommen war, ließ sich bei den jetzigen, aus Jenaer Geräteglas hergestellten Gefäßen nicht mehr beobachten, doch wurden dieselben, um Dichtheit zu erzielen, einigemal auf der inneren Seite mit einer Paraffinschicht überzogen. Eine Prüfung auf Durchlässigkeit der Glaswandung für Wasser ist ferner auf die Weise vorgenommen worden, daß man von zwei Ω -Apparaten den einen mit Wasser, den

ändern mit Paraffinöl füllte und ihre Gewichts­differenz während fünf Monaten bestimmte. Von der letztern Flüssigkeit ließ sich ein Entweichen durch die Glaswand nicht annehmen. Es wurde kein Leichterwerden des Wasser enthaltenden Gefäßes bemerkt.

b. Undichtigkeit der Gefäße gegen Dämpfe der Substanzen.

Über die Ursache der bei den Reaktionsversuchen vielfach aufgetretenen Gewichtsabnahmen, welche ich durch Volumänderungen der Gefäße erklärt hatte, ist neulich von C. Zenghelis in Athen eine ganz andere Vermutung ausgesprochen worden. Nachdem derselbe schon früher die Verdampfbarkeit vieler fester Körper bei gewöhnlicher Temperatur aus der allmählich eintretenden Färbung darüber angebrachter Silberblättchen erkannt hatte¹, fand er, daß die Veränderung der letzteren auch eintreten kann, wenn sie an der Außenseite eines Glasgefäßes sich befinden, in dessen Innern gewisse Substanzen eingeschlossen sind². So zeigte von denjenigen Körpern, welche bei meinen Reaktionsversuchen in Betracht kamen, namentlich das Jod die Eigenschaft, Glaswände leicht zu durchdringen. Befand sich dasselbe in zugeschmolzenen Glaskolben, so begann schon nach einigen Tagen eine Gelbfärbung der außerhalb befindlichen Silberblättchen, und es ließ sich nachweisen, daß sie zum Teil in Jodsilber übergegangen waren. Längere Zeit, 1—2 Wochen, dauerte es, wenn man durch die Reaktion zwischen wässrigen Lösungen von Jodsäure und Jodkalium im geschlossenen Gefäß Jod erzeugte. Bei der unter gleichen Umständen ausgeführten Umsetzung zwischen Silbernitrat und Ferrosulfat konnte nach einigen Wochen durch Analyse der Silberblättchen nachgewiesen werden, daß sie Salpetersäure und Schwefelsäure aufgenommen hatten. Auf Grund dieser Beobachtungen glaubt Zenghelis die von mir gefundenen Gewichtsabnahmen dadurch erklären zu können, daß Dämpfe der Substanzen, welche vielleicht durch Dissoziation in sehr kleine Partikel zerfallen waren, durch die Glasmasse (Poren?) entwichen sind.

Die Zenghelisschen Versuche sind ihrer auffallenden Resultate wegen bald Nachprüfungen unterworfen worden. Zuerst von den HH. A. Stock und H. Heinemann³ in der Weise, daß zwei Kolben von 300 ccm In-

¹ Zeitschr. f. phys. Chemie 50, 219 (1905); 57, 90 (1906).

² Zeitschr. f. phys. Chemie 65, 341 (1909).

³ Ber. d. d. chem. Ges. 42, 1800 (1909).

halt und 0.5—0.8 mm Wandstärke mit Silberfolie beschickt, sodann evakuiert und nach dem Zuschmelzen in ein schließbares Gefäß gestellt wurden, in welchem sich Jodkristalle befanden. Einer der Kolben enthielt etwas Wasserdampf. In beiden war nach dreimonatlichem Stehen das Silber noch vollständig blank geblieben und löste sich in Salpetersäure ohne jeglichen Rückstand von Silberjodid. Bei einem fernern von Hrn. B. Tollens¹ angestellten Versuch wurde ein dünnwandiges, etwas Jod enthaltendes Proberrohr nach dem Zuschmelzen in eine Stöpselflasche gestellt, in welcher sich poliertes Silberblech befand, und sodann durch oft wiederholte Wägungen des Rohres geprüft, ob dasselbe an Gewicht abnahm. Dies ließ sich während einer Dauer von zwei Monaten nicht konstatieren, und ferner hatte das Silberblech seinen ursprünglichen Glanz beibehalten.

Daß Glaswandungen durchlässig sein können, hatte ich schon bei Beginn meiner Untersuchungen wahrgenommen, doch handelte es sich in jenen Fällen, wo das Gewicht eines beschickten Gefäßes täglich um einen geringen Betrag abnahm, ohne Zweifel um größere Öffnungen im Glase, wie Sprünge oder durchgehende Blasen. Andererseits hatten sich nach dem im vorigen Abschnitt erwähnten Versuch meine Ω -Röhren für Wasser vollständig dicht erwiesen.

Ich habe die Versuche von Zenghelis in der von ihm beschriebenen Weise wiederholt, und zwar zunächst unter Benutzung der nämlichen Gefäße, welche in der ersten Arbeitsperiode bei der Reduktion von Silber sowie Jod die stärksten Gewichtsabnahmen ergeben hatten. Von je zwei mit den Reaktionssubstanzen beschickten Ω -Röhren wurde nach dem Zuschmelzen die eine unverändert gelassen und in der andern die Mischung vollzogen. Dann behängte man sie mit einigen Silberblättchen, teils am Glase anliegend, teils in geringer Entfernung, und bedeckte mit einem großen Becherglase, dessen unterer Rand auf der Bodenplatte mit Paraffin gut gedichtet wurde. In das Innere ist stets etwas Wasser gebracht worden, da nach Zenghelis die Veränderung der Silberblättchen in feuchter Luft rascher erfolgen soll.

Es wurden die Reaktionen zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol sowie Jodsäure und Jodwasserstoff ($KJ + H_2SO_4$) geprüft, und hierbei zeigte

¹ Ber. d. d. chem. Ges. 42, 2013 (1909).

es sich, daß bei keinem der vier Apparate selbst nach Verfluß von $2\frac{1}{2}$ Monaten die mindeste Färbung oder ein Mattwerden des Glanzes der Silberblättchen eingetreten war. Dasjenige Gefäß, in welchem Abscheidung von Jod stattgefunden hatte, war noch mit einigen Streifen Stärkepapier umgeben worden, und diese schienen nach etwa 30 Tagen eine schwach bläuliche Färbung anzunehmen, welche aber später wieder verschwand. Ein weiterer Apparat, in welchem sich trockenes Jod befand, ließ ebenfalls kein Entweichen desselben beobachten.

Bei Beginn der Versuche waren gleichzeitig einige Silberblättchen durch Aufhängen in einem offenen Becherglase der Luft des Zimmers ausgesetzt worden. Durch den Schwefelwasserstoff des Leuchtgases hatten dieselben nach 24 Tagen gelbliche Flecken und später eine gleichförmig goldgelbe Färbung angenommen.

Die Ursache, weshalb die obigen Versuche ein anderes Resultat ergaben als die von Zenghelis angestellten, kann darin liegen, daß meine Gefäße die Wandstärke von 1.10—1.16 mm besaßen, die seinigen dagegen nur 0.51—0.71 mm. Wie er fand, gehen die Dämpfe um so leichter hindurch, je dünner die Glaswandung ist. Es sind deshalb noch folgende Gefäße geprüft worden: erstens eine Ω -Röhre aus Jenaer Geräteglas, wie ich solche in der zweiten Periode meiner Wägungsversuche benutzt hatte; die Glasdicke betrug 0.78—0.85 mm, das Volum etwa 425 ccm. Zweitens wurde, wie Zenghelis es gelegentlich seines Versuchs Nr. VI beschreibt, bei zwei Kolben aus Thüringer Glas (Gundelach) von 300 und 400 ccm Inhalt die Wandung an vier Stellen vor der Lampe zu nußgroßen Erhöhungen aufgeblasen. Die Glasdicke betrug an diesen Stellen 0.18—0.27 mm. Alle drei Gefäße waren mit Jodkristallen beschickt und unter mit Paraffin gedichteten Glasglocken aufbewahrt worden. Während eines Zeitraums von drei Monaten ließ sich bei keinem derselben die mindeste Veränderung der umgebenden Silberblättchen wahrnehmen, während Zenghelis angibt, daß das Jod in vier Tagen schon das Silberblatt angefressen hatte, und letzteres dünn und fast durchscheinend wie Zigarettenpapier erschien.

Zu bemerken ist noch, daß während der obigen Versuche auch die Einwirkung der Zimmerluft auf Silberblättchen geprüft wurde, indem man einige derselben in einem offenen Becherglase aufhing. Sie begannen stets nach 24—30 Tagen entweder gelbe Flecken oder eine gleichmäßige gelb-

liche Färbung anzunehmen, welche sich allmählich verstärkte. Die Ursache lag ohne Zweifel darin, daß durch Undichtheit der Gasleitung etwas schwefelwasserstoffhaltiges Leuchtgas in das Zimmer gelangte.

Die Wiederholung der Versuche von C. Zenghelis hat gezeigt, daß die von ihm gegebene Erklärung der bei gewissen Reaktionen beobachteten Gewichtsabnahmen nicht zutreffend sein kann. Es sprechen aber auch noch andere Gründe gegen dieselbe. Erstens traten die Verminderungen des Gewichtes immer gleich nach Vornahme der Umsetzung auf, während sie sehr allmählich sich hätten einstellen müssen, wenn die Ursache in dem Entweichen der Substanzen durch die Glaswandung lag. Zweitens ist folgendes zu bedenken: bei den Reaktionsversuchen sind immer drei Wägungsreihen zur Bestimmung der Gewichts-differenz der Gefäße *A* und *B* vorgenommen worden, nämlich: I. im anfänglichen Zustande, II. nach der Reaktion im Apparat *A*, III. nach derjenigen in *B*. Bei den Wägungen I sowie III war der Inhalt beider Gefäße übereinstimmend und nur bei II verschieden; es ließ sich demnach allein in dem letzteren Falle ungleiche Verdampfung der Substanzen und somit Gewichtsänderung erwarten. Die letztere trat jedoch auch stets bei der Wägung III auf.

Die Beobachtung, daß Reaktionen in Ω -Röhren, deren innere Wandung mit einer Paraffinschicht überzogen war, kleinere Gewichtsabnahmen ergaben als in nicht bekleideten, könnte allerdings zugunsten der Zenghelischen Ansicht gedeutet werden. Wie ich schon früher erwähnte, liegt aber die Ursache möglicherweise in der schlechten Wärmeleitung des Paraffins, wodurch die Übertragung der Reaktionswärme auf die Glaswandung vermindert wird.

4. Änderungen des Gewichtes der Apparate durch auf die Außenseite geratene fremde Körper. Da die Gefäße behufs Aus-führung der Reaktion aus der Wage genommen, gelegentlich angefaßt, auch mit einem feinen leinenen Tuche abgewischt wurden, so war es nötig, zu untersuchen, ob solche Manipulationen von Einfluß sein können. Derartige Prüfungen haben nie bestimmte Wirkungen erkennen lassen. Nur einmal wurde als Ursache einer aufgetretenen Gewichtsvermehrung von 0.1 mg ein am Apparate hängendes, vom Staubpinsel stammendes Haar aufgefunden.

5. Konstanz der Stative. Die vergoldeten Stative für die Apparate wurden gleichfalls auf Gewichtskonstanz geprüft. Der eine Apparat wurde

mittels Platindrahts um etwa 4 mg schwerer gemacht als der andere. Die folgende Beobachtungsreihe zeigt, daß das Gewicht während 11 Tagen ganz unverändert blieb:

	Gewichtsdifferenz des Apparates
21. Januar 03	3.853 mg
24. " 03	3.867 "
24. " 03	3.854 "
26. " 03	3.865 "
28. " 03	3.861 "
30. " 03	3.860 "
31. " 03	3.866 "
1. Febr. 03	3.853 "

D. Bestimmung des Gesamtversuchsfehlers durch Beschickung der Gefäße mit nichtreaktionsfähigen Substanzen.

Wie schon in der Einleitung (Kap. I, B, Zweite Versuchsperiode) erwähnt, sind diese Bestimmungen genau in der gleichen Weise ausgeführt worden wie die Reaktionsversuche. Die Apparate wurden aber jetzt mit indifferenten Flüssigkeiten beladen, oder man verwandte zwei Gefäße, in welchen vorher eine Reaktion vorgenommen worden war, und wiederholte mit dem nunmehr gleichförmigen Inhalt die Manipulationen des Umgießens, Schüttelns usw.

Die Versuche sind teils in der Weise geleitet worden, daß man, um die fehlende Reaktionswärme zu ersetzen, das eine Gefäß kurze Zeit auf etwa 25°, 35°, 40° erhitzte. Bei anderen, und zwar der Mehrzahl, wurde die gewöhnliche Temperatur von etwa 18° innegehalten.

Die Wägungen wurden sämtlich mittels der Rueprechtschen Präzisionswaage ausgeführt. Bezüglich der Wägungstabellen sind folgende Bemerkungen zu machen:

1. Die in den Kolonnen Wägungstag vorkommenden Buchstaben M und A bedeuten die Zeiten mittags 12—2 Uhr und abends 6—8 Uhr.

2. In Verfolg der im Allgemeinen Teil Kap. III, B 4 b (Wägungsfehler) gegebenen Erörterungen sind bei den Wägungen die beiden Gefäße vielfach in 2 oder auch 4 verschiedenen Stellungen auf die Wageschalen gesetzt

worden, um den Einfluß der unsymmetrischen Zentrierung auszugleichen. In den mit Lage der Apparate *A* und *B* bezeichneten Kolumnen bedeutet *a* eine bestimmte Anfangsstellung und *g* die um 180° gedrehte Lage des Gefäßes. War *A* der Versuchsapparat und *B* der Taraapparat, so wurden die Stellungen *aa* und *ga* benutzt, im umgekehrten Falle *aa* und *ag*. Mehrfach waren auch die Lagen *aa* und *gg* angewandt worden. Die Mittel aus den beiden zusammengehörigen Wägungen stimmen, wie aus den Tabellen ersichtlich, meist sehr nahe überein. Wenn die Zentrierung der Gefäße, welche nach jeder Behandlung derselben mittels der im Kap. III, B 4b beschriebenen Vorrichtung neu vorgenommen wurde, ungenügend gelang, so sind 4 Teilwägungen mit den Stellungen *aa*, *ag*, *gg* und *ga* ausgeführt und das Mittel aus denselben gezogen worden.

3. In den früheren Publikationen war bei den schließlich resultierenden Gewichtsänderungen stets der größtmögliche Wägungsfehler derselben angegeben worden, erhalten durch Summierung der den Beobachtungsreihen I u. II (bzw. II u. III) anhaftenden Fehler *f* und *f*_r. In der vorliegenden Abhandlung wurde mit mehr Berechtigung immer der mittlere Wägungsfehler ($\sqrt{f^2 + f_r^2}$) festgehalten.

Erste Versuchsreihe.

Versuche Nr. 1, 2, 3.

Π-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Wasser. In jedem Schenkel 130 g.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum
App. A { Gefäß + Füllung Platindraht	359.272 g	393.701 ccm
	<u>2.077</u>	<u>0.096</u>
	361.349 g	393.797 ccm
App. B { Gefäß + Füllung Zusatzkörper aus Glas Platindraht	359.091 g	389.918 ccm
	2.106	3.790
	<u>0.148</u>	<u>0.007</u>
	361.345 g	393.715 ccm
Differenz <i>A</i> — <i>B</i>	etwa 4 mg	0.082 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ) 413.51 g.

Infolge der etwas großen Volumdifferenz beider Gefäße wurden die Wägungen auf den luftleeren Raum reduziert, und zu diesem Behufe aus der Temperatur t im Wagekasten und dem Barometerstand B die jeweilige Luftdichte (Gewicht von 1 ccm feuchter Luft in mg) nach der von Kohlrausch¹ gegebenen Formel $\frac{1.295}{1 + 0.004 t} \cdot \frac{B}{760}$ bestimmt.

Die Apparate sind bei den Wägungen stets in der gleichen Stellung auf die Wageschalen gesetzt worden.

Versuch 1. (Jan.-Febr. 1903.)

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate auf den Wageschalen	Beobachtete Gewichts- differenz	
		A	B
29. Jan. A	Anfangsstellung	a	a
30. " M	"	a	a
31. " M	A und B neu zentriert	a	a
1. Febr. M	Unverändert	a	a

Mittel: 4.075 mg in Luft

Mittlerer Fehler: ± 0.007

Größte Wägungsdifferenz: 0.032

Zugehörige Auftriebskorrektur.

Temperatur im Wagekasten	Barometer °	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs- korrektur für 0.082 ccm	Korrigierte Gewichts- differenz $A-B$
18.05°	762.9 mm	1.212 mg	+0.099 mg	4.176 mg
17.50	760.9	1.212	+0.099	4.178
17.85	761.9	1.212	+0.099	4.154
16.95	750.7	1.198	+0.098	4.185

Mittel: 4.173 mg im Vak.

Mittlerer Fehler: ± 0.007

Größte Wägungsdifferenz: 0.031

¹ F. Kohlrausch, Lehrbuch der praktischen Physik. 11. Aufl. S. 81. (1910.)

II. Nach dem Umschütteln des App. A.

Wägungstag 1903	Stellung der Gefäße auf der Wage	A B		Beobachtete Gewichts- differenz A-B
3. Febr. M	Anfangslage	a	a	4.066 mg
3. " A	"	a	a	4.055
4. " M	"	a	a	4.056
6. " A	A und B zentriert	a	a	4.091
7. " M	"	a	a	4.089
8. " M	A und B zentriert	a	a	4.075
8. " A	"	a	a	4.070

Mittel: 4.072 mg in Luft

Mittlerer Fehler: ± 0.005

Größte Differenz: 0.036

Zugehörige Auftriebskorrektur.

Temperatur im Wagekasten	Barometer °	Gewicht von 1 cem Luft	Auftriebs- korrektur für 0.082 cem	Korrigierte Gewichts- differenz A-B
17.63°	759.3 mm	1.209 mg	+0.099 mg	4.165 mg
16.70	761.9	1.217	+0.100	4.155
18.02	765.5	1.217	+0.100	4.156
18.10	764.8	1.216	+0.100	4.191
18.01	762.3	1.207	+0.099	4.188
17.80	757.7	1.206	+0.099	4.174
17.92	756.3	1.202	+0.098	4.168

Mittel: 4.171 mg im Vak.

Mittlerer Fehler: ± 0.005

Größte Differenz: 0.036

Resultate:

	A-B	Fehler	Gewichtsänderung
a) Ohne Vakuumkorrektur			
I. Ursprüngliche Apparate	4.075 mg	± 0.007	} -0.003 mg ± 0.009
II. Nach Behandlung von App. A	4.072	± 0.005	
b) Mit Vakuumkorrektur			
I. Ursprüngliche Apparate	4.173	± 0.007	} -0.002 ± 0.009
II. Nach Behandlung von App. A	4.171	± 0.005	

Endresultat.

Versuch 1. Apparat A. Gewichtsänderung: $-0.002 \text{ mg} \pm 0.009$.

Die Weiterführung des Versuchs auf Apparat B war nicht möglich, weil beim Umschütteln desselben einer der angehängten feinen Platindrähte verloren ging. Nachdem derselbe ersetzt und eine neue Ausgleichung beider Gefäße stattgefunden hatte, dienten die letztern zu den folgenden zwei Versuchen.

Versuch 2 und 3.

Das Gewicht und Volum der beiden Ω -Gefäße betrug jetzt:

Gefäß	Gewicht	Volum bei 15.95°
A	361.427 g	393.895 ccm
B	361.423	393.834
Differenz etwa 4 mg		0.061 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) 413.58 g

Es wurden stets Doppelwägungen in der Art ausgeführt, daß man die beiden Gefäße erst in einer Anfangsstellung (*a*) und sodann in der um 180° gedrehten Lage (*g*) auf die Wageschalen setzte.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
18. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.389 mg	} 4.401 mg
18. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.413	
19. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.405	} 4.413
20. " M	<i>g</i>	<i>g</i>	4.422	

Mittel: 4.407 mg in Luft

Fehler: ± 0.006

Größte Wägungsdifferenz: 0.012

Zugehörige Auftriebskorrektion.

Temperatur in der Wage	Barometer o°	Gewicht von 1 ccm Luft	Auftriebs- korrektion für 0.061 ccm	Korrigierte Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
18.58°	772.0 mm	1.225 mg	0.075 mg	4.464 mg	} 4.476 mg
18.36	772.9	1.227	0.075	4.488	
18.22	766.5	1.217	0.074	4.479	} 4.488
17.99	763.7	1.214	0.074	4.496	

Mittel: 4.482 mg im Vak.

Fehler: ± 0.006

II. Nach dem Umschütteln von Apparat A

(am 20. Februar; da keine Erhitzung des Apparates vorgenommen worden war, lag gegen die Fortsetzung der Wägungen am nächsten Tage kein Bedenken vor.)

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
21. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.396 mg	} 4.413 mg
21. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.430	
22. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.400	} 4.411
22. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.422	

Mittel: 4.412 mg in Luft
Fehler: ± 0.001

Zugehörige Auftriebskorrektur.

Temperatur in der Wage	Barometer °	Gewicht von 1 cem Luft	Auftriebs- korrektur für 0.061 cem	Korrigierte Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
18.00°	760.6 mm	1.209 mg	0.074 mg	4.470 mg	} 4.487 mg
18.00	758.8	1.206	0.073	4.503	
17.70	759.7	1.208	0.074	4.474	} 4.485
17.70	759.8	1.208	0.074	4.496	

Mittel: 4.486 mg im Vak.
Fehler: ± 0.001

III. Nach dem Umschütteln von Apparat B

(am 22. Februar).

Wägungstag 1903	Lage der Gefäße		Beobachtete Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
23. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.417 mg	} 4.406 mg
23. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.395	
24. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.410	} 4.404
24. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.398	
25. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	4.420	} 4.406
25. " A	<i>g</i>	<i>g</i>	4.392	

Mittel: 4.405 mg in Luft
Fehler: ± 0.001

Zugehörige Auftriebskorrektur.

Temperatur in der Wage	Barometer o°	Gewicht von 1 cem Luft	Auftriebs- korrektur für 0.061 cem	Korrigierte Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
18.09°	748.2 mm	1.189 mg	0.073 mg	4.490 mg	} 4.479 mg
18.11	748.8	1.190	0.073	4.468	
17.50	759.8	1.212	0.074	4.484	} 4.478
17.72	761.7	1.215	0.074	4.472	
18.35	762.3	1.211	0.074	4.494	} 4.480
17.90	763.9	1.218	0.074	4.466	

Mittel: 4.479 mg im Vak.
Fehler: ± 0.001

Resultate:

	Wägungs- reihe	A-B	Fehler	Gewichtsänderung
a) Ohne Vakuumreduktion				
Versuch 2.	App. A { I	4.407 mg	± 0.006	} + 0.005 mg ± 0.006
	II	4.412	± 0.001	
Versuch 3.	App. B { III	4.405	± 0.001	+ 0.007 ± 0.001
b) Mit Vakuumreduktion				
Versuch 2.	App. A { I	4.482	± 0.006	} + 0.004 ± 0.006
	II	4.486	± 0.001	
Versuch 3.	App. B { III	4.479	± 0.001	+ 0.007 ± 0.001

Endresultat.

Versuch 2. App. A. Gewichtsänderung: + 0.004 mg ± 0.006

Versuch 3. App. B. Gewichtsänderung: + 0.007 ± 0.001

Wie schon bei Versuch 1 zeigt sich auch hier, daß die Reduktion der Wägungen auf den luftleeren Raum das Resultat gar nicht (Vers. 3) oder nur unwesentlich (Vers. 2) ändert.

In den obigen Tabellen tritt ferner der sehr günstige Einfluß auf die Wägungsergebnisse zutage, welcher eintritt, wenn die Gefäße in zwei Lagen (*a* und *g*) auf die Wageschalen gesetzt werden. Die Mittel aus solchen Wägungspaaren zeigen eine sehr nahe Übereinstimmung.

Zweite Versuchsreihe.
Versuche Nr. 4, 5 (Juni 1903).

Ω -Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung: App. A in jedem Schenkel 107.8 g Wasser
App. B » » » 107.8 g Paraffinöl

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	352.453 g	402.134 ccm
	Glaskörper	1.958	3.220
	Platindraht	0.124	0.005
		354.535 g	405.359 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	351.171 g	405.200 ccm
	Platindraht	3.360	0.156
		354.531 g	405.356 ccm
Differenz A—B		etwa 4 mg	0.003 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ) 406.69 g.

Die Apparate waren Anfang Januar 1903 hergerichtet worden, und dienten zunächst zu der Prüfung, ob die Glaswandung der Ω -Gefäße für Wasser vollständig undurchlässig ist (s. Kap. III, C 3). Demzufolge wurde während einer Dauer von 5 Monaten durch zeitweise vorgenommene Wägungen bestimmt, ob das Gewicht des Wasser enthaltenden Gefäßes sich gegen das mit Paraffinöl gefüllten verminderte. Bei dem letzteren konnte kein Wandern der Flüssigkeit durch das Glas angenommen werden. Die bis Mitte Juni fortgesetzten Versuche ergaben keine erkennbaren Gewichtsabnahmen.

Es folgten dann die nachstehenden Versuche über den Einfluß des Umschüttelns der Apparate sowie gelindere Erwärmung derselben. Zu diesem Behufe wurde ihre Temperatur von etwa 17° auf 25° gesteigert, was durch Einsetzen in mit Wassermantel umgebenes Luftbad geschah. Dauer der Erwärmung 30 Minuten.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
	A	B		
16. Juni M	a	a	4.396 mg	} 4.395 mg
16. " A	g	a	4.393	
17. " M	a	a	4.368	} 4.377
17. " A	g	a	4.386	

Mittel: 4.386 mg
Fehler: ± 0.009

II. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Gefäßes A.
(17. Juni)

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
19. Juni M	a	a	4.403 mg	} 4.394 mg
19. " A	g	a	4.384	
20. " M	a	a	4.381	} 4.382
21. " M	g	a	4.383	
			Mittel: 4.388 mg	
			Fehler: ±0.006	

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Gefäßes B.
(21. Juni)

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
23. Juni M	a	a	4.378 mg	} 4.397 mg
24. " M	a	g	4.416	
25. " M	a	a	4.390	} 4.393
25. " A	a	g	4.396	
			Mittel: 4.395 mg	
			Fehler: ±0.002	

Resultate:

		Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 4.	App. A	4.386 mg ± 0.009	+ 0.002 mg ± 0.011
	{ I		
Versuch Nr. 5.	App. B	4.388 ± 0.006	- 0.007 ± 0.007
	{ II		
	{ III	4.395 ± 0.002	

Dritte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 6, 7 (März 1904).

∩-Gefäße aus Quarzglas. Öffnung im Knallgasgebläse zugeschmolzen.

Füllung beider Gefäße: In dem einen Schenkel 135 g Quecksilber,
in dem andern 135 g Wasser.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum
App. A { Gefäß + Füllung	317.452 g	386.472 ccm
{ Platindraht	2.734	0.127
	<hr/> 320.186 g	<hr/> 386.599 ccm

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. B	{ Gefäß + Füllung	317.405 g	385.342 ccm
	{ Quarzröhrchen ($d = 2.202$)	2.505	1.240
	{ Platindraht	0.272	0.013
		<u>320.182 g</u>	<u>386.595 ccm</u>
Differenz A—B		etwa 4 mg	0.004 ccm
Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01)		364.19 g.	

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
	A	B		
9. März M	a	a	4.378 mg	} 4.375 mg
9. " A	g	a	4.372	
11. " M	a	a	4.390	} 4.387
11. " A	g	a	4.384	
			Mittel: 4.381 mg	
			M. Fehler: ± 0.006	

II. Nach dem Umschütteln des Gefäßes A.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
	A	B		
16. März M	a	a	4.384 mg	} 4.378 mg
16. " A	g	a	4.372	
18. " M	a	a	4.379	} 4.376
18. " A	g	a	4.373	
			Mittel: 4.377 mg	
			M. Fehler: ± 0.001	

III. Nach dem Umschütteln des Gefäßes B.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
	A	B		
23. März M	a	a	4.399 mg	} 4.395 mg
23. " A	a	g	4.391	
25. " M	a	a	4.402	} 4.389
27. " M	a	g	4.376	
			Mittel: 4.392 mg	
			M. Fehler: ± 0.003	

Resultate:¹

		Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 6.	App. A { I	4.381 mg ± 0.006	-0.004 mg ± 0.006
	II	4.377 ± 0.001	
Versuch Nr. 7.	App. B { III	4.392 ± 0.003	-0.015 ± 0.003

Vierte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 8, 9 (Mai 1904).

Ω -Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Jod und Kaliumhydrosulfatlösung. Die Apparate hatten vorher zu dem Januar und Februar 1904 vorgenommenen Reaktionsversuch zwischen Jodwasserstoff (Jodkalium + Schwefelsäure) und Jodsäure Nr. 1 gedient. Nach den damals eingefüllten Mengen dieser Körper mußten nach der Umsetzung vorhanden sein: 64.9 g Jodniederschlag und 287 g wässrige Lösung von Kaliumhydrosulfat. Inhalt auf beide Schenkel gleichförmig verteilt.

Ausgleichung. Eine neue Untersuchung der bereits zu dem frühern Reaktionsversuch äquilibrierten Apparate nebst ihren Zusatzkörpern gab:

Apparat	Gewicht	Volum bei 15.8°
A	441.572 g	398.699 ccm
B	441.568	398.694

Differenz $A-B$ etwa 4 mg 0.005 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 524.50 g.

Infolge befriedigender Zentrierung konnten die Apparate stets in der gleichen Stellung auf die Wageschalen gesetzt werden.

¹ Eine frühere, in der Abh. III der Sitzungsber. (1906. 283. Tab.) angeführte Berechnung hatte kleine Abweichungen von den jetzigen Zahlen ergeben. Es war gefunden worden: Für Versuch Nr. 6: -0.008 mg, und für Nr. 7: -0.017 mg.

I. Anfänglich		II. Nach dem Umschütteln des Apparates <i>A</i>		III. Nach dem Umschütteln des Apparates <i>B</i>	
Wägungstag 1904	Gewichts- differenz <i>A—B</i>	Wägungstag 1904	Gewichts- differenz <i>A—B</i>	Wägungstag 1904	Gewichts- differenz <i>A—B</i>
30. April M	4.164 mg	9. Mai M	4.175 mg	17. Mai M	4.168 mg
2. Mai M	4.148	10. " M	4.174	18. " A	4.151
3. " A	4.145	11. " A	4.167	19. " A	4.166
4. " A	4.169	13. " A	4.157	22. " A	4.163
6. " M	4.160	14. " M	4.187	28. " M	4.153
7. " M	4.166	14. " A	4.178	30. " M	4.164
Mittel:	4.159 mg	Mittel:	4.173 mg	Mittel:	4.161 mg
M. Fehler: ± 0.004		M. Fehler: ± 0.004		M. Fehler: ± 0.003	
Gr. Wäg.-Diff.: 0.024		Gr. Wäg.-Diff.: 0.030		Gr. Wäg.-Diff.: 0.017	

Resultate:

		Gewichtsdifferenz <i>A—B</i>	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 8.	App. <i>A</i>	4.159 mg ± 0.004	+ 0.014 mg ± 0.006
Versuch Nr. 9.	App. <i>B</i>	4.173 ± 0.004	
		4.161 ± 0.003	+ 0.012 ± 0.005

Fünfte Versuchsreihe.

Versuche Nr. 10—13.

∅-Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung beider Gefäße: Kupfer und Ferrosulfatlösung. Die Wägungen bildeten die Fortsetzung des im Februar und März 1904 ausgeführten Versuchs über die Reaktion zwischen Eisen und Kupfersulfat, Versuch Nr. 3, 4 (Kap. IV). Nach erfolgter Umsetzung mußten in jedem Gefäß vorhanden sein: 17.0 g metallisches Kupfer und 236 g wässrige Lösung, enthaltend 40.8 g Ferrosulfat nebst 3.0 g überschüssigem Kupfersulfat.

Ausgleichung. Dieselbe war nach den bei dem oben bemerkten Reaktionsversuch gegebenen Zahlen folgende:

Gefäß	Gewicht	Volum bei 17.0°
<i>A</i>	422.320 g	409.348 ccm
<i>B</i>	422.316	409.352
Differenz <i>A—B</i>	etwa 4 mg	0.004 ccm
Schalenbelastung	505.25 g.	

a. Versuche Nr. 10 und 11 (März 1904).

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
9. März M	a	a	4.382 mg	} 4.394 mg
9. " A	g	a	4.406	
10. " M	a	a	4.377	} 4.306
10. " A	g	a	4.395	

Mittel: 4.390 mg
M. Fehler: ± 0.004

Vor Ausführung der Wägungen wurde Gefäß A nur umgeschüttelt und neu zentriert, Gefäß B außerdem zweimal einer halbstündigen Erwärmung von etwa 18° auf 35° ausgesetzt.

II. Nach dem Umschütteln des Apparates A .

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
12. März M	a	a	4.397 mg	} 4.411 mg
12. " A	g	a	4.425	
14. " M	a	a	4.397	} 4.403
14. " A	g	a	4.409	
15. " M	a	a	4.390	} 4.400
15. " A	g	a	4.410	

Mittel: 4.405 mg
M. Fehler: ± 0.004

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Apparates B .
(16. März.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
19. März M	a	a	4.426 mg	} 4.414 mg
19. " A	a	g	4.402	
20. " A	a	a	4.432	} 4.412
21. " M	a	g	4.392	
21. " A	a	a	4.451	} 4.418
22. " M	a	g	4.386	

Mittel: 4.415 mg
M. Fehler: ± 0.002

Resultate:

		Gewichtsdifferenz $A-B$		Gewichtsänderung	
Versuch Nr. 10.	App. A	I	4.390 mg ± 0.003	+ 0.015 mg ± 0.005	
		II	4.405 ± 0.004		
Versuch Nr. 11.	App. B	III	4.415 ± 0.002	- 0.010	± 0.004

b. Versuche Nr. 12 und 13 (Dezember 1904).

Zu denselben dienten die früheren Gefäße, nachdem sie acht Monate unter einer Glasglocke gestanden, und sodann durch Abwischen mittels eines feinen Leintuches von etwa anhängenden Staubteilchen gereinigt worden waren. Ferner wurden die zur Ausgleichung benutzten Platin-drähte gegläht. Die Gewichtsdifferenz $A-B$ fand sich in der Folge stets um etwa 0.4 mg kleiner als bei den im März vorgenommenen Wägungen.

Bei beiden Versuchen wurde außer dem Umschütteln und Zentrieren der Gefäße auch Erwärmung derselben vorgenommen, und zwar durch halbstündiges Einsetzen in ein auf 40° erhitztes Luftbad.

Während dieser Versuchsreihe nahm man ferner Gelegenheit, die Unveränderlichkeit der Wage während längeren Gebrauchs derselben zu prüfen. Dies geschah durch wiederholte Wägung der schon Kap. III, B 3 erwähnten 400 g Gewichtsstücke, welche sich um etwa 4 mg unterschieden. Wie aus den nachfolgenden Zahlen ersichtlich, wichen die mehrfachen Bestimmungen dieser Differenz erst in der vierten Dezimalstelle der Milligramme voneinander ab, die Wage gab also stets zuverlässige Resultate.

a. 400-g-Stücke (28. November 1904) Differenz 4.2588 mg.

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
29. Nov. M	a	a	4.043 mg	} 4.043 mg
30. " M	g	a	4.042	
1. Dez. M	a	a	4.032	} 4.041
1. " A	g	a	4.050	
2. " A	a	a	4.045	} 4.045
3. " M	g	a	4.045	
			Mittel:	4.043 mg
				± 0.001

b. 400-g-Stücke (5. Dezember 1904) Differenz 4.2591 mg.

II. Nach Umschütteln und Erwärmen des Apparates A.
(3. Dezember.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
6. Dez. A	a	a	4.021 mg	} 4.018 mg
7. " A	g	a	4.015	
8. " M	a	a	4.024	} 4.022
9. " A	g	a	4.020	
			Mittel:	4.020 mg
				± 0.002

c. 400-g-Stücke (10. Dezember 1904) Differenz 4.2589 mg.

III. Nach dem Umschütteln und Erwärmen des Apparates B.
(9. Dezember.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
11. Dez. M	a	a	4.034 mg	} 4.047 mg
11. " A	a	g	4.060	
12. " M	a	a	4.038	} 4.040
13. " M	a	g	4.042	
			Mittel:	4.044 mg
				± 0.004

d. 400-g-Stücke (14. Dezember 1904) Differenz 4.2585 mg.

Resultate:

			Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 12.	App. A	{	I 4.043 mg ± 0.001	-0.023 mg ± 0.002
Versuch Nr. 13.	App. B		II 4.020 ± 0.002	
		III	4.044 ± 0.004	-0.024 ± 0.004

Sechste Versuchsreihe.

Versuche Nr. 14 bis 17.

a. Versuche Nr. 14, 15 (Februar 1905).

Gefäße von 0-Form mit Vakuummantel.

Füllung: Silber und Ferrisulfatlösung. Die Wägungen schlossen sich an einen im Januar 1905 ausgeführten Versuch über die Reaktion

zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol. Nach erfolgter Umsetzung müssen in den Gefäßen vorhanden sein: 24.2 g schwammförmiges Silber und 234.8 g wässrige Lösung, enthaltend 44.9 g Ferrisulfat.

Die Ausgleichung der für den Reaktionsversuch hergerichteten Apparate hatte ergeben:

Apparat	Gewicht	Volum bei 15.8°
<i>A</i>	547.037 g	591.734 ccm
<i>B</i>	547.034	591.728
Differenz <i>A—B</i>	etwa 3 mg	0.006 ccm
Schalenbelastung (App. + Stativ 103.20 g) 650.24 g.		

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A—B</i>	Mittel <i>A—B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
10. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.414 mg	} 3.412 mg
11. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.410	
12. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.425	} 3.421
12. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.417	
13. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.424	} 3.424
14. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.424	

Mittel: 3.419 mg
M. Fehler: ± 0.004

II. Nach dem Umschütteln des Gefäßes *A*.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A—B</i>	Mittel <i>A—B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
16. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.418 mg	} 3.411 mg
17. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.404	
18. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.419	} 3.409
19. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.399	

Mittel: 3.410 mg
M. Fehler: ± 0.001

III. Nach dem Umschütteln des Gefäßes B.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
21. Febr. M	a	a	3.412 mg	} 3.401 mg
22. " M	a	g	3.390	
23. " M	a	a	3.398	} 3.407
23. " A	a	g	3.416	

Mittel: 3.404 mg
M. Fehler: ± 0.003

Resultate:

			Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 14.	App. A	{ I	3.419 mg ± 0.004	-0.009 mg ± 0.004
Versuch Nr. 15.	App. B	II	3.410 ± 0.001	+0.006 ± 0.003
		III	3.404 ± 0.003	

b. Versuche Nr. 16, 17 (März 1905).

Ω -Gefäße aus Jenaer Geräteglas, auf der Innenwand mit einer Paraffinschicht bekleidet.

Füllung: Silber und Ferrisulfatlösung als Umwandlungsprodukt des Reaktionsversuchs zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat Kap. IV, 1, Nr. 2, 3. März 1905. Zufolge der bei diesem angegebenen Mischungsverhältnisse mußte jedes Gefäß enthalten: 24.2 g schwammförmiges Silber und 281 g wässrige Lösung von Ferrisulfat.

Die Ausgleichung der fertigen Apparate war:

Apparat	Gewicht	Volum bei 16.60°
A	397.362 g	403.419 ccm
B	397.358	403.389
Differenz A-B	etwa 4 mg	0.030 ccm
Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 441.37 g.		

Die Wägungen schlossen sich unmittelbar an den erwähnten Reaktionsversuch an. Die bei diesem erhaltene Wägungsreihe III bildete den jetzigen Anfangspunkt, und man hat hiernach:

I. Apparate im anfänglichen Zustande.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
17. März M	a	a	3.669 mg	} 3.666 mg
17. " A	a	g	3.662	
18. " M	a	a	3.675	} 3.680
18. " A	a	g	3.685	
19. " M	a	a	3.690	} 3.682
19. " A	a	g	3.675	
Mittel:				3.676 mg
M. Fehler:				± 0.005

II. Nach dem Umschütteln des Apparates A .

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
22. März M	a	a	3.651 mg	} 3.675 mg
22. " A	g	a	3.698	
23. " M	a	a	3.657	} 3.664
23. " A	g	a	3.671	
24. " M	a	a	3.664	} 3.682
24. " A	g	a	3.700	
Mittel:				3.674 mg
M. Fehler:				± 0.005

III. Nach dem Umschütteln des Apparates B .

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	A	B		
26. März M	a	a	3.669 mg	} 3.677
27. " M	a	g	3.685	
28. " M	a	a	3.677	} 3.673
28. " A	a	g	3.668	
Mittel:				3.675 mg
M. Fehler:				± 0.002

Resultate:

			Gewichtsdifferenz $A-B$	Gewichtsänderung
Versuch Nr. 16.	App. A	$\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \\ \text{III} \end{array} \right.$	3.676 mg ± 0.005	-0.002 mg ± 0.007
Versuch Nr. 17.	App. B		3.674 ± 0.005	-0.001 ± 0.005
			3.675 ± 0.002	

Siebente Versuchsreihe.

Versuche Nr. 18, 19 (Oktober 1905).

Ω -Gefäße aus Jenaer Geräteglas.

Füllung: Wässrige Uranylнитratlösung, in jedem Apparat 272 g, enthaltend 106.75 g wasserfreies Salz.

Die Versuche wurden mit den noch beladenen Apparaten vorgenommen, welche im Juli 1905 zu dem Lösungsversuch Uranylнитrat $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6 \text{ag}$ in Wasser (Nr. 3) gedient hatten.

Ausgleichung. Nach den früheren Angaben war:

Apparat	Gewicht	Volum bei 17.5°
A	367.138 g	409.907 ccm
B	367.134	409.888

Differenz $A-B$ etwa 4 mg 0.019 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.02 g) 411.15 g.

Bei den Wägungen mußten, weil eine gute Zentrierung der Apparate nicht gelungen war, die letzteren in vier verschiedenen Stellungen auf die Wageschalen gesetzt werden. Es wurde die Ausführung von je einer derartigen Wägungsreihe als genügend erachtet, da die Mittel mehrerer, wie im Kap. III, B 3 b erörtert, stets sehr nahe übereinstimmen. Die Gewichtsbestimmungen lieferten folgende Ergebnisse:

I. Anfänglich.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$
	A	B	
6. Okt. M	α	α	3.875 mg
7. " M	g	α	3.903
7. " A	g	g	3.950
8. " M	α	g	3.938

Mittel: 3.917 mg

II. Nach dem Umschütteln des Apparates A.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	
10. Okt. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.834 mg
10. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.943
11. " M	<i>g</i>	<i>g</i>	4.013
11. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.900
Mittel:			3.923 mg

III. Nach dem Umschütteln des Apparates B.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>	
13. Okt. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.912 mg
13. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	4.023
14. " M	<i>g</i>	<i>g</i>	3.934
14. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.836
Mittel:			3.926 mg

Resultate:

		Gew.-Diff. <i>A-B</i>	Fehler etwa	Gewichts- änderung	Fehler etwa
Versuch Nr. 18.	App. A	3.917 mg	± 0.003	+ 0.006 mg	± 0.004
	I				
Versuch Nr. 19.	App. B				
	II	3.923	± 0.003	- 0.003	± 0.004
	III	3.926	± 0.003		

Die Ergebnisse sämtlicher 19 Versuche sind in der nebenstehenden Tabelle zusammengestellt. In Kol. III bedeutet E, daß das Gefäß der Erwärmung ausgesetzt war.

Die obigen 19 Versuche führen zu folgendem Ergebnis:

Die in Kol. VIII angegebenen Gewichtsänderungen, welche die gesamten bei einem Versuche auftretenden Fehler einschließen, sind sowohl zunehmend wie abnehmend, und zwar tritt achtmal das + -Zeichen, elfmal das - -Zeichen auf. Die Mittel aus den Summen der beiderseitigen Abweichungen betragen: + 0.008 und - 0.010 mg, sie sind also beinahe übereinstimmend.

Von den 19 Versuchen haben 17 eine Gewichtsänderung ergeben, welche unter ± 0.015 mg bleibt. Nur in zwei Fällen (Nr. 12, 13) ist der-

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Ver- suchs- reihe	Füllung der Gefäße	Versuch Nr.	Zeit der Aus- führung	Art der Gefäße	Schalen- belastung g	Gefäß	Beobacht. Gewichts- änderung mg	Mittlerer Wägungs- fehler ± mg
I	Wasser	1	1903	∩ Jenaer	414	A	-0.002	0.009
	"	2	Jan./Febr.	Geräteglas	413	A	+0.004	0.006
	"	3	Februar	∩ Jenaer Geräteglas	413	B	+0.007	0.001
II	Wasser	4 E	1903	∩ Jenaer	407	A	+0.002	0.011
	Paraffinöl	5 E	Juni	Geräteglas	407	B	-0.007	0.007
III	Wasser	6	1904	∩-Gefäße	364	A	-0.004	0.006
	Quecksilber	7	März	Quarzglas	364	B	-0.015	0.003
IV	Jod und Kalium- hydrosulfatlösung	8	1904	∩ Jenaer	525	A	+0.014	0.006
		9	Mai	Geräteglas	525	B	+0.012	0.005
V	Kupfer und Ferrosulfat- lösung	10 E	1904	∩ Jenaer	505	A	+0.015	0.005
		11 E	März	Geräteglas	505	B	-0.010	0.004
		12 E	1904	∩ Jenaer	505	A	-0.023	0.002
		13 E	Dezember	Geräteglas	505	B	-0.024	0.004
VI	Silber und Ferrisulfat- lösung	14	1905	0-Gefäße mit	650	A	-0.009	0.004
		15	Februar	Vakuummantel	650	B	+0.006	0.003
		16	1905	∩ Jen. Geräteglas	441	A	-0.002	0.007
		17	März	Paraffinschicht	441	B	-0.001	0.005
VII	Uranylнитrat- lösung	18	1905	∩ Jenaer	411	A	+0.006	0.004
		19	Oktober	Geräteglas	411	B	-0.003	0.004

selbe auf ± 0.023 und 0.024 mg gestiegen, und es stellt die letztere Zahl den Maximalfehler dar, welcher dem Verfahren anhaftet. Rückt man die Grenze noch etwas weiter, und zwar bis zu

$$\pm 0.03 \text{ mg,}$$

so liegt vollständige Sicherheit vor, daß, wenn bei einem Versuch eine diesen Betrag überschreitende Gewichtsänderung gefunden wird, diese nicht mehr von Beobachtungsfehlern herrühren kann.

Die Zahlen der Kol. VIII umfassen:

a) die Einflüsse, denen die Gefäße bei der ganzen Behandlung ausgesetzt sind und die von verschiedener Feuchtigkeitsschicht auf der äußeren Glasfläche, nicht ganz gleichem Volum der beiden Gefäße, Volumänderung infolge der Reaktionswärme, Berührung mit den Transportvorrichtungen, Staubablagerung usw. herrühren können;

b) die Fehler der Wage und des Wägungsverfahrens. Der diesen zukommende Betrag ist in Kol. IX angegeben, und wie ersichtlich, bewegt sich derselbe zwischen den Grenzen ± 0.001 und ± 0.011 mg, bleibt also immer erheblich kleiner als der Gesamtfehler.

Der oben angegebene Maximalfehler von 0.03 mg bezieht sich auf die Versuche, welche seit 1901 mit der neuen Rueprechtschen Wage ausgeführt worden sind. Was die alten Versuche von den Jahren 1890—1892 und 1899 betrifft, zu welchen die Stückrathsche und alte Rueprechtsche Wage diente und wobei größere Gefäße benutzt wurden, so betrug, wie aus der ersten Abhandlung ersichtlich, der mittlere Fehler des Mittels einer Wägungsreihe hier ± 0.004 bis ± 0.014 mg. Der Gesamtversuchsfehler ist früher nicht bestimmt worden, dürfte aber 0.05 mg keinesfalls übersteigen.

Hr. Heydweiller¹ schätzt den seinen Beobachtungen anhaftenden größten Fehler auf ± 0.04 mg.

¹ Drude, Ann. d. Physik Bd. 5, S. 404 (1901).

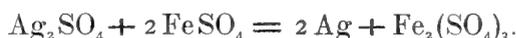
Kapitel IV.

Versuche über die Änderung des Gesamtgewichtes chemisch
sich umsetzender Körper.

Bezüglich der in den nachstehenden Wägungstabellen benutzten Zeichen und Abkürzungen gelten die in der Einleitung zu Kap. III, D (Bestimmung des Gesamtversuchsfehlers) mitgeteilten Vorbemerkungen Nr. 1, 2, 3.

Erste Reaktion.

Silbersulfat und Ferrosulfat.



Diese Reaktion wurde deshalb gewählt, weil sie von J. S. Stas zur Bestimmung des Atomgewichtes des Silbers benutzt worden war und eine vielleicht stattfindende Gewichtsänderung Veranlassung gegeben hätte, an den Stasschen Zahlen eine Korrektur anzubringen. Es stellte sich aber heraus, daß selbst die größte der beobachteten Gewichtsabnahmen jenes Atomgewicht erst in der vierten Dezimalstelle beeinflussen würde und die Frage daher ohne Bedeutung ist (s. Abh. I, Sitzungsber. 1893, S. 332).

Bezüglich der Reaktion ist zu bemerken, daß, wenn man dieselbe ohne künstliche Erwärmung verlaufen läßt, was bei den nachfolgenden Versuchen stets geschah, sie nicht ganz vollständig erfolgt. Wie mehrfache Analysen der umgesetzten Masse ergaben, werden bei den angewandten Gewichtsverhältnissen, welche immer einen Überschuß von Eisenvitriol aufwiesen, von der theoretischen Silbermenge nur 94—97 Prozent abgeschieden.

Das Ferrosulfat wurde stets in Form mit Alkohol gefüllten Salzes $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{ag}$ abgewogen. Dem zur Lösung dienenden Wasser ist stets etwas Schwefelsäure zugesetzt worden. Das Silbersulfat befand sich während der Reduktion größtenteils im festen Zustande.

Versuch 1 (Oktober 1903).

Gefäße Π -förmig, aus Jenaer Glas vom Jahre 1890.

Beschickung beider Apparate in den Schenkeln *a* und *b*:

a) 45.03 g Silbersulfat + 123.35 g Wasser = 168.38 g

b) 85.00 g Eisenvitriol + 83.39 g " = 168.39 g

80.03 g " theoretisch erforderlich = 43.88 g FeSO_4 .

Die Reaktionsmasse bestand somit aus:

vor der Umsetzung: $45.03 \text{ g Ag}_2\text{SO}_4 + 43.88 \text{ g FeSO}_4 = 88.91 \text{ g}$

nach » » $31.16 \text{ g Ag} + 57.75 \text{ g Fe}_2(\text{SO}_4)_3 = 88.91 \text{ g}$

Wirklich erhalten: $30.04 \text{ g Ag} = 96.4 \text{ Prozent.}$

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	425.725 g	398.342 ccm
	Platindraht	0.275	0.012
	Platindraht	0.098	0.005
		<hr/>	<hr/>
		426.098 g	398.359 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	425.184 g	397.192 ccm
	Glaskörper	0.817	1.15
	Platindraht	0.094	0.004
		<hr/>	<hr/>
		426.095 g	398.346 ccm

Differenz $A-B$: etwa 3 mg 0.013 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.0 g) 470.1 g.

Wägungen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1903	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
		A	B		
11. Okt. M	18.50°	a	a	2.681 mg	} 2.678 mg
13. " A	18.95	g	a	2.675	
15. " A	18.17	a	a	2.678	} 2.676
17. " A	18.48	g	a	2.674	
Mittel: 2.677 mg					
Fehler: ± 0.001					

II. Nach der Reaktion in Apparat A.

(18. Oktober.)

Wägungstag 1903	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
		A	B		
21. Okt. M	18.65°	a	a	2.651 mg	} 2.645 mg
22. " M	18.70	g	a	2.639	
23. " M	18.17	a	a	2.639	} 2.633
23. " A	18.10	g	a	2.627	
26. " M	18.33	a	a	2.658	} 2.653
26. " A	18.13	g	a	2.648	
29. " M	18.70	a	a	2.640	} 2.637
29. " A	18.69	g	a	2.634	
Mittel: 2.642 mg					
M. Fehler: ± 0.004					

Nach der Reaktion in Gefäß *B* zeigte sich am Glase eine gesprungene Stelle, der Versuch konnte demzufolge nicht fortgeführt werden.

Resultat:

		Gewichtsdifferenz <i>A</i> - <i>B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1.	App. <i>A</i> { I	2.677 mg ± 0.001	-0.035 mg ± 0.004
	II	2.642 ± 0.004	

Der Versuch ist zu einer Zeit ausgeführt worden, wo der im Kap. III, C 1 beschriebene Einfluß der Wasserhaut sowie der thermischen Nachwirkung des Glases noch nicht bekannt war, und es unterliegt daher das obige Resultat infolge der zu bald (am 3. bis 11. Tage) nach der Reaktion vorgenommenen Wägungen einer Korrektur. Bei der Umsetzung zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol können, wie besondere Prüfungen ergaben, je nach der Raschheit der portionenweise ausgeführten Vermischung beider Substanzen Temperaturerhöhungen um 2° bis etwa 10° eintreten. Nach den Zahlen in Kap. III, C 1 b, Tab. 7 sowie besonders zufolge der Erfahrungen, welche bei den nachfolgenden Versuchen über Silbersulfat und Ferrosulfat Nr. 4 und 5 gemacht worden sind, läßt sich die Korrektur von +0.010 mg als die am nächsten zutreffende betrachten, und man hat dann als Resultat:

Versuch Nr. 1, korrigiert: -0.025 mg.

Doppelversuch Nr. 2, 3 (März 1905).

Gefäße: Ω -Form, Jenaer Geräteglas, die innere Wandung mit einer Schicht von Paraffin überzogen.

Beschickung der Apparate in den Schenkeln *a* und *b*:

- a) 35.0 g Silbersulfat + 117.5 g Wasser = 152.5 g
- b) 66.5 g Eisenvitriol + 86.0 g " = 152.5 g
- 62.4 g " stöchiometrisch erforderlich = 34.10 g FeSO₄.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 35.00 g Ag₂SO₄ + 34.10 g FeSO₄ = 69.10 g

Nach " " 24.22 g Ag + 44.88 g Fe₂(SO₄)₃ = 69.10 g

Wirklich abgeschieden: 23.61 g Ag = 97.5 Prozent.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 16.60°
App. A	{ Gefäß + Füllung	392.734 g	403.204 ccm
	{ Platindraht	4.500	0.209
	{ Platindraht	0.128	0.006
		<u>397.362 g</u>	<u>403.419 ccm</u>
App. B	{ Gefäß + Füllung	394.733 g	399.293 ccm
	{ Glaskörper	2.501	4.09
	{ Platindraht	0.124	0.006
		<u>397.358 g</u>	<u>403.389 ccm</u>
Differenz A—B:		etwa 4 mg	0.030 ccm
Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 441.37 g.			

Wägungen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
		A	B		
4. März M	18.51°	a	a	3.702 mg	} 3.696 mg
4. " A	18.53	g	a	3.690	
5. " M	18.33	a	a	3.672	} 3.680
5. " A	18.35	g	a	3.688	
6. " M	18.75	a	a	3.682	} 3.691
7. " M	18.26	g	a	3.699	
Mittel: 3.689 mg					
Mittlerer Fehler: ±0.005					

II. Nach der Reaktion in Apparat A.

(Am 7. und 8. März.)

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
		A	B		
10. März M	18.00°	a	a	3.641 mg	} 3.645 mg
10. " A	18.19	g	a	3.648	
11. " M	18.50	a	a	3.650	} 3.646
12. " M	18.45	g	a	3.642	
13. " M	18.27	a	a	3.658	} 3.650
13. " A	18.28	g	a	3.642	
Mittel: 3.647 mg					
Mittlerer Fehler: ±0.002					

III. Nach der Reaktion in Apparat B.

(Am 14. März.)

Wägungstag 1905	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
		A	B		
17. März M	18.15°	a	a	3.669 mg	} 3.666 mg
18. " M	18.28	a	g	3.662	
19. " M	18.40	a	a	3.685	} 3.680
19. " A	18.40	a	g	3.675	
21. " M	18.21	a	a	3.690	} 3.682
21. " A	18.30	a	g	3.675	

Mittel: 3.676 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.005

Resultat:

		Gewichtsdifferenz A-B		Gewichtsänderung	
Versuch Nr. 2.	App. A	I	3.689 mg ± 0.005	-0.042 mg	± 0.005
Versuch Nr. 3.	App. B	II	3.647 ± 0.002	-0.029	± 0.005
		III	3.676 ± 0.005		

Auch bei diesen beiden Versuchen wurden, wie aus den Tabellen ersichtlich, die Wägungsreihen II und III in zu kurzer Zeit (am 2. bis 7. Tage) nach Vornahme der Reaktion ausgeführt, und es unterliegt keinem Zweifel, daß infolge der noch nicht beendigten Ausgleichung der Wasserhaut sowie des Volums der Glasgefäße die obigen Gewichtsabnahmen zu groß sind. Die Verhältnisse sind die nämlichen, wie sie bei Versuch Nr. 1 vorlagen, und die dort beschriebene Korrektionsgröße von etwa $+0.010$ mg paßt auch für die jetzigen Fälle. Man hat daher

Versuch Nr. 2 korrigiert: -0.032 mg" " 3 " -0.019 "

Doppelversuch Nr. 4 (Juni, Juli 1907) und Nr. 5

(Oktober, November 1907).

Gefäße: Ω -Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Apparate in den Schenkeln a und b:

a) 57.8 g Silbersulfat + 185 g Wasser = 142.8 g

b) 110.0 g Eisenvitriol + 133 g " = 243.0 g

102.8 g " stöchiometrisch erforderlich = 56.3 g FeSO_4 .

Reaktionsmasse:

Vor der Reaktion: 57.8 g Ag_2SO_4 + 56.3 g FeSO_4 = 114.1 g
 Nach » » 40.0 g Ag + 74.1 g $\text{Fe}(\text{SO}_4)_3$ = 114.1 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	472.617 g	416.113 ccm
	Platindraht	5.604	0.261
		<hr/>	<hr/>
		478.221 g	416.374 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	472.723 g	405.836 ccm
	3 Glashohlkörper	4.869	10.267
	1 Glasstäbchen	0.625	0.250
		<hr/>	<hr/>
		478.217 g	416.353 ccm

Differenz $A-B$: etwa 4 mg 0.021 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 44.01 g): 522.23 g.

Wägungen. Die beiden Versuche sind im Zusammenhang mit den in Kap. III, C 1 beschriebenen Prüfungen des Einflusses der Wasserhaut sowie der thermischen Nachwirkung des Glases auf die Wägungsergebnisse ausgeführt worden. Zu diesem Zwecke wurden die Gewichtsbestimmungen während mehrerer Wochen fortgesetzt und die in verschiedenen Zeitabschnitten sich ergebenden Resultate bestimmt.

Besondere Sorgfalt verwandte man sowohl vor wie nach der Reaktion auf gute Zentrierung der Apparate, und es konnten diese demzufolge immer in gleicher Lage auf die Wageschalen gesetzt werden.

Da Versuch Nr. 5 zwei Monate später als Nr. 4 ausgeführt wurde, mußte die anfängliche Differenz $A-B$ wieder von neuem bestimmt werden.

Aus den beiden folgenden Tabellen ergibt sich folgendes:

Wie aus der letzten Kolumne ersichtlich, werden die anfänglichen Gewichtsabnahmen der in Reaktion gesetzten Apparate allmählich kleiner. Nimmt man zunächst die zwischen etwa dem fünften und zehnten Wägungstage beobachteten Differenzen $A-B$, welche mit \times bezeichnet sind, so führen die Mittel derselben zu folgenden Ergebnissen:

		$A-B$	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 4	Vor der Reaktion	4.585 mg	-0.012 mg
	App. A	{ Nach » » \times 4.573 }	
Versuch Nr. 5	Vor der Reaktion	4.598 mg	-0.013 mg
	App. B	{ Nach » » \times 4.611 }	

Versuch Nr. 4. Reaktion in Apparat A.

Vor der Reaktion		Nach der Reaktion			
Wägungstag 1907	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1907	Anzahl Tage nach der Reaktion	Gewichts- differenz A—B	Gewichts- änderung des Apparates A
12. Juni	4.586 mg	22. Juni	2	4.564 mg	-0.021 mg
13. "	4.584	23. "	3	4.568	-0.017
15. "	4.577	25. "	5	× 4.571	-0.014
16. "	4.587	27. "	7	× 4.575	-0.010
18. "	4.592	30. "	10	× 4.572	-0.013
	Mittel: 4.585 mg	2. Juli	12	4.569	-0.016
	Mittlerer Fehler: ± 0.002	6. "	16	× × 4.578	-0.007
	Reaktion am 19. und 20. Juni vorgenommen	9. "	19	× × 4.586	+0.001
		13. "	23	× × 4.593	+0.008
		18. "	28	× × 4.595	+0.010
		24. "	34	× × 4.583	-0.002
		30. "	40	× × 4.593	+0.008
				Mittel: × 4.573 mg	-0.012 mg
				Mittlerer Fehler: ± 0.001	
				Mittel: × × 4.588	+0.003
				Mittlerer Fehler: ± 0.002	

Versuch Nr. 5. Reaktion in Apparat B.

Vor der Reaktion		Nach der Reaktion			
Wägungstag 1907	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1907	Anzahl Tage nach der Reaktion	Gewichts- differenz A—B	Gewichts- änderung des Apparates B
3. Oktober	4.616 mg	14. Oktober	2	4.630 mg	-0.032 mg
5. "	4.588	15. "	3	4.622	-0.024
7. "	4.580	18. "	6	× 4.607	-0.009
9. "	4.600	20. "	8	× 4.614	-0.016
11. "	4.606	22. "	10	× 4.613	-0.015
	Mittel: 4.598 mg	26. "	14	× × 4.594	+0.004
	Mittlerer Fehler: ± 0.006	31. "	19	× × 4.604	-0.006
	Reaktion am 11. und 12. Oktober ausgeführt.	4. November	23	× × 4.596	+0.002
		10. "	29	× × 4.616	-0.018
		13. "	32	× × 4.620	-0.022
				Mittel: × 4.611 mg	-0.013 mg
				Mittlerer Fehler: ± 0.002	
				Mittel: × × 4.606	-0.008
				Mittlerer Fehler: ± 0.005	

Nach den Erörterungen im Kap. III, C 1 ist aber die thermische Nachwirkung bis zum ungefähr zehnten Tage nach Vornahme der Reaktion noch nicht beendet, und es müssen daher die obigen Gewichtsabnahmen zu groß sein. In der Tat ergeben die späteren Wägungen noch kleinere und zum Teil positive Änderungen, somit ist jetzt Gewichtskonstanz eingetreten. Berücksichtigt man diese nach Ablauf von etwa 14 bis 40 Tagen erhaltenen, mit $\times\times$ bezeichneten Differenzen $A-B$, so führen sie zu nachstehenden Resultaten:

		$A-B$		Gewichts- änderung	Wägungs- fehler
Vers. Nr. 4	{	Vor der Reaktion	4.585 mg	± 0.002	} + 0.003 mg ± 0.003
App. A	{	Nach »	$\times\times$ 4.588	± 0.002	
Vers. Nr. 5	{	Vor der Reaktion	4.598 mg	± 0.006	} - 0.008 mg ± 0.008
App. B	{	Nach »	$\times\times$ 4.606	± 0.005	

Hier liegen die wichtigen Resultate vor, welche, da sie entgegengesetztes Vorzeichen tragen, dafür sprechen, daß bei der Reaktion zwischen Silbersulfat und Ferrosulfat überhaupt keine Gewichtsänderung stattfindet.

Die aus den \times Beobachtungen berechneten Ergebnisse, welche infolge des zu frühen Abschlusses der Wägungen noch mit dem Fehler der thermischen Nachwirkung behaftet sind, würden somit einer Korrektur von etwa 0.010 mg (0.015 bei Versuch 4; 0.005 bei Versuch 5) zu unterwerfen sein. Die nämliche Verbesserung hat schon bei den Versuchen Nr. 1, 2, 3 Anwendung gefunden.

Anmerkung: Über die Reaktion liegen noch drei ältere, aus den Jahren 1890 und 1892 stammende Versuche vor, welche in der ersten Abhandlung (Sitzungsber. 1893, S. 315—319) angeführt sind, und Gewichtsabnahmen im Betrage von 0.130, 0.131, 0.167 mg ergeben hatten. Dieselben sind aber mit großen Ω -Gefäßen von etwa 900 ccm Volum und etwa 925 g Gewicht unter Benutzung der alten Rueprechtschen und Stückrathschen Wage ausgeführt worden, und ferner fanden die Wägungen sehr bald nach Ausführung der Reaktion statt. Unter diesen Umständen konnten, wie in der oben erwähnten Abhandlung S. 331 angegeben ist, die Gesamtversuchsfehler über 0.1 mg betragen, und es wurden daher die betreffenden Gewichtsverminderungen als nicht sicher festgestellt erklärt.

Zweite Reaktion.

Silbernitrat und Ferrosulfat.



Doppelversuch Nr. 1 und 2 (März, April, Mai 1902).

Gefäße: Ω förmig, Jenaer Geräteglas, auf der Innenseite Paraffinschicht.

Beschickung der Schenkel *a* und *b*: ·

- a) 26.00 g Silbernitrat + 137.80 g Wasser = 163.80 g
- b) 47.14 g Eisenvitriol + 116.66 g » = 163.80 g
- 42.52 g » stöchiometrisch erforderlich = 23.27 g FeSO₄.

Die Reaktionsmasse bestand somit aus:

Vor der Reaktion: 26.00 g AgNO₃ + 23.27 g FeSO₄ = 49.27 g

Nach » » 16.51 g Ag + 32.76 g FeSO₄NO₃ = 49.27 g

Wirklich ausgefüllt: 15.72 g Ag = 94 Prozent.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum	
		Anfänglich (15.60°)	Am Schluß (14.95°)
App. A { Gefäß + Füllung Platindraht	622.947 g	405.966 ccm	
	0.280	0.013	
	<hr/> 623.227 g	<hr/> 405.979 ccm	405.957 ccm
App. B { Gefäß + Füllung Glaskörper Platindraht	614.674 g	402.245 ccm	
	8.273	3.700	
	0.276	0.013	
	<hr/> 623.223 g	<hr/> 405.958 ccm	405.923 ccm

Differenz A—B: etwa 4 mg 0.021 ccm 0.034 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 44.01 g) 667.23 g.

Wägungen. Die Apparate konnten zufolge guter Zentrierung derselben immer in gleicher Lage auf die Wageschalen gesetzt werden.

Die Reaktion war in beiden Apparaten portionenweise sehr langsam im Verlauf mehrerer Tage vollzogen worden, es konnten daher die Gefäße keine in Betracht kommende Volumvermehrung erlitten haben.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat A		III Nach der Reaktion in Apparat B	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A-B	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A-B	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A-B
27. März	4.340 mg	21. April	4.353 mg	6. Mai	4.337 mg
28. "	4.336	22. "	4.330	7. "	4.338
29. "	4.334	25. "	4.338	8. "	4.351
30. "	4.337	26. "	4.340	12. "	4.332
9. April	4.338	27. " M	4.336	13. "	4.346
		27. " A	4.342	14. "	4.354
	Mittel: 4.337 mg		Mittel: 4.340 mg		Mittel: 4.343 mg
	Mittlerer Fehler: ± 0.001		Mittlerer Fehler: ± 0.003		Mittlerer Fehler: ± 0.004
	Reaktion in Apparat A am 10.—13. April		Reaktion in Apparat B am 28.—30. April		

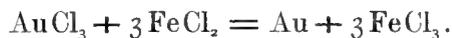
Resultat:

		Gewichtsdifferenz A-B		Gewichtsänderung
Versuch Nr. 1.	App. A	{ I 4.337 mg ± 0.001		+ 0.003 mg ± 0.003
Versuch Nr. 2.	App. B	{ II 4.340 ± 0.003		- 0.003 ± 0.005
		{ III 4.343 ± 0.004		

Anmerkung. Die Reaktion wurde auch schon in den Jahren 1899 und 1900 mit großen Ω -Gefäßen von etwa 800 ccm Volum und unter Benutzung der alten Wagen geprüft, wobei sich Gewichtsabnahmen im Betrage von -0.199 , -0.137 , -0.079 mg ergeben hatten. Diese Resultate können aus den in der Anmerkung zu der Reaktion zwischen Silbersulfat und Eisenvitriol angeführten Gründen nicht als zuverlässig betrachtet werden.

Dritte Reaktion.

Goldechlorid und Ferrochlorid.



Versuch Nr. 1 (Januar 1903).

Gefäße: Ω -Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

- a) mit 122 g einer aus 12.03 g Gold hergestellten Lösung von Goldchlorid, enthaltend 18.52 g AuCl_3 ;

b) mit 122 g Ferrochloridlösung, dargestellt durch Behandlung von 12.0 g reinem Eisen mit Salzsäure, enthaltend 27.17 g FeCl_2 . Die stöchiometrisch erforderliche Menge hätte 23.21 g FeCl_2 betragen.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 18.52 g AuCl_3 + 23.21 g FeCl_2 = 41.73 g

Nach » » 12.03 g Au + 29.70 g FeCl_3 = 41.73 g

Gesamtgewicht der Füllung: 244 g.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 15.80°
App. A	{ Gefäß + Füllung	352.585 g	393.131 ccm
	{ Platindraht	0.159	0.007
		<hr/>	<hr/>
		352.744 g	393.138 ccm
App. B	{ Gefäß + Füllung	345.019 g	390.459 ccm
	{ Glaskörper + Inhalt	7.566	2.687
	{ Platindraht	0.155	0.007
		<hr/>	<hr/>
		352.740 g	393.153 ccm
Differenz A—B:		etwa 4 mg	0.015 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ 54.52 g) 407.26 g.

Die Reaktion konnte nur in Apparat A ausgeführt werden, bei derjenigen in B war die Spitze des Glaszusatzkörpers verletzt worden. Infolge gut gelungener Zentrierung wurden die Apparate immer in der gleichen Lage auf die Wageschalen gesetzt.

I		II	
Vor der Reaktion		Nach der Reaktion in App. A	
Wägungstag 1903	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1903	Gewichts- differenz A—B
9. Jan. M	4.436 mg	18. Jan. M	4.430 mg
10. " M	4.454	19. " M	4.427
11. " M	4.424	20. " M	4.419
11. " M	4.436	22. " M	4.431
12. " M	4.428	23. " M	4.428
Mittel: 4.436 mg		Mittel: 4.427 mg	
M. Fehler: ± 0.005		M. Fehler: ± 0.002	

Resultat:

		Gewichtsdif. A—B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1.	App. A { I	4.436 mg ± 0.005	— 0.009 mg ± 0.005
	{ II	4.427 ± 0.002	

Einer Korrektur bedarf das Versuchsergebnis nicht, weil infolge der großen Verdünnung der Substanzen und langsamen Mischung derselben die eintretende Erwärmung nur etwa 2° betrug.

Vierte Reaktion.

Kupfersulfat und Eisen.



Es handelte sich um Wiederholungen der im Allgemeinen Teil Kap. II d angeführten Versuche Heydweillers. Dieselben hatten keine bestimmte Gewichtsänderung (-0.026 , $+0.019$ mg) ergeben, wenn der angewandte Kupfervitriol möglichst neutral, d. h. aus einer mit etwas Natronlauge versetzten Lösung auskrystallisiert war. Dagegen traten erhebliche Abnahmen (0.097 — 0.217 mg) ein, wenn die Lösung nur eine kleine Menge Alkali oder Schwefelsäure enthielt. A. Lo Surdo¹ hatte dagegen bei Anwendung alkalihaltiger Lösung gar keine Gewichtsänderung ($+0.008$, -0.008 , -0.008 , $+0.013$, $+0.003$ mg) beobachtet.

Doppelversuch 1 und 2 (Oktober/November 1902).

Ohne Zusatz von Alkali. Es wurde mehrmals aus Wasser umkristallisierter Kupfervitriol ($\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{ aq}$) benutzt. Das Eisen kam in Form kleiner Stücke Klaviersaitendraht zur Anwendung.

Gefäße: Ω -Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel *a* und *b*:

- | | | |
|-------------------------|------------------------------|----------------------------|
| a) 15.0 g Eisen | + 120.0 g Wasser | = 135.0 g |
| b) 70.0 g Kupfervitriol | + 65.0 g » | = 135.0 g |
| 67.0 g » | stöchiometrisch erforderlich | = 42.8 g CuSO_4 . |

Demnach bestand die Reaktionsmasse aus:

- | | | |
|--------------------|--------------------------------------|-----------|
| vor der Umsetzung: | 15.0 g Fe + 42.8 g CuSO_4 | = 57.8 g |
| nach » | » 17.0 g Cu + 40.8 g FeSO_4 | = 57.8 g. |

¹ Allg. Teil Kap. II g.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum bei 15.68°
App. A Gefäß + Füllung	378.776 g	394.749 ccm
App. B {	Gefäß + Füllung	373.680 g
	Glashohlkörper	5.024
	Platindraht	0.067
	378.771 g	394.718 ccm
Differenz A—B: etwa 5 mg 0.031 ccm		
Schalenbelastung (App. + Stativ 82.93 g) 461.70 g.		

Da die Zentrierungen der Apparate gut gelungen waren, wurde bei den Wägungen immer die gleiche Stellung derselben beibehalten.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat A		III Nach der Reaktion in Apparat B	
Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A—B	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A—B	Wägungstag 1902	Gewichtsdifferenz A—B
17. Okt. M	5.115 mg	23. Okt.	5.127 mg	1. Nov.	5.136 mg
17. " A	5.120	25. "	5.116	3. "	5.131
18. " M	5.120	26. "	5.117	5. "	5.144
18. " A	5.115	27. "	5.107	7. "	5.130
19. " M	5.132	28. "	5.114	8. "	5.151
Mittel:	5.120 mg	Mittel:	5.116 mg	Mittel:	5.138 mg
Mittlerer Fehler:	± 0.003	Mittlerer Fehler:	± 0.003	Mittlerer Fehler:	± 0.004

Resultat:

		Gewichtsdiff. A—B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1.	App. A {	I 5.120 mg ± 0.003	} — 0.004 mg ± 0.004
	II	5.116 ± 0.003	
Versuch Nr. 2.	App. B {	III 5.138 ± 0.004	

Die obigen Gewichtsänderungen bedürfen aber einer Korrektur, da die Versuche zu einer Zeit ausgeführt worden sind, wo der in Kap. III, C 1 b beschriebene Einfluß der thermischen Nachwirkung der Glasgefäße auf die Wägungen noch nicht bekannt war. Die Reaktion verläuft nämlich unter nicht unerheblicher Wärmeentwicklung (37240 g cal. J. Thomsen). Werden die oben mitgeteilten Gewichtsmengen der Materialien innegehalten und das Eisen in der Form von Draht angewandt, so steigt, wenn man die Reaktion durch Horizontallegen des Apparates langsam vollzieht, die

Temperatur des Gefäßinhaltes um 10° bis 12° . Nun sind, wie aus der obigen Tabelle ersichtlich, die Wägungsreihen II und III zwischen etwa dem 3. bis 8. Tage nach Vornahme der Reaktion ausgeführt worden, somit unter Umständen, wo die Volumvergrößerung des Gefäßes noch nicht zurückgegangen war. Zur Korrektur des hierdurch entstehenden Wägungsfehlers entspricht den Verhältnissen am nächsten der in Tabelle 7 (Kap. III, C 1 b) gegebene Betrag von $+0.010$ mg, wonach die berichtigten Resultate folgende sind:

$$\begin{aligned} \text{Versuch Nr. 1. App. A: } & -0.004 \text{ mg} + 0.010 \text{ mg} = +0.006 \text{ mg} \\ \text{Versuch Nr. 2. App. B: } & -0.022 \text{ mg} + 0.010 \text{ mg} = -0.012 \text{ mg.} \end{aligned}$$

Doppelversuch Nr. 3 und 4 (Februar, März 1904).

Mit Zusatz von Alkali. Das dem Kupfersulfat sowie dem Eisen beigegebene Wasser war mit etwas Natronlauge versetzt worden. Das Eisen wurde in gepulverter Form (Limatura ferri) angewandt.

Gefäße: Ω -förmig, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

$$\begin{aligned} \text{a) } & 15.0 \text{ g Eisen} \quad + 125.0 \text{ g Wasser} = 140.0 \text{ g} \\ \text{b) } & 70.0 \text{ g Kupfervitriol} + 70.0 \text{ g Wasser} = 140.0 \text{ g} \\ & 67.0 \text{ g} \quad \text{»} \quad \text{stöchiometrisch erforderlich} = 42.8 \text{ g Cu SO}_4. \end{aligned}$$

Die Reaktionsmasse hatte demnach die gleiche Zusammensetzung wie bei den Versuchen 1 und 2.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 16.15°	
App. A	{ Gefäß + Füllung	422.185 g	409.342 ccm	
		Platindraht	0.135	0.006
		<hr/>	<hr/>	
		422.320 g	409.348 ccm	
App. B	{ Gefäß + Füllung	418.241 g	408.424 ccm	
		Glaskörper + Inhalt	2.722	0.865
		Platindraht	1.222	0.057
		Platindraht	0.131	0.006
		<hr/>	<hr/>	
		422.316 g	409.352 ccm	

$$\text{Differenz A—B: etwa } 4 \text{ mg} \quad -0.004 \text{ ccm}$$

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 505.25 g.

Wägungen. Dieselben wurden in zwei Stellungen der Apparate vorgenommen, weil deren Zentrierung Schwierigkeiten geboten hatte.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>		
15. Febr. M	18.42°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.378 mg	} 4.376 mg
15. " A	18.38	<i>g</i>	<i>a</i>	4.374	
16. " M	18.52	<i>a</i>	<i>a</i>	4.369	
17. " M	18.62	<i>g</i>	<i>a</i>	4.371	

Mittel: 4.373 mg
Mittlerer Fehler: ± 0.003

II. Nach der Reaktion in Apparat *A*.

(Am 17.—19. Februar.)

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>		
21. Febr. M	18.33°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.334 mg	} 4.347 mg
22. " M	18.63	<i>g</i>	<i>a</i>	4.360	
24. " M	18.71	<i>a</i>	<i>a</i>	4.332	} 4.344
25. " M	18.40	<i>g</i>	<i>a</i>	4.355	
26. " M	18.59	<i>a</i>	<i>a</i>	4.348	
26. " A	18.57	<i>g</i>	<i>a</i>	4.364	

Mittel: 4.349 mg
Mittlerer Fehler: ± 0.004

III. Nach der Reaktion in Apparat *B*.

(Am 27./28. Februar.)

Wägungstag 1904	Temperatur in der Wage	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
		<i>A</i>	<i>B</i>		
2. März M	18.48°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.371 mg	} 4.380 mg
3. " M	18.43	<i>a</i>	<i>g</i>	4.389	
4. " M	18.40	<i>a</i>	<i>a</i>	4.375	} 4.378
4. " A	18.35	<i>a</i>	<i>g</i>	4.380	
6. " M	18.16	<i>a</i>	<i>a</i>	4.364	
7. " A	18.20	<i>a</i>	<i>g</i>	4.382	

Mittel: 4.377 mg
Mittlerer Fehler: ± 0.005

Resultat:		Gewichtsdiff. <i>A—B</i>	Wägungs- fehler	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 3.	App. A { I	4.373 mg	± 0.003	$-0.024 \text{ mg} \pm 0.005$
	II	4.349	± 0.004	
Versuch Nr. 4.	App. B { III	4.377	± 0.005	$-0.028 \quad \pm 0.006$

Auch diese Versuche bedürfen wie die beiden früheren einer Korrektur infolge der zu bald nach der Reaktion begonnenen und nicht lange genug fortgesetzten Wägungen. Wie besondere Versuche gezeigt haben, tritt bei Anwendung von Eisenpulver eine stärkere Erhitzung des Gefäßinhaltes ein als bei Eisendraht, da die Reaktion rascher verläuft, und zwar betrug die Temperatursteigerung 15° — 20° , in einem Falle sogar 25° . Da die Wägungen zwischen dem 2.—6. Tage nach Schluß der Reaktion vorgenommen wurden, so entsprechen diese Verhältnisse der in Kap. III, C i b Tab. 7 angegebenen Korrektur von etwa $+0.025$ mg. Demgemäß sind die korrigierten Resultate folgende:

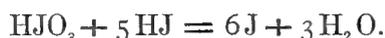
Versuch Nr. 3. App. A: $-0.024 \text{ mg} + 0.025 = +0.001 \text{ mg}$

Versuch Nr. 4. App. B: $-0.028 \text{ mg} + 0.025 = -0.003 \text{ mg}$

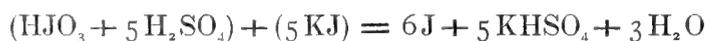
Das Endergebnis der vier Versuche ist also, daß bei der Reaktion zwischen Kupfersulfat und Eisen keine Gewichtsänderung eintritt. Dieser Schluß würde auch bestehen, wenn man die nicht korrigierten Resultate in Betracht zieht, denn es sind dieselben sämtlich kleiner als der in Kap. III, D festgestellte maximale Versuchsfehler von 0.030 mg.

Fünfte Reaktion.

Jodsäure und Jodwasserstoff.



Bei dieser Reaktion wurde die Anwendung wässriger Jodwasserstoffsäure vermieden, indem infolge Verdunstung derselben vorzeitige Berührung mit der Jodsäure zu befürchten war. Man verfuhr in der Weise, daß in den einen Schenkel der Ω -Gefäße Jodkaliumlösung, in den andern Jodsäurelösung nebst Schwefelsäure kam, wonach beim Mischen die Umsetzung gemäß der Gleichung:



erfolgte. Es wurde dabei die Jodkaliummenge als Grundlage genommen, und die darauf berechneten Quantitäten Jodsäure sowie die Schwefelsäure etwas im Überschuß gehalten, so daß nach der Reaktion kein Jod in Lösung blieb. Die angewandte Schwefelsäure war 98prozentig.

Versuch Nr. 1 (Januar, Februar 1904).

Gefäße: Ω -Form, Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) Jodkalium 70.8 g + Wasser 105.2 g

b) Jodsäure 16.0 g + Schwefelsäure 48.0 g + 112.0 g Wasser =
176.0 g

Jodsäure theoretisch erfordert 15.0 g, Schwefelsäure theoretisch
erfordert 42.6 g

Jodsäure überschüssig 1.0 g, Schwefelsäure überschüssig 5.4 g.

Somit war die Zusammensetzung der Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 15.0 g HJO_3 + 41.8 g H_2SO_4 + 70.8 g KJ = 127.6 g
Nach » » 64.9 g J + 58.1 g KHSO_4 + 4.6 g H_2O = 127.6 g

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum bei 19.7°
App. A { Gefäß + Füllung	441.448 g	398.769 ccm
{ Platindraht	0.117	0.006
	<hr/>	<hr/>
	441.565 g	398.775 ccm
App. B { Gefäß + Füllung	439.164 g	396.760 ccm
{ Glashohlkörper	2.284	2.011
{ Platindraht	0.114	0.005
	<hr/>	<hr/>
	441.562 g	398.776 ccm

Differenz A—B: etwa 3 mg 0.001 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 524.49 g.

Nach Beendigung des Versuchs gab eine nochmalige Gewichts- und Volumbestimmung der montierten Apparate folgende Zahlen:

	Gewicht	Volum bei 15.8°
App. A:	441.561 g	398.745 ccm
App. B:	441.558	398.750
Differenz A—B:	3 mg	—0.005 ccm.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
17. Jan. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.046 mg	} 3.048 mg
18. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.050	
19. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.040	} 3.043
19. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.046	
20. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.045	} 3.047
20. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.049	
			Mittel:	3.046 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.002

II. Nach der Reaktion in Apparat *A*.
(Am 21., 22., 23. Januar.)

Wägungstag 1904	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	<i>A</i>	<i>B</i>		
29. Jan. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.047 mg	} 3.045 mg
30. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	3.043	
5. Febr. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.029	} 3.039
5. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.049	
7. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.028	} 3.042
7. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.055	
			Mittel:	3.042 mg
			Mittlerer Fehler:	± 0.002

Resultat:

		Gewichtsdiff. <i>A-B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. I.	App. <i>A</i> { I	3.046 mg ± 0.002	-0.004 mg ± 0.003
	{ II	3.042 ± 0.002	

Nach Ausführung der Reaktion in Apparat *B* zeigte sich eine erhebliche Änderung der Gewichts-differenz *A-B*, indem dieselbe auf etwa 2.926 mg gesunken war. Die hierauf vorgenommene neue Bestimmung der Volum-differenz *A-B*, welche, wie schon oben angeführt, den Wert -0.005 ccm statt des früheren 0.001 ergab, lieferte keinen genügenden Aufschluß über die Erscheinung. Sie rührte wahrscheinlich von der Ablagerung eines Fremdkörpers auf Apparat *B* her. Die weiteren Wägungen wurden unterlassen.

Doppelversuch Nr. 2, 3 (Oktober, November 1904).

Gefäße: Ω -Form aus Quarzglas, an der oberen Biegung mit weiter, röhrenförmiger Einfüllöffnung versehen, die am unteren, etwas verengten Teil mit einer Korkscheibe und darüber mit einer geschmolzenen Mischung von 1 Teil Kolophonium und 2 Teilen Wachs verschlossen wurde.

Beschickung der Schenkel:

a) Jodkalium 70.8 g + Wasser 98.2 g = 169.0 g

b) Jodsäure 16.0 g + Schwefelsäure 43.8 g + 109.2 g Wasser = 169.0 g

Jodsäure theoretisch erforderlich 15.0 g, Schwefelsäure theoretisch erforderlich 41.8 g

Jodsäure überschüssig 1.0 g, Schwefelsäure überschüssig 2.0 g.

Reaktionsmasse wie bei Versuch Nr. 1.

Vor der Umsetzung: 15.0 g HJO_3 + 41.8 g H_2SO_4 + 70.8 g KJ = 127.6 g
 Nach » » 64.9 g J + 58.1 g KHSO_4 + 4.6 g H_2O = 127.6 g

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 17.50°
App. A	{ Gefäß + Füllung Platindraht	385.834 g	386.258 ccm
		3.679	0.171
		<hr/> 389.513 g	<hr/> 386.429 ccm
App. B	{ Gefäß + Füllung Quarzröhrchen ($d = 2.202$) Platindraht	386.420 g	385.173 ccm
		2.724	1.237
		0.365	0.017
		<hr/> 389.509 g	<hr/> 386.427 ccm
Differenz A—B:		etwa 4 mg	0.002 ccm

Schalenbelastung (App. + Platinstativ 82.93 g) 472.44 g

Wägungen. Es wurden halbe Wägungen mit nur einmaliger Bestimmung der Größen R , r , e , L ausgeführt. In der Kolumne Temperatur sind die bei Beginn und Schluß der etwa $\frac{3}{4}$ Stunden dauernden Wägungen abgelesenen Thermometerstände angegeben.

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	Anfang	Ende	<i>A</i>	<i>B</i>		
6. Oktober M	19.15°	19.14°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.681 mg	} 4.683 mg
10. " M	19.13	19.13	<i>g</i>	<i>a</i>	4.685	
11. " M	19.06	19.05	<i>a</i>	<i>a</i>	4.683	} 4.688
11. " A	19.01	19.03	<i>g</i>	<i>a</i>	4.693	
12. " M	19.18	19.20	<i>a</i>	<i>a</i>	4.686	} 4.687
12. " A	18.91	18.92	<i>g</i>	<i>a</i>	4.688	

Mittel: 4.686 mg
Mittlerer Fehler: ± 0.002

IIa. Nach der Reaktion in Apparat A
(am 13., 14., 15. Oktober portionenweise vorgenommen).

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	Anfang	Ende	<i>A</i>	<i>B</i>		
21. Oktober M	19.32°	19.33°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.662 mg	} 4.666 mg
21. " A	19.40	19.40	<i>g</i>	<i>a</i>	4.669	
22. " M	19.46	19.46	<i>a</i>	<i>a</i>	4.668	} 4.668
22. " A	19.42	19.40	<i>g</i>	<i>a</i>	4.672	

Mittel: 4.667 mg
Fehler: ± 0.001

Nach Ausführung der letzten Wägung wurde eine neue Zentrierung der Apparate vorgenommen. Dabei ließ der Harzverschluß des Apparates A

IIb. Nach Änderung und Neuzentrierung der Apparate.

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel <i>A-B</i>
	Anfang	Ende	<i>A</i>	<i>B</i>		
25. Oktober M	19.41°	19.41°	<i>a</i>	<i>a</i>	4.812 mg	} 4.829 mg
25. " A	19.35	19.35	<i>a</i>	<i>g</i>	4.845	
26. " M	19.19	19.19	<i>a</i>	<i>a</i>	4.813	} 4.826
26. " A	19.03	19.00	<i>a</i>	<i>g</i>	4.839	
27. " M	19.19	19.20	<i>a</i>	<i>a</i>	4.823	} 4.824
27. " A	19.19	19.18	<i>a</i>	<i>g</i>	4.825	
28. " M	19.60	19.60	<i>a</i>	<i>a</i>	4.824	} 4.836
29. " M	19.57	19.59	<i>a</i>	<i>g</i>	4.844	

Mittel: 4.828 mg
Mittlerer Fehler: ± 0.002

eine Stelle erkennen, welche der Verbesserung durch Zufügen eines Tröpfchens der Masse bedürftig erschien. Hierdurch änderte sich die Differenz $A-B$ um einen kleinen Betrag (etwa 0.16 mg) und mußte neu bestimmt werden. Wahrscheinlich war die Vorsichtsmaßregel unnötig gewesen.

III. Nach der Reaktion in Apparat B

(am 29. Oktober bis 1. November durch Horizontallegen des Apparats vorgenommen).

Wägungstag 1904	Temperatur		Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel $A-B$
	Anfang	Ende	A	B		
6. November M	19.71°	19.70°	a	a	4.867 mg	} 4.866 mg
7. " M	19.57	19.55	a	g	4.865	
8. " M	19.59	19.56	a	a	4.887	} 4.872
9. " M	19.62	19.63	a	g	4.857	
10. " M	19.60	19.60	a	a	4.866	} 4.860
10. " A	19.30	19.32	a	g	4.854	
12. " M	19.16	19.12	a	a	4.855	} 4.845
12. " A	19.15	19.13	a	g	4.835	

Mittel: 4.861 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.006

Die Wägungen dieser Reihe ließen größere Schwankungen als gewöhnlich erkennen.

Resultate:

		Gewichtsdifferenz $A-B$		Gewichtsänderung	
Versuch Nr. 2.	App. A	I	4.686 mg ± 0.002	-	0.019 mg ± 0.002
		IIa	4.667 ± 0.001		
Versuch Nr. 3.	App. B	IIb	4.828 ± 0.002	-	0.033 ± 0.006
		III	4.861 ± 0.006		

Versuch Nr. 4

(Dezember 1905, Januar 1906).

Gefäß: Ω -Röhren, Jenaer Glas von 1890.

Beschickung beider Apparate in den Schenkeln a und b . Grundlage 58.89 g KJ.

a) Jodkalium 58.89 g + Wasser 123.5 g = 182.39 g

b) Jodsäure 14.00 g + Schwefelsäure 41.30 g + Wasser 127.0 g
 = 182.30 g

stöchiom. erforderlich: 12.48 g + » 34.77 g
 überschüssig 1.52 g + » 6.53 g

Reaktionsmasse:

Vor dem Umsatz: 12.48 g HJO_3 + 58.89 g KJ + 34.77 g H_2SO_4 = 106.14 g
 Nach » » 54.00 g J + 3.81 g H_2O + 48.33 g KHSO_4 = 106.14 g

Ausgleichung der Gefäße		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß und Füllung	456.248 g	409.038 ccm
		Platindraht	0.998
		<u>457.246 g</u>	<u>409.084 ccm</u>
App. B	Gefäß und Füllung	450.377 g	399.689 ccm
		3 Hohlkörper aus Glas	6.503
	Platindraht	0.363	0.017
		<u>457.243 g</u>	<u>409.076 ccm</u>
Differenz:		etwa 3 mg	0.008 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) 501.25 g.

Bei der Wägungsreihe I waren außergewöhnlich große Differenzen aufgetreten, und es wurde deshalb das Resultat der ersten Hälfte des Versuchs (—0.085 mg für App. A) als nicht zuverlässig außer Betracht gelassen.

Die auf die zweite Versuchshälfte mit Reaktion in Apparat B bezüglichen Wägungen, welche wegen nicht gut gelungener Zentrierung der Gefäße in vier verschiedenen Lagen derselben auf den Schalen vorgenommen wurden, ergaben folgende Zahlen:

II. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel A—B
	A	B		
21. Dez. M	a	a	2.551 mg	} 2.553 mg
21. " A	g	a	2.548	
22. " M	g	g	2.553	
22. " A	a	g	2.560	
24. " M	a	a	2.559	} 2.555
24. " A	g	a	2.543	
25. " M	g	g	2.550	
25. " A	a	g	2.568	

Mittel: 2.554 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.001

III. Nach der Reaktion in Apparat B.
(Reaktion am 26. und 27. Dezember ausgeführt.)

Wägungstag 1906	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
2. Jan. M	a	a	2.602 mg	} 2.604 mg
3. " M	g	a	2.552	
4. " M	g	g	2.621	
4. " A	a	g	2.641	
6. " M	a	a	2.608	} 2.610
6. " A	g	a	2.597	
7. " M	g	g	2.613	
8. " M	a	g	2.622	

Mittel: 2.607 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.003

Resultat:

Versuch Nr.	App.	B	II	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsänderung
4.			2.554 mg ± 0.001		- 0.053 mg ± 0.003
			2.607	± 0.003	

Korrektion der vier Versuche.

Bei allen obigen Bestimmungen liegt wiederum der in der II. Versuchsperiode (1901—1905) meist begangene Fehler einer zu baldigen Vornahme der Wägungen nach Abschluß der Reaktion vor. Um die bei der letzteren auftretende Wärmeentwicklung zu prüfen, wurde der eine Schenkel einer Ω -Röhre mit 18 g Jodsäure, 100 g Wasser und 60 g konzentrierter Schwefelsäure beladen, der andere mit 87 g Jodkalium und 91 g Wasser. Das eingesenkte Thermometer stieg bei sehr langsamer Mischung um etwa 15° , bei rascherer um 21° ¹. Bezüglich der obigen vier Versuche

¹ Der verstorbene Prof. H. Jahn hat aus den Wärmetönungen, welche J. Thomsen für die bei der ganzen Umsetzung in Betracht kommenden Teilreaktionen gefunden hatte, die Temperaturerhöhung der Masse abgeleitet. Nach der mir übergebenen Rechnung müßte bei Innehaltung der bei den obigen Versuchen Nr. 1, 2, 3 bemerkten Gewichtsmengen der Stoffe eine Wärmemenge entstehen, welche die Temperatur von 1 kg Wasser um 7.51° steigert. Das Gesamtgewicht der umgesetzten Flüssigkeit betrug etwa 345 g, und macht man die Annahme, daß ihre Wärmekapazität gleich derjenigen des Wassers ist, so würde für die auftretende Temperaturerhöhung sich der Betrag von $\frac{1000}{345} \cdot 7.51 = 21.8^\circ$ ergeben. Dieser maximale Wert kann aber nicht erreicht werden, weil 1. bei den Versuchen nicht die ganze Masse auf einmal der Reaktion unterworfen wurde, und 2. die Wärmekapazität der Umsetzungsmasse größer sein wird als die des Wassers. Demzufolge sind die beobachteten Erwärmungen auch unterhalb der berechneten geblieben.

ist die Temperaturzunahme auf 18° bis 20° zu schätzen, und es kann daher nach Kap. III, C, Tab. der Korrektionswert $+0.025$ mg Anwendung finden. Man hat dann:

Versuch	Beobachtet	Korrektion	Gewichtsänderung korrigiert	Wägungs- fehler
1	-0.004 mg	$+0.025$ mg	$= +0.021$ mg	± 0.003
2	-0.019	$+0.025$	$= +0.006$	± 0.002
3	-0.033	$+0.025$	$= -0.008$	± 0.006
4	-0.053	$+0.025$	$= -0.028$	± 0.003

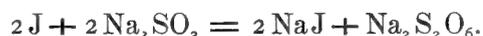
Da sich die korrigierten Werte nahezu aufheben und auch unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von ± 0.030 mg liegen, muß völlige Unveränderlichkeit des Gewichts bei dieser Reaktion angenommen werden.

Sechste Reaktion.

Jod und Natriumsulfit.

Diese Reaktion war ursprünglich gewählt worden, weil sie unter Verschwinden von festem Jod erfolgt, während bei derjenigen zwischen Lösungen von Jodsäure und Jodwasserstoff Abscheidung festen Jods eintritt. Die beiden Umsetzungen konnten daher vielleicht von entgegengesetzten Gewichtsänderungen begleitet sein.

Zu den Versuchen diente anfänglich Natriumsulfit, abgewogen als das kristallisierte Salz $\text{Na}_2\text{SO}_3 + 7 \text{ag}$. In diesem Falle können zwei verschiedene Umsetzungen eintreten: fügt man Jod zu überschüssigem Natriumsulfit, so bleibt die Flüssigkeit neutral und enthält dann Natriumdithionat:

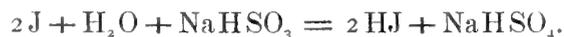


Wird umgekehrt zu überschüssigem Jod Natriumsulfitlösung gesetzt, so zeigt die Mischung starksaure Reaktion infolge Bildung von Jodwasserstoff- und Schwefelsäure-Ionen:



Bei der Art des Ausführens der Mischung konnten beide Reaktionen auftreten, vorwiegend aber die zweite.

Später wurde Natriumhydro-sulfit angewandt, abgewogen als konzentrierte Lösung von bekanntem Gehalt. In diesem Falle hatte man:



Versuch Nr. 1 (August 1890).

Derselbe war während der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule und unter Benutzung der alten Rueprecht-schen Wage (Kap. III, B 1 b) ausgeführt worden.

Gefäße: Große Ω -Röhren aus Thüringer Glas (Kap. III, A 2).

Beschickung der beiden Schenkel:

a) 90 g gepulvertes Jod + 200 g Wasser = 290 g,

b) 134 g Na_2SO_3 + 7 ag + 156 g Wasser = 290 g,

entsprechend 67 g Na_2SO_3 = $1\frac{1}{2}$ Mol. auf 2 At. Jod.

Reaktionsmasse 157 g.

Um den Übertritt von Joddämpfen zu der Sulfitlösung zu verhindern, wurde die Flüssigkeit in beiden Schenkeln mit einer etwa 5 mm hohen Schicht von Paraffinöl bedeckt. Bei der Reaktion verschwand das Jod gänzlich.

Nach Ausgleichung der Gefäße ergab die Bestimmung mit den Zusatzkörpern:

	Gewicht	Volum
App. A:	918.585 g	906.94 ccm
App. B:	918.580	906.96
Differenz:	etwa 5 mg	0.02 ccm

Wägungen. Die Resultate derselben sind bereits in der I. Abhandlung vom Jahre 1893 S. 325 angegeben. Wie dort beschrieben, wurde bei der Wägungsreihe I mit den ursprünglichen Gefäßen mehrmals die Prüfung vorgenommen, in welcher Weise sich die Gewichts-differenz $A-B$ ändert, wenn eine zweistündige Erhitzung des Apparates A auf 32° und ferner beider Apparate auf 40° stattgefunden hat. Hierbei ließen die Versuche keine deutliche Wirkung erkennen. Da der Zustand der Gefäße in bezug auf Wasserhaut und Volum durch diese Eingriffe ohne Zweifel beunruhigt war und keine Sicherheit vorliegt, ob bei den letzten Gewichtsbestimmungen die thermischen Nachwirkungen schon ihr Ende erreicht hatten, so erscheint es ratsam, in dem vorliegenden Bericht auf die Wägungsreihe I und damit auf die erste Versuchshälfte, welche eine Gewichtsvermehrung von 0.105 mg ergeben hatte, zu verzichten. Es möge daher nur das Ergebnis der Reaktion in Apparat B angeführt werden, welches auf folgenden Wägungen basiert:

Wägungsreihe II Nach der Reaktion in App. A		Wägungsreihe III Nach der Reaktion in App. B	
Wägungstag 1890	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1890	Gewichts- differenz A-B
29. Juli	5.599 mg	5. August	5.619 mg
30. "	5.608	6. "	5.654
1. August	5.582	7. "	<u>5.610</u>
2. "	5.596	Mittel:	5.628 mg
3. "	<u>5.602</u>	Mittl. Fehler:	± 0.013
Mittel:	5.597 mg	Gr.Wäg.-Diff.:	0.034
Mittl. Fehler:	± 0.004		
Gr.Wäg.-Diff.:	0.026		

Resultat:		Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1. App. B	$\left\{ \begin{array}{l} \text{II} \\ \text{III} \end{array} \right.$	5.597 mg ± 0.004	-0.031 mg ± 0.014
		5.628 ± 0.013	

Versuch Nr. 2 (August 1891).

Auch dieser Versuch wurde in der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule und unter Benutzung der alten Rueprechtschen Wage vorgenommen. Er gehört also zu denjenigen, welche unter weniger günstigen Umständen verlaufen sind.

Gefäße: Große Ω -Röhren aus Thüringer Glas.

Beschiekung der beiden Schenkel:

a) 110 g gepulvertes Jod + 200 g Wasser = 310 g,

b) 164 g Na_2SO_3 + 7 ag + 146 g Wasser = 310 g,

entsprechend 82 g Na_2SO_3 = $1\frac{1}{2}$ Mol. auf 2 At. Jod.

Reaktionsmasse 192 g. Bei der Umsetzung fand Verschwinden der ganzen Jodmenge statt.

Ausgleichung der Apparate mit ihren Zusatzkörpern.

	Gewicht	Volum
App. A:	913.658 g	969.990 ccm
App. B:	913.654	969.965
Differenz:	etwa 4 mg	0.025 ccm

Die Wägungen geschahen wie bei Versuch Nr. 1 unter Aufhängen der Apparate am oberen Schalenkreuz.

Erste Versuchshälfte. Reaktion in Apparat A.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion	
Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz A-B	Wägungstag 1891	Gewichtsdifferenz A-B
30. Juli	4.436 mg	10. Aug.	4.473 mg
2. Aug.	4.509	12. "	4.495
4. "	4.497	13. "	4.486
6. "	4.472	14. "	4.448
8. "	4.456	15. "	4.477
Mittel: 4.474 mg		Mittel: 4.476 mg	
Mittlerer Fehler: ± 0.013		Mittlerer Fehler: ± 0.007	
Größte Wäg.-Diff.: 0.073		Größte Wäg.-Diff.: 0.047	

Resultat:

	Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 2. App. A { I	4.474 mg ± 0.013	+ 0.002 mg ± 0.015
{ II	4.476 ± 0.007	

Die zweite Versuchshälfte wurde erst im Dezember 1891, und zwar unter Benutzung der Stückrathschen Wage (Kap. III, B 1 a) ausgeführt. Wie aus den in Abhandlung I, S. 327 mitgeteilten Tabellen ersichtlich ist, traten zwischen den verschiedenen Wägungen erhebliche Differenzen bis nahe 0.1 mg auf, was von den ungünstigen Temperaturverhältnissen des damaligen Lokals herrührte. Es dürfte daher das Ergebnis der Reaktion in Apparat B, welches in einer Gewichtsabnahme von 0.127 mg bestand, als nicht genügend sicher auszuschließen sein.

Versuch Nr. 3 (Oktober, November 1901).

Zu diesem der II. Arbeitsperiode angehörigen Versuch diente Natriumhydrosulfit. Derselbe wurde im II. Chemischen Universitäts-Laboratorium unter Benutzung der neuen Rueprechtschen Wage angestellt.

Gefäße: Kleine Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel a und b. Hierbei wandte man eine wässrige Natriumhydrosulfitlösung mit 37.72 Prozent NaHSO_3 an.

- a) 50 g gepulvertes Jod + 135 g Wasser = 185 g,
 b) 60 g Sulfitlösung + 125 g Wasser = 185 g,
 enthaltend: 22.63 g NaHSO₃,
 stöchiometrisch erforderlich: 20.52 g NaHSO₃ auf 50 g Jod.

Mit Zugrundelegung der Gleichung:



bestand die Reaktionsmasse aus:

Vor der Umsetzung: 50.00 g J + 20.52 g NaHSO₃ + 3.55 g H₂O = 74.07 g
 Nach » » 50.40 g HJ + 23.67 g NaHSO₄ = 74.07 g

Nach Ausgleichung der Apparate wurden Volumbestimmungen derselben samt den Zusatzkörpern mittels hydrostatischer Wägungen unter Wasser von zwei verschiedenen Temperaturen angestellt. Dieselben ergaben:

	Temperatur des Wassers	Volum von		Differenz
		App. A	App. B	
1.	16.5°	496.640 ccm	496.630 ccm	0.010 ccm
2.	18.2	496.675	496.650	0.025

Gewicht der ausgeglichenen Apparate: 539.60 g. A um etwa 5 mg schwerer als B.

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g): 583.61 g.

Wägungen. Dieselben waren stets bei gleicher Stellung der Apparate auf den Schalen vorgenommen worden.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in App. A	
Wägungstag 1901	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1901	Gewichts- differenz A-B
27. Okt.	5.433 mg	3. Nov.	5.423 mg
28. "	5.432	4. "	5.408
31. "	5.429	5. "	5.413
1. Nov. M	5.428	6. "	5.394
1. " A	5.443	7. "	5.420
Mittel:	5.433 mg	Mittel:	5.412 mg
Mittl. Fehler:	±0.003	Mittl. Fehler:	±0.005
Gr. Wäg.-Diff.:	0.015	Gr. Wäg.-Diff.:	0.029

Resultat:

		Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 3.	App. A	5.433 mg ± 0.003 5.412 ± 0.005	- 0.021 mg ± 0.006
	I		
	II		

Der Reaktionsversuch konnte nur zur ersten Hälfte ausgeführt werden, weil bei Vornahme der Substanzmischung in Apparat *B* an dem zu diesem gehörigen gläsernen Zusatzkörper eine Spitze abbrach.

Versuch Nr. 4 (Februar, März 1902).

Derselbe war unter gleichen Verhältnissen wie Nr. 3 ausgeführt worden. Es diente dazu wieder die Natriumhydrosulfittlösung mit 37.72 Prozent NaHSO_3 .

Gefäße: Kleine Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

a) 80 g gepulvertes Jod + 90 g Wasser = 170 g,

b) 100 g Sulfitlösung + 70 g Wasser = 170 g,

enthaltend: 36.53 g NaHSO_3 ,

stöchiometrisch erforderlich: 32.80 g NaHSO_3 auf 80 g Jod.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetzung: 80.00 g J + 32.80 g NaHSO_3 + 5.67 g H_2O = 118.47 g

Nach » » 80.63 g HJ + 37.84 g NaHSO_4 = 118.47 g.

Nach Ausgleichung der Apparate ergab sich für die mit den Zusatzkörpern versehenen:

	App. A	App. B	Differenz
Volum bei 12.20°:	417.385 ccm	417.416 ccm	0.031 ccm
Gewicht:	463.25 g	B um etwa 6 mg leichter.	

Wägungen auf der neuen Rueprechtschen Wage mit gleicher Stellung der Apparate auf den Schalen.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in App. A	
Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A-B
14. Febr.	5.686 mg	18. Febr.	5.651 mg
15. " M	5.707	19. "	5.674
15. " A	5.690	20. "	5.660
16. "	5.705	22. "	5.661
	Mittel: 5.697 mg	23. "	5.669
	Mitl. Fehler: ± 0.005		Mittel: 5.663 mg
	Gr. Wäg.-Diff.: 0.021		Mitl. Fehler: ± 0.004
			Gr. Wäg.-Diff.: 0.023

Resultat:	Gewichtsdiff. $A-B$	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 4. App. A	$\left\{ \begin{array}{l} \text{I} \\ \text{II} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 5.697 \text{ mg} + 0.005 \\ 5.663 \quad \pm 0.004 \end{array} \right.$
		$-0.034 \text{ mg} \pm 0.006$

Nach Ausführung der Reaktion in Apparat B zeigte sich bei den fortgesetzten Wägungen, daß die Differenz $A-B$ allmählich immer mehr abnahm. Sie betrug am:

25. Februar	M	5.638 mg
27. "	M	5.608
13. März	M	5.594
13. "	A	5.592
14. "	M	5.517
16. "	M	5.478
18. "	M	5.460
21. "	M	5.328

Hiernach war unzweifelhaft an einem der Gefäße, und zwar an A , eine undichte Stelle entstanden, und der Versuch mußte abgebrochen werden. Später ließ sich in der Tat am Boden des einen Schenkels ein Sprung auffinden.

Korrektion der vier Versuche.

Die vorstehenden Beobachtungen sind zu Zeiten angestellt worden, in welchen ich der Meinung war, daß es zweckmäßig sei, die Ausführung der Reaktionsversuche möglichst zu beschleunigen. Demzufolge wurde, wie aus den obigen Tabellen ersichtlich, schon am zweiten Tage nach Vornahme einer Reaktion mit den Wägungen begonnen und die Anzahl derselben auf höchstens 5 beschränkt. Wie erst später erkannt, war aber unter diesen Umständen die Wirkung der Reaktionswärme auf das Glasgefäß noch nicht beendet. Zur Ermittlung des hierdurch entstehenden Fehlers wurde auf die in Kap. III, C 1 b beschriebene Weise die während der Umsetzung entstehende Temperaturerhöhung der Masse durch zwei Prüfungen bestimmt, und zwar unter Anwendung der bei Versuch Nr. 3 (50 g Jod) und Nr. 1 (90 g Jod) benutzten Mischungsverhältnisse. Im ersten Falle trat eine Erwärmung um 8° , im zweiten um 11° ein. Beide Zahlen liegen nahe der Temperaturzunahme von 10° , für welche nach Kap. III, C 1, Tab. 7 der Korrektionswert $+0.010$ mg anzunehmen ist. Man hat somit:

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 19.12°	
App. A	{	Gefäß + Füllung	416.229 g	409.809 ccm
		Platindraht	2.105	0.098
		<hr/>	<hr/>	
		418.334 g	409.907 ccm	
App. B	{	Gefäß + Füllung	414.860 g	403.980 ccm
		Erster Glaskörper	1.959	3.23
		Zweiter Glaskörper	1.511	2.70
		<hr/>	<hr/>	
		418.330 g	409.910 ccm	
Differenz A — B:		etwa 4 mg	0.003 ccm	

Schalenbelastung (App. + Stativ) etwa 462.34 g.

Wägungen. Neue Rueprechtsche Wage. Zwei verschiedene Stellungen der Apparate auf den Schalen:

I. Vor der Reaktion.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A — B	Mittel A — B
	A	B		
14. Mai M	a	a	2.823 mg	} 2.835 mg
14. " A	g	a	2.847	
15. " M	g	a	2.832	} 2.829
15. " A	a	a	2.826	
16. " M	a	a	2.820	} 2.825
16. " A	g	a	2.830	

Mittel: 2.830 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.003

Größte Wägungsdifferenz: 0.010

II. Nach der Reaktion in Apparat A.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A — B	Mittel A — B
	A	B		
20. Mai M	a	a	2.820 mg	} 2.833 mg
21. " M	g	a	2.846	
22. " M	a	a	2.838	} 2.837
22. " A	g	a	2.835	
24. " M	g	a	2.853	} 2.832
24. " A	a	a	2.812	
26. " M	a	a	2.840	} 2.841
26. " A	g	a	2.842	

Mittel: 2.836 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.002

Größte Wägungsdifferenz: 0.009

III. Nach der Reaktion in Apparat B.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel A-B
	A	B		
30. Mai M	a	a	2.833 mg	} 2.827
31. » M	a	g	2.821	
1. Juni M	a	g	2.835	} 2.836
1. » A	a	a	2.837	
4. » M	a	a	2.838	} 2.839
4. » A	a	g	2.840	

Mittel: 2.834 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.004

Größte Wägungsdifferenz: 0.012

Resultate:

			Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1	App. A	{	I 2.830 mg ± 0.003	+ 0.006 mg ± 0.004
			II 2.836 ± 0.002	
Versuch Nr. 2	App. B	{	III 2.834 ± 0.004	+ 0.002 ± 0.004

Eine Korrektur ist an diesen Versuchen nicht anzubringen, da bei der Reaktion eine Erwärmung um höchstens 2° stattfand. Beide Zahlen sprechen wegen ihrer Kleinheit für völlige Konstanz des Gewichts.

Achte Reaktion.

Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd.



Es sollte durch dieselbe das Verhalten einer nicht dissoziierten Substanz geprüft werden.

Versuche Nr. 1 und 2 (Juli, August 1891).

Dieselben sind während der I. Arbeitsperiode im Laboratorium der Landwirtschaftlichen Hochschule ausgeführt worden und finden sich bereits in der I. Abhandlung (Sitzungsber. 1893, S. 327, 328) beschrieben.

Gefäße: Große U-Röhren aus Thüringer Glas.

Beschickung der Schenkel:

a) 150 g gepulvertes Chloralhydrat,

b) 55 g Ätzkali + 100 g Wasser,

stöchiometrisch erforderlich 51 g KOH.

Reaktionsmasse:

Vor der Umsetz.: 150 g Chloralhydrat + 51 g Kaliumhydroxyd = 201 g
 Nach » » 108 g Chloral + 76 g Kaliumformiat + 17 g Wasser = 201 g

Nach vorgenommener Ausgleichung der Apparate hatte man:

	App. A	App. B	Diff.
Volum	894.86 ccm	894.82 ccm	0.04 ccm
Gewicht	670.20 g	B um etwa 4 mg leichter.	

Die Wägungen wurden mittels der alten Rueprechtschen Wage vorgenommen, unter Aufhängung der Apparate am oberen Teil des Schalenbügels.

I Vor der Reaktion		II Nach der Reaktion in Apparat A		III Nach der Reaktion in Apparat B	
Wägungstag 1891	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1891	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1891	Gewichts- differenz A-B
1. Juli	4.081 mg	12. Juli	4.074 mg	9. Aug.	4.051 mg
3. "	4.068	24. "	4.053		
5. "	4.010	2. Aug.	4.075		
7. "	4.022	3. "	4.029		
9. "	4.050	Mittel:	4.058 mg		
Mittel: 4.046 mg		Mittl. Fehler: ±0.011			
Mittl. Fehler: ±0.013		Gr. Wäg.-Diff.: 0.046			
Gr. Wäg.-Diff.: 0.071					

Trotz der großen Differenzen zwischen den einzelnen Wägungen, wie sie bei der alten Rueprechtschen Wage vorkamen, sowie der Beschränkung des Abschnittes III auf eine einzige Beobachtung dürften doch die obigen Ergebnisse genügende Sicherheit bieten, um sie beibehalten zu können.

Resultate:	Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Vers. Nr. 1. App. A { I	4.046 mg ± 0.013	+ 0.012 mg ± 0.017
II	4.058 ± 0.011	
Vers. Nr. 2. App. B { III	4.051	+ 0.007

Einer Korrektur bedürfen diese Zahlen nicht, weil die Umsetzung ohne merkliche Erwärmung verlief.

Da die Resultate unter die Versuchsfehler fallen, hat sich somit bei dieser Reaktion keine Gewichtsänderung konstatieren lassen.

Neunte Reaktion.

Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung mittels Wechselstrom und Gleichstrom.

Der auf Vorschlag des Hrn. Kollegen W. Nernst unternommene Versuch sollte Aufschluß geben, ob bei vielfach wiederholtem Übergang eines Elements aus dem ionisierten Zustand in den molekularen und umgekehrt sich eine Gewichtsänderung bemerkbar macht. Zu diesem Zwecke wurde eine konzentrierte Lösung von Jodkadmium, welche mit etwas freiem Jod versetzt war, der Einwirkung eines raschen Wechselstroms ausgesetzt. Hierbei besteht der Vorgang darin, daß das Kadmium als komplexes Jodid in der Flüssigkeit bleibt, während ein Teil des Jods an beiden Elektroden die erwähnte Umwandlung erleidet, welche möglicherweise durch die heftige Erschütterung einen Zerfall des Atoms verursacht.

Die angewandten zwei elektrolytischen Apparate, welche bereits in Kap. III, A 2 c, Fig. 4 abgebildet sind, bestanden aus Glaszylindern von 12 cm Höhe und 4 cm Durchmesser, am Boden geschlossen und oben in eine Spitze ausgehend. Im Innern waren in konzentrischer Stellung zwei röhrenförmig gebogene Platinbleche von 9 cm Höhe und 3.5 bzw. 2.5 cm Durchmesser angebracht, von welchen Platindrähte durch die Glaswandung nach außen führten. Die einander zugekehrte Oberfläche dieser beiden Elektroden betrug bei der größeren 99, bei der kleineren 71 qcm. Vor der Benutzung war die äußere Glasoberfläche der Gefäße auf die in Kap. III, A 2 beschriebene Weise zuerst mit verdünnter Schwefelsäure und dann mit wässrigem Ammoniak behandelt worden.

Zur Beschickung jedes Gefäßes wurden 135 ccm einer wässrigen Lösung angewandt, welche in 100 ccm 40 g Kadmiumjodid und ferner eine kleine Menge Jod enthielt.

Die Ausgleichung der beiden Apparate, deren Einzelheiten schon in Kap. III, A 4 als Beispiel mitgeteilt sind, führte schließlich zu folgenden Volum- und Gewichtsunterschieden:

Apparat <i>A</i>	Gewicht	Volum bei 17.50°
Gefülltes Gefäß	378.263 g	236.630 ccm
Platindraht (Dichte 21.5)	1.895	0.088
	<hr/> 380.158 g	<hr/> 236.718 ccm
 Apparat <i>B</i>	 Gewicht	 Volum bei 17.50°
Gefülltes Gefäß	378.086 g	233.578 ccm
Hohlkörper aus Glas	1.760	3.110
Platindraht	0.309	0.014
	<hr/> 380.155 g	<hr/> 236.702 ccm
Somit <i>A—B</i> : etwa 3 mg		0.016 ccm

Zur Wägung wurden die Apparate in zwei gleich schwere (86.650 g) Stative aus poliertem Messing gestellt, wodurch die Schalenbelastung auf etwa 466.80 g stieg. Der Transport der Gefäße geschah stets samt ihren Stativen, und zwar mit Hilfe zweier an den letzteren angebrachten Hacken, welche mittels einer polierten Stahlgabel sich anfassen ließen. Zu den Präzisionswägungen diente ausschließlich die neue Rueprechtsche Wage.

Die Elektrolyse der Jodkadmiumlösung wurde auf drei Arten vorgenommen:

a) mittels raschen Wechselstroms. Hierzu benutzte man einen zweipoligen Gleichstrommotor, von dessen Überwicklung zwei Punkte mit Schleifringen verbunden waren, an denen der Wechselstrom abgenommen wurde. Die Zahl der Umdrehungen betrug etwa 1500 in der Minute (1 Umdrehung in 0.04 Sek.). Die Stromstärke wurde stets auf 3 Amp. reduziert.

b) mittels langsamen Wechselstroms. Bei einem zuerst unter Anwendung des raschen Wechselstromes eingeführten Versuch (Nr. 1 der nachfolgenden Tabelle) hatte sich keine Gewichtsänderung des behandelten Apparates ergeben. Da die Ursache vielleicht darin liegen konnte, daß der Stromwechsel gegenüber der Zeitdauer der Reaktion zu schnell erfolgte, wurde zur Anwendung eines in größeren Intervallen kommutierten Gleichstromes übergegangen. Der dazu hergestellte rotierende Kommutator war

ähnlich der von Le Blanc und Schiek¹ gebrauchten Vorrichtung. Er bestand aus einer Hartgunnmischeibe, deren Peripherie an zwei gegenüberliegenden Quadranten mit Metallstreifen belegt war, von denen durch Schleifkontakte der Strom abgeleitet wurde, während die Zuführung desselben auf die beiden durch die Scheibe isolierten Seiten der Drehungsachse erfolgte. Als Motor hatte sich am besten ein kleines oberflächiges Wasserrad von 20 cm Durchmesser bewährt, welches man über Nacht gehen lassen konnte. Die Geschwindigkeit wurde so reguliert, daß der Kommutator in 2 Sekunden 1 Umdrehung machte, wobei zweimal Stromschluß und zweimal Unterbrechung von je $\frac{1}{2}$ Sekunde Dauer stattfand. Die Zeit der elektrolytischen Wirkung betrug demnach die Hälfte der Rotationsdauer des Kommutators. Der von einer Akkumulatorenbatterie gelieferte Strom wurde auf die Intensität von 3 Amp. reduziert, Spannung 4—5 Volt. Bei dem langsamen Verlauf der Elektrolyse war stets auf der jeweiligen anodischen Platinplatte ein schwärzlicher Anflug von Jod sichtbar, welcher beim Gegenstromstoß wieder verschwand. Die Dauer der Stromwirkung schwankte, wie aus den nachfolgenden Tabellen ersichtlich, zwischen 5 und 110 Stunden; jedoch wurde die Behandlung meist auf mehrere Tage verteilt, um eine zu anhaltende Erwärmung des elektrolytischen Glasgefäßes zu vermeiden. Wie besondere, am Schlusse der Versuche vorgenommene Prüfungen zeigten, bei welchen durch die geöffnete Spitze der Gefäße ein Thermometer in die Flüssigkeit eingesenkt wurde, fand bei zweistündiger Elektrolyse eine Temperatursteigerung von anfänglich 18° auf etwa 28° und nach 6—8 Stunden auf höchstens 48° statt, somit Zunahme um etwa 30°.

c) mittels Gleichstroms. Derselbe wurde von einer Akkumulatorenbatterie geliefert unter Abschwächung der Stromstärke auf 1—1 $\frac{1}{2}$ Amp. Spannung 4 Volt.

Die angestellten Versuche, von welchen Nr. 1 im Physikalisch-Chemischen Institut der Universität, Nr. 2—9 in der Physikalisch-Technischen Reichsanstalt ausgeführt worden waren, folgen nunmehr in chronologischer Ordnung.

¹ Zeitschr. f. physikal. Chemie 46, 213 (1903).

Versuch Nr. 1 (Januar 1906).

Ver- such Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906	Tage nach der Be- handlung	Gewichts- differenz A—B
	Vor der Elektrolyse	8. Januar	—	3.138 mg
		10. "	—	3.152
		12. "	—	3.151
		13. "	—	3.138
		14. "	—	3.146
I	Apparat A am 15., 16. und 17. Januar erst 30 St. (mit Nachtbetrieb), dann nach 14 stündiger Unterbrechung noch- mals 10 St. dem raschen Wech- selstrom ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der Elektrolyse 40 St.	22. Januar	5	3.142 mg
		23. "	6	3.153
		25. "	8	3.139
		27. "	10	3.141
		29. "	12	3.130

Versuche Nr. 2 und 3 (Juli, August 1906).

Nacheinander ausgeführt.

Ver- such Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906	Tage nach der Be- handlung	Gewichts- differenz A—B
	Vor der Elektrolyse	13. Juli	—	2.894 mg
		14. "	—	2.897
		16. "	—	2.880
		17. "	—	2.889
2	Apparat A vom 17. bis 20. Juli täglich etwa 2 St. dem langsamen Wechsel- strom ausgesetzt. 3 Amp. 4 Volt. Gesamtdauer der Behandlung 10 St. Dauer der Stromwirkung 5 St.	23. Juli	3	2.882 mg
		24. "	4	2.884
		25. "	5	2.863
		26. "	6	2.875
3	Apparat A nochmals vom 27. Juli bis 1. Aug. täglich etwa 8 St. dem lang- samen Wechselstrom ausge- setzt. 3 Amp. 4 Volt. Gesamtdauer der Behandlung 40 St. Dauer der Stromwirkung 20 St.	3. Aug.	2	2.858 mg
		4. "	3	2.847
		6. "	5	2.857
		7. "	6	2.846
		8. "	7	2.842
			<u>2.850 mg</u> ± 0.003	

Versuche Nr. 4 bis 9 (Oktober 1906 bis März 1907).
Nacheinander ausgeführt.

Ver- such Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1906/07	Tage nach der Be- handlung	Gewichts- differenz A—B
	Vor der Elektrolyse	23. Oktober	—	2.902 mg
		25. "	—	2.903
		26. "	—	2.899
		27. "	—	2.894
		30. "	—	2.902
		31. "	—	2.898
4	Apparat A dem langsamen Wechselstrom in der Zeit vom 1. bis 12. November täglich einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 36 St. Stromwirkung 18 St.	14. Novbr. 16. " 17. " 19. " 20. " 21. " 22. " 23. " 24. "	2 4 5 7 8 9 10 11 12	2.800 mg 2.842 2.865 2.876 × 2.884 × 2.889 × 2.904 × 2.892 × 3.883 <u>× 2.890 mg</u> ± 0.004
5	Apparat B dem langsamen Wechselstrom in der Zeit vom 26. November bis 4. Dezember täglich einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 50 St. Stromwirkung 25 St.	7. Dezbr. 8. " 10. " 11. " 13. " 17. " 29. "	3 4 6 7 9 13 25	2.922 mg 2.917 × 2.897 × 2.908 × 2.885 × 2.910 × 2.880 <u>× 2.896 mg</u> ± 0.006
6	Apparat B nochmals dem langsamen Wech- selstrom in der Zeit vom 2. bis 8. Januar 1907 bei Tage sowie Nacht einige Stunden ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 110 St. Stromwirkung 55 St.	10. Januar 11. " 14. " 15. " 16. " 18. " 19. "	2 3 6 7 8 9 10	2.938 mg 2.923 × 2.899 × 2.910 × 2.903 × 2.891 × 2.897 <u>× 2.900 mg</u> ± 0.003

Ver- such Nr.	Behandlung der Apparate	Wägungstag 1907	Tage nach der Be- handlung	Gewichts- differenz <i>A—B</i>
7	Apparat <i>B</i> mit Gleichstrom von 1.2 Amp. am 20. Januar 1 St. lang behandelt. Abgeschieden nach Rechnung: 2.52 g Cd 5.68 g J	22. Januar	2	2.945 mg
		24. "	4	2.940
		26. "	6	2.924
		28. "	8	× 2.915
		29. "	9	× 2.906
		30. "	10	× 2.913
		2. Februar	13	× 2.908
4. "	15	× 2.903		
				× 2.909 mg ± 0.002
8	Apparat <i>A</i> dem langsamen Wechselstrom vom 4. bis 15. Februar, teilweise mit Nachtbetrieb, ausgesetzt. 3 Amp. Dauer der ganzen Behandlung 220 St. Stromwirkung 110 St.	22. Februar	7	2.860 mg
		23. "	8	2.869
		25. "	10	2.875
		26. "	11	2.877
		27. "	12	2.864
				2.869 mg ± 0.003
9	Apparat <i>A</i> mit Gleichstrom von 1 Amp. am 2. bis 7. März täglich 1 bis 2 St. behandelt. Gesamtdauer 9 St. Abgeschieden nach Rechnung: 18.86 g Cd 42.62 g J	11. März	4	2.851 mg
		12. "	5	2.847
		16. "	9	2.853
		18. "	11	2.851
		19. "	12	2.848
				2.850 mg ± 0.001

Aus diesen Beobachtungen ergeben sich folgende Gewichtsänderungen:

In der Tabelle enthält Kol. III die Gesamtdauer der mit mehrfachen Unterbrechungen vorgenommenen Elektrolyse. Die Zahlen der Kol. IV geben an, daß die Wägungen zwischen dem n^{ten} und n_i^{ten} Tage nach Ausführung der Elektrolyse stattfanden. Die mittleren Wägungsfehler der Differenzen *A—B* schwankten zwischen ± 0.001 und 0.006 mg.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Gewichtsänderungen bedürfen aber einer Korrektion. Die Elektrolyse war stets mit einer beträchtlichen Erwärmung des Apparates verbunden, und zwar zeigten besondere nach Beendigung der Versuche vorgenommene Prüfungen, bei welchen durch die geöffnete Spitze des Gefäßes ein Thermometer in die Flüssigkeit eingesenkt war, daß während 5 bis 8 stündiger Elektrolyse mit langsamem Wechselstrom die anfängliche Temperatur von 18° auf 48° bis höchstens

I	II		III	IV	V	VI
Ver- such Nr.	Gefäß	Behandlung	Gesamt- dauer der Elektrolyse	Wägungstage nach der Elektrolyse	Gewichts- differenz A-B	Gewichts- änderung
1	A	anfänglich	—	—	3.145 mg	} -0.004 mg
		rascher Wechselstrom	40 St.	$n \ n_1$ 5-12	3.141	
2	A	anfänglich	—	—	2.890	} -0.014
		langsamer Wechselstrom ..	5 "	3-6	2.876	
3	A	langsamer Wechselstrom ..	20 "	2-7	2.850	} -0.026
		anfänglich	—	—	2.900	
4	A	langsamer Wechselstrom ..	18 "	8-12	2.890	} -0.010
		langsamer Wechselstrom ..	25 "	6-25	2.896	
5	B	langsamer Wechselstrom ..	55 "	6-10	2.900	} -0.004
		Gleichstrom	1 "	8-15	2.909	
6	B	langsamer Wechselstrom ..	110 "	7-12	2.869	} -0.040
		Gleichstrom	9 "	4-12	2.850	
7	B	langsamer Wechselstrom ..	—	—	2.909	} -0.009
		Gleichstrom	—	—	2.909	
8	A	langsamer Wechselstrom ..	—	—	2.869	} -0.040
		Gleichstrom	—	—	2.869	
9	A	langsamer Wechselstrom ..	—	—	2.869	} -0.040
		Gleichstrom	—	—	2.869	

52° stieg. Da ferner die Wägungen meist schon zwischen dem 3. bis 12. Tage nach der Elektrolyse ausgeführt wurden, wo möglicherweise der Einfluß der Erhitzung auf das Gefäß noch nicht verschwunden war, so mußten die Resultate nach Kap. III, C 1 b, Tabelle 7 korrigiert werden. Man kann daher für die bei den elektrolytischen Versuchen eingetretene Temperatursteigerung von etwa 30° unbedenklich den Korrektionswert +0.018 mg wählen.

I	II	III	IV		V
Ver- such Nr.	Stromdauer	In Reaktion getretenes Jod	Gewichtsänderungen		
			direkt beobachtet	mit Korrektion +0.018	
Wechselstrom. 3 Amp.					
2	5 St.	71.0 g	-0.014 mg	+0.004 mg	
4	18	255.7	-0.010	+0.008	
3	20	284.1	-0.026	-0.008	
5	25	355.1	-0.006	+0.012	
1	40	568.2	-0.004	+0.014	
6	55	781.3	-0.004	+0.014	
8	110	1562.6	-0.040	-0.022	
Gleichstrom.					
7	1 St. 1.2 Amp.	5.68 g	-0.009 mg	+0.009 mg	
9	9 " 1 "	42.62	-0.019	-0.001	

In der obigen Tabelle sind die korrigierten Beobachtungen geordnet nach der Stromdauer sowie der davon abhängigen Gewichtsmengen Jod, auf welche sich der elektrolytische Vorgang erstreckt hat. Die Berechnung der letzteren Zahlen gründet sich darauf, daß ein Strom von 1 Amp. Stärke in 1 Stunde $4.025 \text{ g Ag} = 4.735 \text{ g Jod}$ abscheidet.

Wie aus Kol. IV hervorgeht, führten die direkten Versuchsergebnisse sämtlich zu negativen Zahlen, und es konnte daher wie früher bei anderen Reaktionen die Vermutung auftauchen, daß die Gewichtsabnahmen trotz ihres geringen Betrages als wirklich bestehend anzusehen seien. Durch Anbringung der Korrektur (Kol. V) haben nun aber mehrere der Zahlen ein positives Vorzeichen erhalten, und es charakterisieren sich dieselben jetzt als gewöhnliche Versuchsschwankungen, wie sie eintreten würden, wenn die Reaktion ganz ohne Gewichtsänderung verläuft. Da außerdem die Änderungen sich nicht proportional der Stromdauer bzw. den in Reaktion getretenen Jodmengen erweisen, so kann mit Bestimmtheit behauptet werden, daß bei der Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung das Gewicht völlig konstant bleibt.

Zehnte Reaktion.

Lösungsvorgänge.

Zur Prüfung der Frage, ob die Spaltung von Molekülen in die Ionen von einer Gewichtsänderung begleitet ist, wurden eine Anzahl Lösungsversuche mit Salzen vorgenommen. Bis jetzt lagen nur vier Beobachtungen von Heydweiller (s. Kap. II d) vor, welche beim Lösen von Kupfervitriol in Wasser sämtlich Gewichtsabnahmen im Betrage zwischen -0.029 und -0.126 mg ergeben hatten. Zu den folgenden während der II. Arbeitsperiode ausgeführten Versuchen sind Chlorammonium, Bromkalium und Uranylnitrat benutzt worden. Die Wägungen geschahen alle mittels der neuen Rueprechtschen Wage.

a. Chlorammonium in Wasser.

Versuch Nr. 1 (Juni 1902).

Gefäße: Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas, inwendig mit einer Paraffinschicht bekleidet.

Beschickung der Schenkel:

- a) 95 g gepulverten Salmiak,
- b) 115 g Wasser.

Die vorhandene Wassermenge löste bei mittlerer Temperatur (19°) etwa 44 g Salmiak, und es blieben 51 g im festen Zustand zurück.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 23,6°
App. A	{ Gefäß + Füllung	309.678 g	413.778 ccm
	{ Platindraht	0.180	0.008
		<hr/>	<hr/>
		309.858 g	413.786 ccm
App. B	{ Gefäß + Füllung	302.567 g	411.615 ccm
	{ Glashohlkörper + Inhalt	7.111	2.126
	{ Platindraht	0.176	0.008
		<hr/>	<hr/>
		309.854 g	413.749 ccm
Differenz A—B		etwa 4 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 52.16) etwa 362 g.

Wägungen: Bei der Beschiekung der Gefäßschenkel war das Versehen begangen worden, dieselben ungleich stark zu belasten. Hierdurch ließ sich die Zentrierung der Apparate auf ihren Stativen (s. Kap. III, B 4 b) nicht hinreichend genau ausführen, und es gab demzufolge die Wägungsreihe I (Ursprüngliche Apparate) so abweichende Zahlen, daß auf sie verzichtet werden mußte. Nach Vornahme der Lösung in Apparat A, wo sich jetzt der Inhalt auf beide Schenkel gleich verteilen ließ, war eine gute Zentrierung möglich; ebenso gelang dies auch bei Apparat B vor dem Lösungsprozeß. Immerhin mußten die Wägungen mit vierfacher Aufsetzung der Belastungen (*a* anfängliche Lage, *b* um 180° gedreht) vorgenommen werden.

II. Nach Vornahme der Lösung in Apparat A.

Wägung Nr.	1	2	3
Wägungstage 1902	3., 4. Juli	6., 7. Juli	8., 9. Juli
Stellung der App. A B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B	Gewichtsdifferenz A—B
<i>a a</i>	4.006 mg	4.002 mg	4.008 mg
<i>g a</i>	3.994	4.006	4.018
<i>g g</i>	4.009	4.033	4.021
<i>a g</i>	4.004	4.031	4.028
Mittel:	<hr/> 4.003 mg	<hr/> 4.018 mg	<hr/> 4.019 mg
Mittel: 4.013 mg ± 0.005			

III. Nach Vornahme der Lösung in Apparat *B*.

Wägung Nr.	1	2	3
Wägungstage 1902	14., 15. Juli	16., 17. Juli	19., 20. Juli
Stellung der App. <i>A</i> <i>B</i>	Gewichtsdifferenz <i>A-B</i>	Gewichtsdifferenz <i>A-B</i>	Gewichtsdifferenz <i>A-B</i>
<i>a</i> <i>a</i>	3.974 mg	3.981 mg	3.996 mg
<i>g</i> <i>a</i>	3.962	3.978	3.981
<i>g</i> <i>g</i>	4.003	4.015	3.990
<i>a</i> <i>g</i>	4.016	4.032	4.021
Mittel:	3.989 mg	4.002 mg	3.997 mg
	Mittel: 3.996 mg ± 0.004		

Resultat:

	Gewichtsdiff. <i>A-B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1. App. <i>B</i> { II	4.013 mg ± 0.005	+ 0.017 mg ± 0.006
{ III	3.996 ± 0.004	

Versuche Nr. 2 und 3 (August 1902, Oktober 1902).

Gefäße: 0förmig mit Vakuummantel (Kap. III, A 2) Jenaer Glas.

Beschickung:

		App. <i>A</i>	App. <i>B</i>
In den innern zylindrischen Raum:	Salmiak	23.80 g	23.56 g
In den ringförmigen Zwischenraum:	Wasser	132.30 g	131.90 g

Die Salzmenge löste sich in dem vorhandenen Wasser vollständig auf. Die entstandene Lösung enthielt 15.25 Prozent Salmiak. — Das Wasser war mit einer Schicht Paraffinöl überdeckt worden.

Zur Ausgleichung der Apparate mußte wegen ihres bedeutenden Gewichtsunterschiedes dem leichteren (*A*) größere Metallmengen angehängt werden, wozu ein vorhandenes Goldblech sowie Platindraht diente.

	Gewicht	Volum bei 21.45°
App. <i>A</i> { Gefäß + Füllung	387.608 g	605.74 ccm
{ Goldblech (<i>d</i> = 19.33)	27.529	1.42
{ Platindraht (<i>d</i> = 21.49)	20.788	0.97
	<u>435.925 g</u>	<u>608.13 ccm</u>

		Gewicht	Volum bei 21.45°	
App. B	{	Gefäß + Füllung	428.308 g	597.61 ccm
		3 Glashohlkörper	6.660	10.55
		Platindraht	0.952	0.04
			435.920 g	608.20 ccm
		Differenz A — B:	etwa 5 mg	0.07 ccm

Wägungen. Die Gefäße ließen sich wegen ihrer symmetrischen Form gut zentrieren, und demzufolge waren verschiedene Stellungen derselben auf den Wageschalen nicht nötig.

Lösungsprozeß in Apparat A.

I. Vor dem Lösen		II a. Nach dem Lösen	
Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A — B	Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A — B
30. Juli M	5.174 mg	5. August M	5.188 mg
31. " M	5.170	5. " A	5.183
1. Aug. A	5.166	6. " M	5.172
	Mittel: 5.170 mg	7. " M	5.181
	Mittlerer Fehler: ± 0.002	8. " M	5.167
	Max. Wägungsdiff.: 0.008		Mittel: 5.178 mg
			Mittlerer Fehler: ± 0.004
			Max. Wägungsdiff.: 0.021

Nach Beendigung dieses Versuchs blieben die Apparate während zweier Monate unter einer Glasglocke stehen. Als Anfang Oktober mit den Wägungen wieder begonnen wurde, zeigte sich die Gewichts-differenz A — B gegen früher um etwa 0.04 mg erhöht, wohl infolge davon, daß die Oberfläche des Glases oder das Metallstativ eine kleine Änderung erlitten hatte. Es mußte deshalb die Wägungsreihe II wiederholt werden.

Lösungsprozeß in Apparat B.

II b. Vor dem Lösen		III. Nach dem Lösen	
Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A — B	Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A — B
2. Okt. M	5.230 mg	8. Okt. M	5.203 mg
3. " M	5.216	9. " M	5.223
4. " M	5.206	9. " A	5.210
4. " A	5.220	10. " M	5.207
	Mittel: 5.218 mg		Mittel: 5.211 mg
	Mittlerer Fehler: ± 0.005		Mittlerer Fehler: ± 0.004
	Max. Wägungsdiff.: 0.014		Max. Wägungsdiff.: 0.020

Resultat:		Gewichtsdiff. <i>A-B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 2.	App. <i>A</i> {	I	5.170 mg \pm 0.002
		IIa	5.178 \pm 0.004
Versuch Nr. 3.	App. <i>B</i> {	IIb	5.218 mg \pm 0.005
		III	5.211 \pm 0.004

Versuche Nr. 4 und 5 (November 1902).

Gefäße: Kleine Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

- a) 37.5 g Salmiak + 115.9 g Quecksilber (zur Äquilibration),
 b) 156.0 g Wasser + 3.4 g Paraffinöl.

Es bildeten sich 187.5 g Lösung, enthaltend 20.0 Prozent Salmiak.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum bei 13.89°
App. <i>A</i> {	Gefäß + Füllung	360.836 g	403.170 ccm
	Platindraht	0.222	0.010
		<hr/>	<hr/>
		361.058 g	403.180 ccm
App. <i>B</i> {	Gefäß + Füllung	357.616 g	399.304 ccm
	Glashohlkörper	3.021	3.820
	Platindraht	0.416	0.019
		<hr/>	<hr/>
		361.053 g	403.143 ccm
Differenz <i>A-B</i> :		etwa 5 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 405.06 g.

Wägungen. Dieselben sind in zwei Stellungen der Apparate auf den Schalen vorgenommen worden, da keine ganz genaue Zentrierung erreicht worden war.

I. Apparate in anfänglichem Zustande.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel
	<i>A</i>	<i>B</i>		
12. November	M	<i>a a</i>	5.498 mg	} 5.484 mg
13. "	M	<i>g a</i>	5.471	
14. "	M	<i>a a</i>	5.512	} 5.504
14. "	A	<i>g a</i>	5.495	
			Mittel:	5.494 mg
			Fehler:	\pm 0.010

IIa. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat A.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel
	A	B		
18. November M	<i>a</i>	<i>a</i>	5.464 mg	} 5.474 mg
18. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	5.484	
22. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	5.461	} 5.466
23. " M	<i>g</i>	<i>a</i>	5.471	
Mittel:				5.470 mg
Fehler:				± 0.004

Da nach beendigten Wägungen auf dem vergoldeten Messingstativ des Apparates A ein kleiner, schwarzer Fleck bemerkt wurde, welcher möglicherweise durch Oxydation sich vergrößern und dadurch eine Gewichtsstörung hervorrufen konnte, so setzte man die Apparate in ein anderes Paar von Stativen. Dadurch wurde eine Neubestimmung der Differenz $A-B$ nötig.

IIb. Vor dem Lösungsprozeß in Apparat B.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel
	A	B		
25. November A	<i>a</i>	<i>a</i>	6.184 mg	} 6.139 mg
26. " M	<i>a</i>	<i>g</i>	6.094	
27. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	6.183	} 6.137
27. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	6.091	
Mittel:				6.138 mg
Fehler:				± 0.001

III. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat B.

Wägungstag 1902	Lage der Apparate		Gewichts- differenz $A-B$	Mittel
	A	B		
30. November M	<i>a</i>	<i>a</i>	6.199 mg	} 6.146 mg
30. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	6.093	
2. Dezember M	<i>a</i>	<i>a</i>	6.177	} 6.134
3. " M	<i>a</i>	<i>g</i>	6.091	
Mittel:				6.140 mg
Fehler:				± 0.006

Resultat:		Gewichtsdiff. <i>A-B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 4.	App. A	I	-0.024 mg ± 0.011
		IIa	
Versuch Nr. 5.	App. B	IIb	-0.002 mg ± 0.006
		III	

Doppelversuch Nr. 6 und 7

(Oktober, November 1903)¹.

Gefäße: Ω -Röhren aus Quarzglas von Heraeus, Hanau (Kap. III, A 2), mit weiter Einfüllöffnung am oberen Bogen. Dieselbe wurde nach der Beschickung des Gefäßes mit einer Korkscheibe geschlossen und darauf eine geschmolzene Mischung von 2 Teilen Kolophonium und 1 Teil Wachs gegossen.

Beschickung der Schenkel:

- a) 60 g Salmiak + 122 g Granatkörner,
- b) 160 g Wasser + 2 g Paraffinöl.

Beim Mischen entstanden 220 g Salmiaklösung, enthaltend 27.27 Prozent Salz.

Ausgleichung der Apparate:		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	375.379 g	386.617 ccm
App. B	{ Gefäß + Füllung	373.954 g	386.317 ccm
	{ Glaskörper + Füllung	0.680	0.253
	{ Platindraht	0.741	0.034
		375.375 g	386.604 ccm
Differenz <i>A-B</i> etwa 4 mg			0.013 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Platinstativ 82.93 g) etwa 458.3 g.

Wägungen: Wegen der nicht ganz günstigen Zentrierung der Apparate auf den Stativen wurden stets Wägungen in zwei Stellungen ausgeführt.

¹ In der in Abhandlung II (Sitzungsber. d. Berl. Akad. d. Wiss. 1906, S. 293) vorkommenden Tabelle ist statt der Versuchszeit Oktober, November 1903 irrtümlich Juni, Juli 1903 angegeben. Das nämliche Versehen findet sich in der Schrift »Über die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen«, welche in den Abhandlungen der Deutschen Bunsen-Gesellschaft, Heft 1, 1909, erschienen ist, und zwar S. 28, Tab. 5.

I. Anfänglicher Zustand der Apparate.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel
	<i>A</i>	<i>B</i>		
25. Okt. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.896 mg	} 3.913 mg
25. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.929	
27. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.882	} 3.906
27. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.930	
30. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.880	} 3.907
30. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.934	
			Mittel:	3.909 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.002

II. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *A*.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel
	<i>A</i>	<i>B</i>		
8. Nov. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.915 mg	} 3.883 mg
8. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.851	
10. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.917	} 3.909
10. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.901	
12. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.914	} 3.904
12. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.894	
14. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.899	} 3.906
14. " A	<i>g</i>	<i>a</i>	3.913	
			Mittel:	3.901 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.006

III. Nach dem Lösungsprozeß in Apparat *B*.

Wägungstag 1903	Lage der Apparate		Gewichts- differenz <i>A-B</i>	Mittel
	<i>A</i>	<i>B</i>		
18. Nov. M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.892 mg	} 3.877 mg
18. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.862	
20. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.882	} 3.875
20. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.868	
23. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.877	} 3.870
24. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.863	
25. " M	<i>a</i>	<i>a</i>	3.896	} 3.905
25. " A	<i>a</i>	<i>g</i>	3.914	
			Mittel:	3.882 mg
			Mittl. Fehler:	± 0.008

Resultat:		Gewichtsdiff. <i>A—B</i>	Gewichts- änderung
Vers. Nr. 6.	App. A { I	3.909 mg ± 0.002	— 0.008 mg ± 0.006
	II	3.901 ± 0.006	
Vers. Nr. 7.	App. B { III	3.882 ± 0.008	+ 0.019 ± 0.010

Versuch Nr. 8 (November, Dezember 1903).

Gefäße: Π -Röhren aus Quarzglas, die nämlichen, welche zu den Versuchen Nr. 6 und 7 gedient hatten.

Beschickung der Schenkel:

- a) 51 g Salniak + 83 g Granaten,
- b) 134 g Wasser.

Die entstandenen 185 g Lösung enthielten 27.57 Prozent Salz.

Ausgleichung der Apparate:		Gewicht	Volum
App. A	{ Gefäß + Füllung	343.098 g	386.284 ccm
	{ Platindraht	0.080	0.004
		<hr/>	<hr/>
		343.178 g	386.288 ccm
App. B	{ Gefäß + Füllung	342.513 g	386.066 ccm
	{ Quarzstäbchen (d = 2.20)	0.435	0.198
	{ Platindraht	0.227	0.010
		<hr/>	<hr/>
		343.175 g	386.274 ccm
Differenz <i>A—B</i> etwa 3 mg			0.014 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Platinstativ) etwa 426.1 g.

Wägungen. Bei Ausführung der Wägungsreihe I zeigte sich während 10 Tagen eine fortschreitende Verminderung der Differenz *A—B*, was auf ein Leichterwerden des Apparates *A* hindeutete, wohl infolge nicht dichten Verschlusses der Einfüllöffnung. Als dieselbe aufs neue mit der Mischung aus Kolophonium und Wachs gedichtet wurde, fand durch einen Unfall Übertritt von Wasser zu dem Salze statt, und infolgedessen mußte der erste Teil des Versuchs aufgegeben werden. Die Ausführung des zweiten Teils nahm man nunmehr rasch mit nur einer Stellung der Apparate vor, um den vielleicht nochmals auftretenden Einfluß nicht dichten Schlusses zu vermindern.

II		III	
Nach dem Lösen in App. A		Nach dem Lösen in App. B	
Wägungstag 1903	Gewichts- differenz A-B	Wägungstag 1903	Gewichts- differenz A-B
30. Nov. M	3.256 mg	5. Dez. M	3.293 mg
30. " A	3.247	5. " A	3.285
1. Dez. M	3.271	6. " M	3.296
Mittel:	3.258 mg	Mittel:	3.291 mg
Mittl. Fehler:	± 0.007	Mittl. Fehler:	± 0.003

Resultat:

	Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 8. App. B { II	3.258 mg ± 0.007	-0.033 mg ± 0.008
{ III	3.291 ± 0.003	

Wegen der geringen Zahl von Wägungen kommt diesem Ergebnis eine geringere Sicherheit zu als den früheren Versuchsergebnissen Nr. 1—7.

b. Bromkalium in Wasser.

Versuch Nr. 1 (Februar, März 1902).

Gefäße: Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel.

- 72.5 g Bromkalium + 81.5 g Iserinkörner als Ballast,
- 145.0 g Wasser + 9 g Paraffinöl.

Die Salzmenge löste sich vollständig zu 217.5 g Lösung, enthaltend 33.33 Prozent KBr.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum bei 13.25°	
App. A Gefäß + Füllung	403.956 g	409.762 ccm	
App. B {	Gefäß + Füllung	392.266 g	405.194 ccm
	Glashohlkörper + Füllung	11.570	4.540
	Platindraht	0.115	0.005
	403.951 g	409.739 ccm	
Differenz A—B	etwa 5 mg	0.023 ccm	

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 448 g.

Wägungen. Dieselben wurden in allen vier Stellungen der Apparate auf den Schalen vorgenommen.

I. Anfängliche Apparate.

Wägung Nr.	1	2	3 (neu zentriert)
Wägungstage 1902	27., 28. Februar	1., 2. März	3., 4. März
Lage der App. A B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B
a a	5.060 mg	5.108 mg	5.084 mg
g a	5.095	5.093	5.085
g g	5.103	5.104	5.065
a g	5.049	5.060	5.087
	5.077 mg	5.091 mg	5.080 mg

Mittel: 5.083 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.004

II. Nach erfolgter Auflösung in Apparat A.

Wägung Nr.	1	2 (neu zentriert)	3	4	5
Wägungstag 1902	7., 8. März	9., 10. März	13., 14. März	16., 17. März	18., 19. März
Lage der App. A B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B	Gewichtsdifferenz A-B
a a	5.070 mg	5.061 mg	5.058 mg	5.063 mg	5.058 mg
g a	5.045	5.028	5.030	5.058	5.052
g g	5.070	5.046	5.034	5.029	5.026
a g	5.047	5.034	5.035	5.028	5.033
	5.058 mg	5.042 mg	5.039 mg	5.045 mg	5.042 mg

Mittel: 5.045 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.003

Der Versuch mit Apparat B konnte wegen Krankheit nicht ausgeführt werden.

Resultat:		Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. I.	App. A	I	5.083 mg ± 0.004
		II	5.045 ± 0.003
			-0.038 mg ± 0.005

C. Uranyl nitrat $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6 \text{aq}$ und Wasser.

Doppelversuch Nr. 1 u. 2 (Juni, Juli 1905).

Gefäße: Ω -Röhren aus Jenaer Gerätéglass.

Beschickung der Schenkel:

- a) 136 g kristallisiertes Salz = 106.75 g wasserfreies,
- b) 136 g Wasser.

Die Salzmenge löste sich vollständig. Die Lösung enthielt 39.25 Prozent $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$.

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum
App. A	Gefäß + Füllung	364.155 g	405.705 ccm
	Platindraht	0.240	0.011
		<hr/>	<hr/>
		364.395 g	405.716 ccm
App. B	Gefäß + Füllung	361.338 g	403.008 ccm
	Glashohlkörper	2.820	2.660
	Platindraht	0.234	0.011
		<hr/>	<hr/>
		364.392 g	405.679 ccm
Differenz A — B:		etwa 3 mg	0.037 ccm

Schalenbelastung (App. + Stativ 44.01 g) etwa 408 g.

Wägungen. Dieselben wurden teils mit 2, teils 4 Stellungen der Apparate auf den Wageschalen vorgenommen.

I. Anfängliche Apparate.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A — B	Mittel
	A	B		
29. Juni M	a	a	2.370 mg	} 2.385 mg
29. " A	g	a	2.400	
30. " M	a	a	2.366	} 2.386
30. " A	g	a	2.406	
5. " M	a	a	2.374	} 2.384
5. " A	g	a	2.394	

Mittel: 2.385 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.001

II. Nach dem Lösen in Apparat A.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A — B	Mittel
	A	B		
19. Juli M	a	a	2.384 mg	} 2.394 mg ± 0.005
19. " A	g	a	2.394	
20. " M	g	g	2.407	
20. " A	a	g	2.391	

III. Nach dem Lösen in Apparat B.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A-B	Mittel
	A	B		
25. Juli M	a	a	2.401 mg	} 2.408 mg
26. " M	g	a	2.404	
27. " M	g	g	2.424	
28. " M	a	g	2.402	
31. " M	a	a	2.380	} 2.399
31. " A	g	a	2.390	
1. Aug. A	g	g	2.427	
2. " A	a	g	2.400	

Mittel: 2.404 mg

Mittlerer Fehler: ± 0.004

Resultat.

		Gewichtsdiff. A-B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1.	App. A { I	2.385 mg ± 0.001	+ 0.009 mg ± 0.005
		2.394 ± 0.005	
Versuch Nr. 2.	App. B { II	2.404 ± 0.004	- 0.010 ± 0.006

Versuch Nr. 3 (Juli 1905).

Gefäße: Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas. Es wurden die zu den vorhergehenden Versuchen benutzten Gefäße gebraucht, nachdem an denselben neue Einfüllröhren angeschmolzen worden waren.

Beschickung der Schenkel wie bei Versuch 1 und 2.

- a) 136 g $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2 + 6 \text{ aq} = 106.75 \text{ g}$ wasserfreies Salz,
 b) 136 g Wasser.

Die entstandene Lösung enthielt 39.25 Prozent $\text{UO}_2(\text{NO}_3)_2$.

	Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum
App. A {	Gefäß + Füllung	364.534 g	409.786 ccm
	Platindraht, dicker	2.260	0.105
	" dünner	0.344	0.016
		<u>367.138 g</u>	<u>409.907 ccm</u>

Ausgleichung der Apparate		Gewicht	Volum	
App. B	{	Gefäß + Füllung	363.277 g	404.153 ccm
		Glashohlkörper, längerer	1.959	3.200
		" " kürzerer	1.375	2.420
		Glasstäbchen	0.190	0.100
		Platindraht	0.333	0.015
		<u>367.134 g</u>	<u>409.888 ccm</u>	
Differenz A—B:		etwa 4 mg	0.019 ccm	

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) etwa 411 g.

Wägungen. Die erste Versuchshälfte mußte gestrichen werden, weil bei der Wägungsreihe I infolge ungenügender Zentrierung der Apparate außergewöhnlich große Abweichungen vorkamen. Auch bei den Reihen II und III sind die Differenzen zwischen den einzelnen Mittelwerten erheblicher, als es bei den zu Versuch Nr. 1 und 2 gehörigen Wägungen vorkam.

II. Nach dem Lösen in Apparat A.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel
	A	B		
17. Juli M	a	a	3.887 mg	} 3.887 mg
17. " A	g	a	3.878	
18. " M	g	g	3.883	
18. " A	a	g	3.900	
19. " M	a	a	3.916	} 3.919
19. " A	g	a	3.938	
20. " M	g	g	3.902	
20. " A	a	g	3.918	

Mittel: 3.903 mg
Mittlerer Fehler: ±0.016

III. Nach dem Lösen in Apparat B.

Wägungstag 1905	Lage der Apparate		Gewichts- differenz A—B	Mittel
	A	B		
24. Juli M	a	a	3.891 mg	} 3.897 mg
24. " A	g	a	3.869	
25. " M	g	g	3.897	
25. " A	a	g	3.934	
28. " M	a	a	3.887	} 3.917
29. " M	g	a	3.905	
29. " A	g	g	3.940	
30. " M	a	g	3.937	

Mittel: 3.907 mg
Mittlerer Fehler: ±0.010

Resultat:		Gewichtsdiff. <i>A—B</i>	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 3.	App. <i>B</i>	$\left\{ \begin{array}{l} \text{II} \\ \text{III} \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 3.903 \text{ mg } \pm 0.016 \\ 3.907 \quad \pm 0.010 \end{array} \right.$
			$-0.004 \text{ mg } \pm 0.019$

d) Wäßrige Kupfervitriollösung und Alkohol.
Ausfällung des Salzes.

In Anschluß an die vorhergehenden Lösungsversuche wurde noch der umgekehrte Fall geprüft, wo ein Salz aus dem gelösten Zustande in den festen übergeht, also die Ionen desselben verschwinden. Dies geschah durch Ausfällung von Kupfervitriol aus seiner gesättigten wäßrigen Lösung durch Alkohol.

Versuch Nr. 1 und 2

(Januar, Februar 1902).

Gefäße: Ω -Röhren aus Jenaer Geräteglas.

Beschickung der Schenkel:

- a) 107.8 g Kupfersulfatlösung, enthaltend 25.0 g $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$, überschichtet mit 8.7 g Paraffinöl zur Verhinderung der Verdunstung;
- b) 116.5 g absoluten Alkohol.

Wie ein besonderer Versuch ergab, werden beim Mischen dieser Flüssigkeitsmengen 24.75 g $\text{CuSO}_4 + 5 \text{ aq}$ kristallinisch ausgefällt.

Ausgleichung der Apparate	Gewicht	Volum bei 12.8°
App. <i>A</i> { Gefäß + Füllung	340.067 g	416.148 ccm
{ dicker Platindraht	3.920	0.182
{ feiner »	0.101	0.005
	<hr/>	<hr/>
	344.088 g	416.335 ccm
App. <i>B</i> { Gefäß + Füllung	339.460 g	408.279 ccm
{ Glashohlkörper	4.526	8.040
{ feiner Platindraht	0.098	0.005
	<hr/>	<hr/>
	344.084 g	416.324 ccm
Differenz <i>A—B</i> :	etwa 4 mg	0.011 ccm

Schalenbelastung (Apparat + Stativ) etwa 388 g.

Wägungen. Dieselben sind mit immer gleicher Stellung der Apparate ausgeführt worden.

I Anfänglich		II Nach der Ausfällung in Apparat A		III Nach der Ausfällung in Apparat B	
Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A—B	Wägungstag 1902	Gewichts- differenz A—B
23. Januar M	3.265 mg	28. Januar M	3.255 mg	4. Februar M	3.225 mg
23. " A	3.260	29. " M	3.239	5. " M	3.235
24. " M	3.253	30. " M	3.227	7. " M	3.213
24. " A	<u>3.251</u>	31. " M	<u>3.241</u>	8. " M	<u>3.223</u>
Mittel: 3.257 mg		Mittel: 3.240 mg		Mittel: 3.224 mg	
Mittlerer Fehler: ±0.003		Mittlerer Fehler: ±0.006		Mittlerer Fehler: ±0.005	

Resultat:		Gewichtsdiff. A—B	Gewichts- änderung
Versuch Nr. 1.	App. A { I	3.257 mg ± 0.003	— 0.017 mg ± 0.007
	{ II	3.240 ± 0.006	
Versuch Nr. 2.	App. B { III	3.224 ± 0.005	

Fragliche Korrektur der Lösungsversuche.

Da der Lösungsprozeß der Salze von Temperaturerniedrigung begleitet ist, so wird erstens eine Volumverminderung des Glasgefäßes eintreten und zweitens die Wasserhaut auf der Außenfläche des letzteren sich verstärken. Beide Vorgänge bewirken eine Gewichtszunahme.

Zur Prüfung dieser Verhältnisse sind bei den Versuchen mit Salmiak mehrmals Wägungen bald nach Vornahme der Lösung und sodann an den folgenden Tagen vorgenommen worden. Es zeigte sich, daß anfangs meist eine Gewichtszunahme des behandelten Apparates bis zum Betrage von 0.3 mg bemerkbar war, welche ohne Zweifel von der Vermehrung der Wasserhaut herrührte. Nach 2 bis 3 Tagen war diese Wirkung zurückgegangen, und wenn man die Wägungsreihen erst nach dem 4. Tage begann, wie dies nach den vorstehend angeführten Beobachtungstabellen stets der Fall war, so blieb die Gewichts-differenz A—B nahezu konstant und wich dann wenig von dem Werte ab, welcher vor Ausführung des Lösungsprozesses bestanden hatte. Aus dem letzteren Verhalten ging zugleich hervor, daß ein in Betracht kommender Einfluß der Volumverminderung der Apparate nicht auftrat. Die Temperaturabnahme während des Lösens der Salze war übrigens immer sehr gering, da der Vorgang stets in der

Weise vollzogen wurde, daß man das Gefäß horizontal legte und dann während 48 Stunden der Ruhe überließ. Bei besonderen Prüfungen mit den angewandten Salzen konnte dabei nur ein Sinken des Thermometers um 2° , höchstens 5° beobachtet werden.

Diesen Verhältnissen zufolge können die vorstehend angeführten Lösungsergebnisse direkt in die Kap. V gegebene Schluß-tabelle aller Beobachtungen aufgenommen werden. Da die mit Chlorammonium, Bromkalium und Uranyl-nitrat erhaltenen 12 Gewichtsänderungen teils positiv, teils negativ waren und nur zweimal den maximalen Versuchsfehler von ± 0.03 mg (Kap. III, D), und zwar nur in geringem Grade überschritten, so läßt es sich als erwiesen ansehen, daß der Lösungsvorgang der Salze ohne Gewichtsänderung verläuft. Dasselbe ist der Fall beim Übergang eines Salzes (Kupfer-vitriol) aus dem dissoziierten Zustand in den molekularen.

Kapitel V. Endresultate.

In der nachfolgenden Tabelle sind die sämtlichen Resultate der II. und III. Versuchsperiode zusammengestellt¹. Kol. IV enthält die direkten Beobachtungen, und von diesen ist eine Anzahl (22), nämlich diejenigen, bei welchen die Reaktion unter stärkerer Wärmeentwicklung verlief, den in Kap. III C, 1 b erörterten Korrekturen unterworfen worden. Die berichtigten Zahlen befinden sich in Kol. IV.

Nr.	I Art der Reaktion	II Jahr der Aus- führung	III Gewichtsänderung	
			direkt beobachtet	mit Korrektion
1	Silbersulfat und Ferrosulfat	1903	-0.035 mg	-0.025 mg
2		1905	-0.042	-0.032
3		1905	-0.029	-0.019
4		1907	+0.003	+0.003
5		1907	-0.008	-0.008
6	Silbernitrat und Ferrosulfat	1902	+0.003 mg	+0.003 mg
7		1902	-0.003	-0.003
8	Goldchlorid und FeCl ₂	1903	-0.009 mg	-0.009 mg
9	Eisen und Kupfersulfat	1902	-0.004 mg	+0.006 mg
10		1902	-0.022	-0.012
11		1904	-0.024	+0.001
12		1904	-0.028	-0.003
13	Jodsäure und Jodwasserstoff	1904	-0.004 mg	+0.021 mg
14		1904	-0.019	+0.006
15		1904	-0.033	-0.008
16		1905	-0.053	-0.028
17	Jod und Natriumsulfit	1890	-0.031 mg	-0.021 mg
18		1891	+0.002	+0.012
19		1901	-0.021	-0.011
20		1902	-0.034	-0.024

¹ Von den Beobachtungen der I. Versuchsperiode konnten nur die auf Chloralhydrat bezüglichen (Nr. 23, 24, 46) aufgenommen werden, da diese Reaktionen ohne Wärmeentwicklung verliefen.

Nr.	I	II	III	IV
	Art der Reaktion	Jahr der Aus- führung	Gewichtsänderung direkt beobachtet	Gewichtsänderung mit Korrektion
21	Uranyl- nitrat und Kaliumhydroxyd	1905	+0.006 mg	+0.006 mg
22		1905	+0.002	+0.002
23	Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	1891	+0.012 mg	+0.012 mg
24		1891	+0.007	+0.007
25	Elektrolyse von Kadmiumjodid	1906	-0.014 mg	+0.004 mg
26		1906	-0.010	+0.008
27		1906	-0.026	-0.008
28		1906	-0.006	+0.012
29		1906	-0.004	+0.014
30		1907	-0.004	+0.014
31		1907	-0.040	-0.022
32		1907	-0.009	+0.009
33		1907	-0.019	-0.001
Lösungsvorgänge				
34	Chlorammonium. Wasser	1902	-0.024 mg	-0.024 mg
35	" "	1902	-0.002	-0.002
36	" "	1902	+0.008	+0.008
37	" "	1902	+0.005	+0.005
38	" "	1902	+0.017	+0.017
39	" "	1903	-0.008	-0.008
40	" "	1903	+0.019	+0.019
41	" "	1903	-0.033	-0.033
42	Bromkalium. Wasser	1902	-0.038	-0.038
43	Uranylhydrat. Wasser	1905	+0.009	+0.009
44	" "	1905	-0.010	-0.010
45	" "	1905	-0.004	-0.004
46	Chloralhydrat. Wasser	1891	-0.003	-0.003
47	Kupfersulfatlösung	1902	-0.017	-0.017
48	und Alkohol	1902	+0.016	+0.016

Aus der Tabelle läßt sich folgendes entnehmen:

Betrachtet man zunächst die in Kol. IV verzeichneten Gewichtsänderungen, welche das Endresultat der Versuche darstellen, so zeigt sich erstens, daß die Vorzeichen derselben in fast gleicher Zahl verteilt sind, und zwar bei jeder der einzelnen Reaktionen. Insgesamt haben von den 48 Beobachtungen 23 Zunahme und 25 Abnahme des Gewichts ergeben. Zweitens liegen fast alle Zahlen unterhalb des in § 18 festgestellten maximalen Versuchsfehlers von ± 0.030 mg, sie überschreiten denselben nur in wenigen Fällen (Nr. 2, 41, 42) um sehr geringe Beträge (0.002 bis 0.008 mg).

Diese beiden Erscheinungen sind nun genau diejenigen, welche auftreten, wenn man die Versuche mit nichtreaktionsfähigen Substanzen ausführt, wie dies die in Kap. III, D beschriebenen Beobachtungen gezeigt haben. Hieraus folgt also völlige Nichtänderung des Gewichts.

Zu dem gleichen Ergebnis führen aber auch die in Kol. III enthaltenen direkten Beobachtungszahlen. Dieselben liegen wiederum größtenteils unterhalb des maximalen Versuchsfehlers von ± 0.030 mg; sie überragen ihn in 8 Fällen, aber nur viermal (Nr. 2, 16, 31, 42) mit etwas höheren Beträgen. Die Erscheinung, daß die aufgetretenen Gewichtsänderungen ganz überwiegend aus Abnahmen bestehen, besonders bei den unter Wärmeentwicklung verbundenen Reaktionen, dürfte sich nach den in Kap. III, C 1 b gegebenen Erörterungen durch die Ausdehnung der Glasgefäße erklären.

Das Schlußresultat der ganzen Arbeit ist demnach, daß bei allen vorgenommenen 15 chemischen Umsetzungen eine Änderung des Gesamtgewichts der Körper sich nicht hat feststellen lassen.

Damit liegt wieder dasselbe Ergebnis vor, welches schon am Schlusse der I. Versuchsperiode aufgetreten war und zu dem auch die zwar nur wenige Reaktionen umfassenden Beobachtungen von Kreichgauer, Sanford und Ray sowie Lo Surdo geführt hatten. Da keine Aussicht vorhanden sein dürfte, die Genauigkeit der Versuche noch weiter zu steigern, als es bis dahin möglich war, so kann jetzt wohl die Frage über die Änderung des Gesamtgewichts chemisch sich umsetzender Körper und damit überhaupt die experimentelle Prüfung des Gesetzes der Erhaltung der Masse als erledigt gelten. Sollten wirklich Abweichungen bestehen, so liegen dieselben jedenfalls unterhalb der Hundertstel und Tausendstel Milligramme. Bei einer noch viel kleineren Größenordnung (Milliontel Milligramme) würden sie in den Kreis der Betrachtungen fallen, welche M. Planck in seiner Abhandlung¹ »Zur Dynamik bewegter Systeme« angestellt hat. Sie entziehen sich dann aber der experimentellen Prüfung.

Der von mir und den anderen Beobachtern erbrachte Nachweis der Gewichtskonstanz ist von Bedeutung für die Entscheidung der Frage, ob die Atomgewichte der chemischen Elemente völlig unveränderliche Größen

¹ Annalen der Physik [4] 26, 1, (1908).

sind oder nicht. In dieser Hinsicht dürfte nach der jetzigen Sachlage nicht mehr zu befürchten sein, daß bei der Bestimmung des Atomgewichts eines Elements aus verschiedenen Verbindungen desselben stets etwas abweichende Zahlen auftreten werden, wie dies der Fall sein könnte, wenn die Reaktionen von Gewichtsänderungen begleitet wären. Es liegt gegenwärtig wohl kein Grund mehr vor, an der völligen Konstanz der Atomgewichte zu zweifeln.

Wenn auch Untersuchungen der vorliegenden Art viel Mühe erfordern und wenig lohnend erscheinen, so müssen sie doch als notwendig bezeichnet werden. Zur Unterstützung dieser Ansicht lassen sich die folgenden Worte anführen, welche Professor Th. W. Richards in der Eröffnungsrede zu seinen während des Sommersemesters 1907, an der Berliner Universität gehaltenen Vorlesungen ausgesprochen hat¹. »Die Frage, ob die angeblichen Konstanten der physikalischen Chemie in Wirklichkeit Konstanten sind oder innerhalb kleiner Grenzen schwanken, ist von weitgehendem Interesse und hervorragender Wichtigkeit für die wissenschaftliche Chemie im besonderen sowie für die Naturphilosophie im allgemeinen. Wenn die letztere der beiden Möglichkeiten wahr ist, dann müssen die Umstände, welche jede Änderung begleiten, mit der größten Genauigkeit bestimmt werden, um den Endgrund ihres Auftretens aufzufinden.« Ich glaube, im Sinne dieser Forderung verfahren zu haben und unter den vorgelegenen schwierigen Verhältnissen bis zur Grenze des Erreichbaren gegangen zu sein.

¹ Siehe Chemikerzeitung Jahrg. 31, Nr. 36, S. 460 (1907).

Inhaltsübersicht.

	Seite
Kapitel I. Einleitung	4
A. Veranlassung zu der Arbeit	4
B. Verlauf der Untersuchung (1. bis 3. Versuchsperiode)	7
Kapitel II. Versuche anderer Beobachter	26
Kapitel III. Angewandte Methoden	34
A. Apparate und Behandlung derselben	34
1. Verfahren im allgemeinen	34
2. Reaktionsgefäße	35
3. Beschickung der Gefäße	38
4. Ausgleichung der Gefäßpaare in bezug auf Gewicht und Volumen	38
5. Ausführung der Reaktion	42
B. Wagen und Wägungsmethoden	43
1. Angewandte Wagen. Gewichte	43
2. Wägungsverfahren	45
3. Prüfung der neuen Rueprechtschen Wage	49
4. Wägungsfehler	49
a. Durch Temperatureinflüsse	49
b. Durch ungleiche Lage der Belastung auf den Wagschalen. Zentrieren der Apparate	53
c. Erschütterungen der Wage	55
d. Störungen durch Elektrizität	56
C. Durch die Gefäße bewirkte Versuchsfehler	56
1. Fehler infolge Erwärmung der Glasgefäße	56
a. Verhalten der Wasserhaut	56
b. Thermische Nachwirkung des Glases	59
2. Volumänderung durch Druckänderung im Innern der Gefäße	67
3. Undichtheit der Gefäße	68
a. Gegen Wasser	68
b. Gegen Dämpfe der Substanzen (Zenghelis)	69
4. Fremdkörper. Staub	72
5. Konstanz der Stative	72
D. Gesamtversuchsfehler	73

	Seite
Kapitel IV. Versuche über die Änderung des Gesamtgewichtes chemisch sich umsetzender Körper	95
1. Silbersulfat und Ferrosulfat.	95
2. Silbernitrat und Ferrosulfat.	103
3. Goldchlorid und Ferrochlorid	104
4. Kupfersulfat und Eisen	106
5. Jodsäure und Jodwasserstoffsäure	110
6. Jod und Natriumsulfit	118
7. Uranyl nitrat und Kaliumhydroxyd	125
8. Chloralhydrat und Kaliumhydroxyd	127
9. Elektrolyse von Kadmiumjodidlösung mittels Wechselstrom und Gleichstrom .	129
10. Lösungsvorgänge	136
Kapitel V. Endresultate	153

ANHANG.

ABHANDLUNGEN NICHT ZUR AKADEMIE GEHÖRIGER
GELEHRTER.

Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Von

EDWARD MALONE.

(Aus dem Laboratorium des Hrn. Privatdozenten Dr. L. JACOBSOHN.)

Vorgelegt von Hrn. Waldeyer in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 17. März 1910.
Zum Druck verordnet am 14. April 1910, ausgegeben am 30. Juni 1910.

Die vorliegende Arbeit ist eine Fortsetzung der Arbeiten von L. Jacobsohn: Über die Kerne des menschlichen Rückenmarks und des menschlichen Hirnstamms, die in den Abhandlungen der Berl. Akad. d. Wiss. 1908/09 veröffentlicht sind. Sie stellt sich die Aufgabe, die Zellen des menschlichen Diencephalon zu beschreiben und versucht diese Zellen, soweit dies aus ihrem histologischen Charakter zu erschließen ist, als primäre Kerne zu gruppieren. Die Arbeit ist also nicht ein Versuch, das menschliche Diencephalon auf Grund der Ergebnisse aller Zweige der biologischen Forschung in Kerne zu teilen, sondern sie ist eine rein histologische Arbeit, und infolgedessen werden in dieser Mitteilung nur solche Arbeiten anderer Autoren berücksichtigt, welche Beiträge zur histologischen Struktur des Zwischenhirns darbieten.

In erster Linie werden solche anatomische Arbeiten in Rücksicht gezogen, die sich mit den Verhältnissen beim Menschen beschäftigen. Unter den Arbeiten über das Zwischenhirn der Säugetiere seien hier die ausgezeichneten Arbeiten von Da Fano (4) über den Thalamus des Hundes und von Monakows (13) über den Thalamus des Hundes und der Katze genannt. Über das Zwischenhirn der Maus, des Maulwurfs und des Kaninchens liegen auch eine Reihe wertvoller Mitteilungen vor von Haller (8), Ganser (6), Nißl (16), Münzer und Wiener (15), Bianchi (1)¹, Cajal (2) u. a. Die Verhältnisse beim Hunde und bei der Katze lassen sich in vielen Punkten mit denjenigen beim Menschen vergleichen, während bei der Maus, beim Maulwurf und beim Kaninchen das nur für den Epithalamus und Hypothalamus gilt. Bevor wir die Verhältnisse nicht zwischen

¹ Diesem Autor verdanken wir eine eingehende Beschreibung der Entwicklung des Thalamus beim Kaninchen. Ähnliche Arbeiten bei der Katze und beim Hunde wären sehr wünschenswert.

dem Hundethalamus und dem Kaninchenthalamus verstehen, läßt sich ein Vergleich zwischen dem Kaninchenthalamus und dem menschlichen schwer ermöglichen. Ich möchte nochmal den großen Unterschied zwischen dem Thalamus (im engeren Sinne) beim Menschen und beim Kaninchen betonen.

Wenn wir, dank den oben erwähnten Arbeiten, ein ziemlich gutes Bild vom Zwischenhirn einiger Säugetiere besitzen, so gilt das beim Menschen weniger. Eine Einteilung des menschlichen Diencephalon wurde vorwiegend nach Regionen gemacht, die durch Abtrennung von Fasermassen hervortreten. In neuerer Zeit wurde der Versuch gemacht, eine eingehende Einteilung zu erzielen, indem die Zahl, Richtung und Größe der Fasern in Rücksicht gezogen wurden. Man muß zugeben, daß solche Arbeiten sehr wertvoll sind, und daß ohne solche topographische Kenntnis die Aufgaben der feineren Anatomie, der Physiologie und der Pathologie sehr erschwert oder sogar unmöglich werden. Aber immerhin sollen wir Einteilungen des Diencephalon, die nach rein äußerlich mechanischen Merkmalen erzielt sind, nur für das erste Stadium unserer anatomischen Kenntnisse als ausreichend auffassen, und man ist nicht berechtigt, Felder, die sich nur durch solche rein mechanischen Einflüsse abgrenzen lassen, als Kerne zu bezeichnen. Beim Menschen liegt meines Wissens keine Arbeit vor, die eine Einteilung des ganzen Diencephalon auf Grund von Zellenpräparaten sich zur Aufgabe gemacht hat. Die ausführliche und wertvolle Beschreibung von Monakows (13), die ich in vielen Punkten bestätigen kann, beschäftigt sich hauptsächlich über den Thalamus im engeren Sinne. Andere Autoren haben nur kleinere Abschnitte des Diencephalon beschrieben. Unter diesen Forschern seien hier hervorgehoben von Gudden (7), Forel (5), Meynert (12), Kölliker (10), von Lenhossék (11) und Retzius (17). Die meisten dieser Untersuchungen sind auf Grund der Karminfärbung gemacht, nach welcher das Zellbild nicht so klar hervortritt, wie dies bei der Nißl-Methode geschieht.

Wenn, wie oben gesagt, die Ergebnisse der Faserpräparate vielfach nur eine rein äußerlich topographische Bedeutung besitzen, so trifft dies auch für die Ergebnisse der Zellenpräparate zu, wenn man dieselben nur nach ihrer äußerlichen Anordnung gruppiert; man kann alsdann ein Bild bekommen, das nur das Positiv des Weigert-Palschen Negativs ist. Um die Vorzüge der Zellenmethoden auszunützen, ist es zunächst unbedingt nötig, diejenigen Veränderungen in der Zahl, Größe, Form und Anordnung

der Zellen zu berücksichtigen, welche durch die Einwirkung von äußerlich mechanischen Einflüssen bedingt werden. Dementsprechend darf man niemals eine Gruppe von Zellen als einen Kern absondern, wenn diese Zellen von den benachbarten nur durch solche Eigentümlichkeiten unterschieden werden können, wie sie durch äußerlich mechanische Einflüsse bedingt werden. Zu solchen mechanischen Einflüssen gehören die leichte Isolierung einer Zellgruppe durch Fasermassen; das Zusammengepreßtwerden von Zellen zwischen dichten Faserbündeln, das oft erhebliche Veränderungen in der Zahl, Lage, Größe und Form der Zellen verursachen kann; das Eintreten von Faserbündeln in eine Zellmasse, was die notwendige Folge hat, daß in jener Gegend, wo die Fasern einmünden, die Zellen in kleinen Inseln weiter auseinander als in den übrigen Teilen dieser Zellenmassen liegen und auch in der Regel eine Veränderung in ihrer Form aufweisen. Während dieses eben entwickelte Prinzip auch für das Rückenmark und den Hirnstamm gilt, d. h. für Abschnitte, in welchen die Kerne ihrer hohen Differenzierung entsprechend mehr oder weniger umschrieben sind, für das Studium des Zwischenhirns ist es von noch größerer Wichtigkeit, besonders im Thalamus, da im letzteren scharf umschriebene Kerne nur selten vorkommen. Meine Erfahrung reicht nicht aus, um dieses Prinzip für die Hirnrinde anzuwenden, aber es ist unwahrscheinlich, daß die Rinde eine Ausnahme bildet. Eine Beschreibung der Zellen des Diencephalon, die solchen mechanischen Einwirkungen nicht Rechnung trägt, hat zum größten Teil nur eine äußerlich topographische Bedeutung.

In der vorliegenden Arbeit habe ich den Versuch gemacht, solche Zellareale, in denen sich die Zellen von denjenigen anderer Areale durch ausgesprochene gemeinsame histologische Merkmale klar abgrenzen lassen, als einen primären Kern aufzustellen. Kleine Abweichungen vom gemeinsamen Zellbild habe ich zwar erwähnt, aber ich halte sie bei dem heutigen Zustande unserer histologischen Kenntnis und Technik für nicht ausreichend, um eine noch eingehendere Einteilung zu ermöglichen. Beim Aufstellen der Kerne habe ich mit Rücksicht auf die oben erwähnten mechanischen Einflüsse folgende histologische Merkmale als entscheidend betrachtet: die Form, Größe, das räumliche Verhältnis der Zellen zueinander und vor allem die Struktur. Wie oben gesagt, wurden Veränderungen in den drei ersten Merkmalen sehr oft nur durch mechanische Einwirkungen bedingt; dann haben sie auch nur eine äußerliche Bedeutung; wenn sie dagegen einen

inneren Wert für den Kern besitzen, so sind sie fast immer auch mit einer Strukturveränderung der Zellen verknüpft. Als Ausdruck der Zellenstruktur habe ich die Färbung und Anordnung der chromatophilen Substanz, die allgemeine Schärfe der Umrisse und der inneren Struktur und den Pigmentgehalt der Zellen berücksichtigt. Über die chromatophile Substanz wird bei Besprechung der Schollen enthaltenden Zellen des Hypothalamus die Rede sein; hier sei es nur erwähnt, daß sie ein sehr wertvolles Unterscheidungsmittel darbietet. Die allgemeine Schärfe der Umrisse und der inneren Struktur ist zum Teil wohl vom Fixieren der Zellen abhängig und darf deshalb nur mit Vorsicht verwertet werden; aber es steht doch fest, daß gewisse Zellarten sich schwerer als andere fixieren lassen. Es gibt einige Kerne im Diencephalon, deren Zellen gar kein Pigment enthalten, aber im allgemeinen können die meisten Zellen des Diencephalon mehr oder weniger gelbes Pigment enthalten, obwohl die verschiedenen Typen große Unterschiede im relativen Gehalt und auch im Ton des Pigments aufweisen. Der gesamte Pigmentgehalt der Zellen des menschlichen Diencephalon ist großen Schwankungen ausgesetzt, aber der relative Pigmentgehalt der verschiedenen Zelltypen bleibt konstant. Bei der allgemeinen Durchsicht der Präparate habe ich verhältnismäßig schwache Vergrößerungen (etwa 50 bis 250fache) benutzt; hierbei lassen sich die wesentlichen Unterschiede von den unwesentlichen am sichersten trennen. Die allerfeinste Zellstruktur, wie den Zellnucleus, den Nucleolus, die Kernmembran und die Fibrillen habe ich nicht in Rücksicht gezogen, weil bezüglich der Fibrillen noch weitere generelle Studien notwendig sind, um über ihre Natur, ihren Verlauf und ihre Zusammensetzung sichere Aufschlüsse zu erhalten, und weil wir über die Struktur des Nervenzellkerns und des Kernkörperchens vermittlems unserer Methoden noch zu wenig Aufschluß erhalten.

Meine Beobachtungen stützen sich auf sechs Serien des erwachsenen menschlichen Diencephalon. Drei Serien waren durchaus vollständig. Die vierte war vollständig bis auf zwei Stellen, in welchen etwa 1 mm Substanz fehlte. Die fünfte war eine vollständige Serie des basalen Teiles des Diencephalon. Die sechste Serie umfaßte nur die Gegend der Corpora mammillaria und der mittleren Kommissur. Die Durchsicht einer größeren Anzahl von Serien ist durchaus notwendig, damit jeder Punkt klar herauskommen kann, soweit letzteres mit unseren gegenwärtigen anatomischen Methoden zu erzielen ist. Das möglichst frische Gewebe wurde in Alkohol

gehärtet, in Paraffin eingebettet, und die Schnitte mit einprozentiger wässriger Lösung von Toluidinblau (Grübler) gefärbt.

Die Resultate dieses Studiums sind die folgenden¹:

A. Metathalamus.

Im Corpus geniculatum laterale sind zwei Kerne zu unterscheiden, Nucl. magnocellularis corporis geniculati lateralis und Nucl. principalis corporis geniculati lateralis. Beide Kerne fangen kaudal gleichzeitig an, und in der kaudalsten Partie bilden sie einige parallel ventrodorsal laufende Schichten; die medialste Schicht gehört zum Nucl. magnocellularis (n. mg. c. g. l.). Weiter oral erscheint der Hilus, und medial vom Hilus liegt der zweite Schenkel des Nucl. magnocellularis. Beide Schenkel konvergieren nach oben und fließen zusammen. Damit hat der Kern die Gestalt eines umgekehrten V oder Y, und zwischen beiden Schenkeln liegt der Hilus (Fig. 1). Der zweite Kern, der Nucl. principalis (n. pr. c. g. l.), ist bedeutend größer. Er umfaßt den ersten Kern dorsal, lateral und teilweise auch medial und erstreckt sich weiter oral als der Nucl. magnocellularis (Fig. 1—3). Die oben beschriebene Lage der beiden Kerne ist vielfach ein wenig modifiziert; z. B. in Fig. 1 ist eine Schicht des Nucl. magnocellularis abgebildet, die ganz medial liegt. Aber im wesentlichen ist der Nucl. magnocellularis in der kaudalen ventromedialen Partie des Corpus geniculatum laterale gelagert. Beide Kerne bestehen aus deutlichen Schichten. Der Nucl. magnocellularis bildet 1—3 Schichten, und jede Schicht besitzt eine Breite von etwa 5 Zellen. Die Schichten des Nucl. principalis sind breiter und laufen nicht so gerade; im oralsten Teile dieses Kernes sind deutliche Schichten nicht zu erkennen (Fig. 2 und 3). Die Zellen des Nucl. magnocellularis (Fig. 14) sind ziemlich groß, etwas abgerundet polygonal und besitzen sehr deutliche, grobe Fortsätze; sie färben sich sehr dunkelblau und enthalten viel schmutziges, gelbes Pigment. Die Zellen des Nucl. principalis (Fig. 13) dagegen sind bedeutend kleiner (etwa die Hälfte so groß), mehr rund oder oval als polygonal, und die Aus-

¹ Um zu vollständig unbeeinflussten Resultaten zu gelangen, habe ich zunächst nur die Bilder aufgezeichnet, die sich bei alleiniger mehrmaliger Durchsicht meiner Schnittserien ergaben (vgl. hierzu die Figuren 1—29). Erst nachher habe ich die Literatur durchgesehen.

läufer sind undeutlich; sie liegen dicht gedrängt. Die Zellen der ventrolateralen Ecke des Nucl. principalis sind etwas kleiner als die übrigen Zellen des Kerns. Meiner Ansicht nach handelt es sich wohl um eine Druckveränderung. Ähnliche Veränderungen kommen im Corpus gen. lat. oft vor, wenn Zellen in den Marklamellen liegen.

Von Monakow (14) S. 92 ff. unterscheidet im Corpus gen. lat. drei Teile: a) Spornteil, b) Hauptteil oder Hilusteil, der in einen medialen und in einen lateralen Schenkel zerfällt, c) Gitteranteil (Traktusanteil). Der Hilusteil erstreckt sich soweit der Hilus vorhanden ist. Der Spornteil stellt eine kaudale Fortsetzung des lateralen Schenkels des Hilusteiles dar, und beide Teile zeigen dieselbe Anordnung von kleinen und großen Zellen. Der Gitteranteil nimmt das vordere Drittel des Corp. gen. lat. ein und unterscheidet sich von den beiden anderen Teilen, indem er nur kleine Zellen besitzt, die dicht gedrängt liegen; keine Schichten sind hier zu sehen, und die Zellen sind durch sagittale Bündel zerklüftet. Auf S. 705 hat von Monakow zwei Schichten »kleinster Elementen« (Sch. kl. El. und Sch. kl. El. v.) abgebildet. Diese Schichten kleinster Zellen sind nach der Figur von den kleinen Zellen (dors. gr. L.) ganz abgetrennt. Solche Schichten habe ich nie beobachtet. Innerhalb der Marklamellen sind die zerstreuten Zellen immer etwas kleiner, aber es läßt sich doch erkennen, daß es sich nur um abgetrennte Zellen handelt. (Solche Zellen sieht man in der Abbildung von Monakow.) Ventral vom Nucl. magnocellularis habe ich nur einzelne zerstreute Zellen gesehen, die sicher zu diesem Kern gehören. Sie sind kleiner als die Mehrzahl der Zellen des Nucl. magnocellularis, aber doch groß und sonst (durch ihren reichen Pigmentgehalt und durch ihre deutlichen, groben Ausläufer) nicht zu verkennen. Kölliker (10) S. 579 ff. war nicht imstande, etwas über die Art und Weise der Verbreitung der Zellen des Corp. gen. lat. beim Menschen mitzuteilen.

Im Corpus geniculatum mediale sind ebenfalls zwei Kerne, und zwar ein Nucl. ventralis (n. v. c. g. med.), der lateroventral seine Lage hat, und zweitens ein Nucl. dorsalis (n. d. c. g. med.), der dorsal und medial vom vorigen gelagert ist. Beide Kerne erstrecken sich bis zum kaudalen Pol des Corpus gen. med., aber der Nucl. dorsalis erstreckt sich weiter oral, und zwar bis zum Anfang des später zu erwähnenden großzelligen Kerns des Thalamus (Fig. 3). Beide Kerne sind gewöhnlich ziemlich gut zu trennen, aber an gewissen Stellen ist eine scharfe Grenze nicht vorhanden. Der Nucl. ventralis besitzt ziemlich große abgerundet polygonale Zellen, die dicht gedrängt liegen. Die Zellen färben sich schwächer als diejenigen des Nucl. magnocellularis des Corpus gen. lat., enthalten weniger Pigment und besitzen Ausläufer, die nicht so grob und deutlich sind (Fig. 15). Im Nucl. dorsalis liegen die Zellen sehr locker; sie sind polygonal mit schärferen Ecken und färben sich ziemlich schwach (Fig. 16). Sie schwanken sehr in der Größe, aber in der Regel sind sie entschieden kleiner als die Zellen des Nucl. ventralis.

Die beiden Corpora geniculata sind im großen und ganzen gut umschrieben, aber die laterale Fläche des Corp. gen. med. ist nicht immer so scharf umschrieben wie in Fig. 1; besonders oral ist sie unregelmäßig (Fig. 2). Von der medialen Fläche des Corp. gen. lat. sind Inseln vielfach abgespalten. Endlich kann es vorkommen, daß der ventrale Zipfel des Pulvinar durch mediolateral laufende Fasern abgetrennt und weit ventral zwischen die beiden Corpora geniculata gedrängt wird. In diesen abgedrängten Pulvinarteil mischen sich abgetrennte Zellen der beiden Corpora geniculata. Dieses gemischte Zellareal (Fig. 1) ist von einigen Autoren als ein besonderer Kern (hinterer Sehhügelkern) beschrieben. Für dieses Zellareal schlage ich den Namen *Area intergeniculata*¹ vor.

Beim Kaninchen hat von Gudden (7) und auch Münzer und Wiener (15) zwei Abteilungen des Corp. gen. med. beschrieben. Beim Maulwurf hat Ganser (6) keine Einteilung gemacht. Beim Menschen gibt von Monakow (14) S. 96 an, daß die Zellen des Corp. gen. med. einen ähnlichen Bau und eine ähnliche Anordnung wie etwa im Pulvinar haben, und daß die graue Substanz nur im vorderen Teil durch einstrahlende Bündel medial und vorn zerklüftet ist. Kölliker (10) S. 579 teilt mit, daß beim Menschen das Corpus gen. med. nicht in besondere Abteilungen zerfällt.

B. Epithalamus.

In der Glandula pinealis wurden keine Zellen beobachtet, die man für Nervenzellen halten kann.

Nach der allgemeinen Anschauung besteht das Ganglion habenulae aus zwei Gruppen von Zellen; ich selbst aber betrachte als Kern des Ganglion habenulae nur die Gruppe mittelgroßer Zellen, die lateral von der Taenia thalami liegt und die sich nach kaudal bis zur vorderen Grenze der vorderen Vierhügel hinzieht (vgl. hab.). Das Ganglion habenulae stellt in dieser kaudalen Gegend einen runden Körper dar, der dorsal und lateral vom Stiel der Zirbeldrüse gelagert ist (Fig. 5). Weiter oral (Fig. 7), wo die Taenia thalami schon ausgebildet ist, liegen die Zellen lateral von der Taenia und auch zwischen den Taeniafasern. Allmählich werden die Zellen durch die Taeniafasern ersetzt, und sie liegen immer mehr locker; einzelne Zellen sieht man weit oral. Die Zellen des Ganglion habenulae

¹ Es kann sich für einzelne Gegenden nützlich erweisen, bestimmte kleinere Partien, die nicht einem einzelnen Kern zugehören, sondern mehreren Kernen gemeinsam sind, herauszuheben. In solchen Fällen ist die Bezeichnung *Area* besser als *Nucleus*, weil letzterer Ausdruck nur für ein Zellareal von gleich gebauten Zellen gebraucht werden soll.

(Fig. 17) liegen locker, sind dreieckig oder polygonal und haben scharfe Ecken und deutliche Ausläufer. Die Zellen sind von Mittelgröße, färben sich ziemlich blaß und enthalten kein Pigment. Obwohl die äußere Form der Zellen den motorischen ähnlich ist, so macht ihre Struktur eine solche Annahme unmöglich, indem bei mittlerer Vergrößerung (100—250) die Zellen keine Schollen zeigen.

Ventral und medial vom Ganglion habenulae liegt eine Gruppe von sehr gedrängten runden oder stumpf polygonalen, äußerst kleinen Zellen (s. gr. 2 III). Weiter oral sind diese Zellen medial und ventral von der Taenia thalami gelagert und erstrecken sich in dieser Lage weit oral. Diese kleine Zellen bilden den sogenannten medialen Teil des Ganglion habenulae. Dagegen rechne ich sie zur grauen Bodenmasse (s. Abschnitt E).

Ganser (6) S. 677/78 hat beim Maulwurf wahrscheinlich beide Zellgruppen gesehen. Als Ganglion habenulae faßt er nur die mediale Gruppe auf, während er die Zellen, die zwischen den Taeniafasern liegen, ihrer Struktur wegen nicht zum Ganglion habenulae rechnet. Nißl (16) beschreibt beide Gruppen beim Kaninchen, eine laterale mit spärlichen großen Zellen und eine mediale mit äußerst dicht gedrängten Zellen. Da Fano (4) Fig. 8 und 9 und Bianchi (1) Fig. 6a und 6b haben beim Hunde bzw. beim Kaninchen beide Zelltypen abgebildet. Auch beim Kaninchen bildet Cajal (2) Fig. 596 und 598 beide Typen ab. Über das Ganglion habenulae des Menschen sagt Kölliker (10) S. 479, daß eine Zusammensetzung aus zwei deutlich getrennten Kernen nicht wahrzunehmen ist, aber doch auch beim Menschen größere Elemente mehr lateral und in der Tiefe zu liegen scheinen. Beim Menschen hat Forel (5) nur einen Zelltypus beschrieben.

C. Thalamus.

Im Metathalamus sind die Kerne mehr oder weniger scharf umschrieben, entsprechend ihrer verhältnismäßig hohen physiologischen Differenzierung. Im Thalamus und Hypothalamus jedoch hat die Differenzierung einen weniger hohen Grad erreicht; auch wo der Zelltypus eines Kerns wohl charakterisiert ist, gibt es gewöhnlich keine scharfe Grenze, und das Bild wird weiterhin kompliziert durch das Vorkommen von Übergangstypen. Diese Übergangstypen kommen in der Regel an der Grenze zweier Kerne vor; es kann hier unmöglich sein, zu bestimmen, welchem Kern solch eine Zelle angehört, während die von der Grenze mehr entfernten Zellen zweier aneinander stoßender Kerne leicht unterschieden werden können.

Es gibt einen Kern, dessen Zellen fast den ganzen Thalamus durchziehen. In gewissen Gebieten sind diese Zellen ganz allein vorhanden; diese Gebiete sind das Pulvinar, der dorsale Teil des Thalamus, und Teile

des sogenannten medialen Kerns. Die Zellen, die in den eben genannten Gebieten liegen, zusammen mit ähnlichen Zellen, die auch in anderen Teilen des Thalamus zu finden sind, fasse ich ihrer gemeinsamen Struktur wegen als einen gemeinsamen Kern zusammen und bezeichne ihn als *Nucl. communis thalami* (n. cs. th.) (Fig. 1—12). Aus topographischen Gründen teile ich den *Nucl. communis* in eine

a) *Pars lateralis*, die den ganzen lateralen Kern von Burdach einschließt (n. cs. th. lat.),

b) *Pars medialis*, die dem medialen Kern der Autoren entspricht (n. cs. th. med.),

c) *Pars dorsalis*, entsprechend dem dorsalen oder vorderen Kern der Autoren (n. cs. th. dors.).

Die Grenze des *Nucl. communis* zu beschreiben wäre überflüssig und würde nur Unklarheit verursachen. Man soll diesen Kern lieber als den Grundkern des Thalamus betrachten, in welchen die anderen Kerne eingebettet liegen. Durch die anderen Kerne des Thalamus sind die Zellen des *Nucl. communis* gemischt, und hier kommen oft Übergangstypen vor, was große Schwierigkeit im Unterscheiden der Kerne darbietet. Diese Mischung der Zellen und dieses Vorkommen von Übergangstypen ist nur der Ausdruck eines Entwicklungsprozesses, der nicht sehr weit fortgeschritten ist. Indessen besteht andererseits der Thalamus nicht aus einem Chaos von polymorphen Zellen, sondern er besteht aus Kernen, die durch ihre verschiedenen Zelltypen sicher zu unterscheiden sind; und diese Kerne bestehen nicht aus wenigen Zellen, die im *Nucl. communis* zerstreut sind, sondern sie stellen ziemlich große Zellgruppen dar, in welchen die Zellen des *Nucl. communis* entweder spärlich sind oder ganz fehlen. Wenn man diese Kerne gut studiert hat, sind sie ja mit bloßem Auge vielmals zu unterscheiden. Bei mittlerer Vergrößerung (100—200) sind die Zellen des *Nucl. communis* zum größten Teil abgerundet polygonal, und sie schwanken sehr in der Größe (Fig. 19). Die chromatophile Substanz der Zellen ist spärlich, aber sie färbt sich ziemlich dunkelblau. Die Zellen enthalten stets eine mäßige Menge gelben Pigments. Wenn im lateralen Teile des Kerns die Zellen in kleinen Gruppen weiter auseinander liegen und vielleicht auch eckiger als im medialen Teile aussehen, so wird dies durch eintretende Faserbündel erzeugt und hat keine weitere Bedeutung. Im vorderen Teile der *Pars lateralis* werden die Zellen allmählich größer,

mehr spitzig, färben sich dunkler und enthalten mehr Pigment (Fig. 19a). Es nähert sich hier der Zelltypus ein wenig dem Typus des Nucl. magnocellularis thalami (Fig. 20). Dadurch lassen sich hier die Zellen der Pars lateralis von denjenigen der Pars medialis und Pars dorsalis unterscheiden, indem beide letztere Teile Zellen enthalten, die vom gemeinsamen Typus des Nucl. communis nicht abweichen. Da die Veränderung des Zellcharakters nicht groß ist und sich sehr allmählich vollzieht, möchte ich keinen speziellen Kern in dieser Gegend abgrenzen und begnüge mich mit der Mitteilung der Tatsache.

Die äußere Gitterschicht rechne ich zum Nucl. communis. Sie besteht aus Inseln von Zellen, die vom Nucl. communis durch Fasern abgetrennt sind. Für diese Entstehungsart der Gitterschicht sprechen die folgenden Tatsachen:

1. Die Gitterschicht besteht nur aus wenigen Inseln von Zellen, und genau solche Inseln kommen im lateralen Teil des Nucl. communis vor.
2. Sie ist durch die Lamina med. externa nicht scharf abgetrennt, sondern in der Lamina med. liegen gewöhnlich auch solche Zellen; deshalb ist die Gitterschicht immer am deutlichsten mit bloßem Auge zu sehen.
3. Sie kann an einzelnen Stellen ganz fehlen.
4. Die Zellen sind durch ihre Struktur von den Zellen des Nucl. communis nicht zu unterscheiden. Ich gebe freilich zu, daß, wenn Zellen in dichten Fasermassen liegen, ein Urteil über ihre Struktur nicht sehr zuverlässig ist. Aber es steht doch fest, daß die Gitterschicht sich als ein besonderer Kern anatomisch nicht abgrenzen läßt. Ich muß erwähnen, daß hier und da im dorsalen Teile der Gitterschicht kleine Gruppen von Zellen vorkommen, die eine ähnliche Struktur wie die Zellen des Nucl. reuniens (s. weiter unten) zeigen. In gewissen Gebieten erstreckt sich der Nucl. reuniens bis zum dorsolateralen Rande des Thalamus (Fig. 8), und es ist möglich, daß diese kleinen Inseln zum Nucl. reuniens gehören. In den ventralen Teil der Gitterschicht sind einzelne Zellen der Substantia reticularis des Hypothalamus mechanisch hineingetragen. Im kaudalen Teil der Gitterschicht kommen einzelne Zellen vor, die sich latero-ventralwärts fast bis zum Unterhorn erstrecken.

Wegen der weiten Verbreitung des Nucl. communis durch den Thalamus, und wegen des Vorkommens von Übergangszellen zwischen diesem Kern und fast allen anderen Kernen des Thalamus, ist es wahrschein-

lich, daß der Nucl. communis ein großes Zentrum darstellt, in welchem sensible bzw. sensorische Impulse umgeschaltet werden. Daß verschiedene Teile des Kerns verschiedene Verbindungen besitzen, ist für eine solche Funktion unbedingt notwendig und kann gegen die einheitliche primäre Funktion des Kerns keinen Einwand darbieten.

Der Nucl. magnocellularis thalami (n. mg. th.) liegt in der ventralen und ventrolateralen Gegend des Thalamus. Er beginnt am vorderen Ende der Corpora geniculata dorsal vom Nucl. ventralis des Corp. gen. med. (Fig. 3) und erstreckt sich oral bis zum Niveau der mittleren Commissur. Er schaltet sich ein in den ventrolateralen, hinteren Abschnitt des Nucl. communis. Er hat im wesentlichen die Form eines Magens, dessen Pylorus nach medioventral, dessen Fundus nach dorsal, dessen kleine Krümmung an das sogenannte Centre médian, dessen große Krümmung an die ventrolaterale Grenze des Thalamus anstößt. Der Nucl. magnocellularis thalami kann aus topographischen Gründen in eine Pars arcuata geteilt werden, die die ventromediale Spitze bildet, und in eine Pars principalis, die lateral und dorsal liegt. Aus den Figuren 3—10 ist die Lage des Nucl. magnocellularis zu sehen und deshalb werden nur einzelne Punkte über seine Grenzen erwähnt. In Fig. 3 ist er lateral, dorsal und medial vom Nucl. communis begrenzt. In Fig. 4 bildet sein lateraler Rand zum größten Teil die laterale Grenze des Thalamus. In Fig. 5 und 6 ist die Pars arcuata zu sehen, und zwischen ihr und dem Nucl. parvocellularis bleibt ein Zipfel des Nucl. communis; in Fig. 7 ist dieser Zipfel verschwunden. In Fig. 8 ist der Nucl. magnocellularis medial vom Nucl. reuniens begrenzt und lateral von einem Zipfel des Nucl. communis. In Fig. 9 und 10 sieht man den Rest des Kerns in den Nucl. communis eingebettet; die Zellen stellen hier Übergangstypen (zum Nucl. communis) dar, und eine scharfe vordere Grenze des Nucl. magnocellularis ist nicht zu erkennen.

Die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami sind die größten des Thalamus (Fig. 20); sie sind polygonal, und derjenige Teil der Zelle, der nicht mit sattgelbem Pigment gefüllt ist, färbt sich (mit Ausnahme des Zellkerns) homogenblau. Das Pigment stellt eine solide Masse dar, die einen großen Teil der Zelle ausfüllt. Die Zellen liegen ziemlich locker, besonders im ventrolateralen Teile, wo sie kleine Inseln bilden. In diesem ventrolateralen Teile ist der Kern am reinsten; hier kommen die größten Zellen vor und hier ist der Kern fast frei von Zellen des Nucl. communis. In

der Pars arcuata, der ventromedialen Spitze, sind viele Zellen des Nucl. communis und viele Übergangszellen vorhanden; die Zellen liegen dicht zusammen und sind im allgemeinen kleiner. Die Spitze der Pars arcuata hat Beziehungen zum Nucl. communis, Nucl. parvocellularis, Nucl. reuniens und der Substantia reticularis des Hypothalamus (Fig. 5—7), und eine scharfe Grenze ist nicht vorhanden, was auch von Monakow (13) aufgefallen ist; aber es handelt sich nur um wenige Zellen, und im ganzen ist der Nucl. magnocellularis gut umschrieben, und wenn man den Kern gut studiert hat, ist er an Präparaten mit bloßem Auge zu unterscheiden. In einer Serie eines ungefähr acht Monate alten menschlichen Embryo, mit Pal-Weigert gefärbt, in welcher markhaltige Fasern nur mit dem Mikroskop zu sehen sind, war der Nucl. magnocellularis mit bloßem Auge deutlich zu unterscheiden. Vom Nucl. reuniens ist der Nucl. magnocellularis scharf getrennt (Fig. 8) und durch eine Kapsel vom Nucl. parvocellularis (Fig. 6 und 7). Es ist schon erwähnt, daß oral die Zellen des Nucl. magnocellularis den Zellen des Nucl. communis immer ähnlicher werden und endlich nicht zu unterscheiden sind. Das Aufstellen der Pars arcuata als eines besonderen Kernes ist meiner Ansicht nach nicht berechtigt; wenn der Zellecharakter des Nucl. magnocellularis auch im ventromedialen Teil nicht ganz so ausgesprochen ist wie im lateralen Teil, so ist er in der Pars arcuata doch gut zu erkennen und zeigt den allgemeinen Typus des Nucl. magnocellularis.

Der Nucl. magnocellularis thalami entspricht im großen und ganzen der ventralen Kerngruppe von Monakow (13 und 14), nur hat von Monakow als die ventrale Kerngruppe die ventrale Hälfte des lateralen Kerns von Burdach bezeichnet. Die dorsale Grenze dieser Kerngruppe zieht er selbst, wie er freilich zugibt, durch eine imaginäre Linie. Es ist von Monakow (wie mir auch) nicht gelungen, seinen vorderen ventralen Kern vom übrigen Teile des lateralen Kerns histologisch zu unterscheiden. Da Fano (4) hat beim Hunde den ventralen Kern beschrieben und hat einige typische Zellen abgebildet (obwohl beim Hunde die Zellen wahrscheinlich sehr wenig Pigment enthalten). Da Fano meint, daß man höchstens zwei Gruppen unterscheiden kann, eine kleine ventral b, die medial liegt, und eine größere Gruppe, die den Kernen ventral a und c entspricht. Von Monakow hat beim Hunde und Menschen eine Gruppe von Zellen beschrieben, die er als medialis c (magnocellularis) bezeichnet; diese Gruppe soll dorsal und lateral vom vorderen Teil des Centre médian liegen. Es handelt sich wahrscheinlich um Zelleninseln des Nucl. reuniens. Daß ein besonderer Kern in dieser Gegend beim Menschen vorhanden ist, ist meiner Ansicht nach ganz unrichtig. Deshalb wäre der Name med. c (magnocellularis) fallen zu lassen.

Das sogenannte Centre médian besteht aus zwei Arten von Zellen, die voneinander leicht zu unterscheiden sind (Fig. 5—7). Diese Zellen gehören einmal dem Nucl. parvocellularis thalami (n. pv. th.) und

zweitens dem Nucl. reuniens thalami (n. r. th.) an. Die Zellen des Nucl. parvocellularis sind rund oder oval und sind sehr klein, besonders wenn man den großen Pigmentgehalt in Rücksicht zieht (Fig. 22). Zu sehen ist nur ein schwach gefärbter Kern und eine große Masse gelben Pigments. Wenn die Färbung nicht sehr gut gelungen ist, muß man suchen, um diese Zellen überhaupt zu sehen, obwohl die Zellen in großer Zahl vorhanden sind. Also die Zellen sind ebenso charakteristisch wie die großen polygonalen des Nucl. magnocellularis. Dieser Nucl. parvocellularis ist fast frei von Zellen des Nucl. communis, und lateral ist er durch eine Kapsel abgegrenzt; aber im kaudalsten Abschnitt des Kerns strömen seine Zellen über diese Kapseln in den Nucl. communis und den Nucl. magnocellularis hinein (Fig. 5). Unter diesen Zellen, die lateral von der Kapsel liegen, kommen Übergangszellen vor, bei denen es schwer zu entscheiden ist, ob sie zum Nucl. parvocellularis oder zum Nucl. communis gehören. Dagegen ist der Zellcharakter in der Hauptmasse des Kerns gut differenziert, und der Kern frei von Zellen des Nucl. communis. Der Nucl. parvocellularis bildet den Grundteil des Centre médian und wird am medialen Teil von Zellen des Nucl. reuniens überflutet (Fig. 5—7). Das, was die Autoren als Centre médian beschreiben und abbilden, besteht also aus dem Nucl. parvocellularis und einem kleinen Teil des Nucl. reuniens.

Obwohl im allgemeinen Messungen an Präparaten, die in Alkohol gehärtet wurden, nicht vorteilhaft sind, muß ich hier doch versuchen, die genaue Grenze des Nucl. parvocellularis anzugeben. Der Kern fängt ungefähr 0.7 mm rückwärts von der vorderen Grenze der Commissura posterior an. Er bildet hier eine kleine Zellgruppe, die im Niveau des Daches des Aquaeductus sylvii ungefähr 8 mm von der Medianlinie gelagert ist. Der Kern dehnt sich nach oral zu ungefähr 4 mm aus und hört in einem Niveau auf, das kurz hinter dem in Fig. 8 wiedergegebenen Querschnitt liegt. Die am oralsten gelegenen Zellen liegen innerhalb der inneren Gitterschicht (Fig. 7). Sein größter Durchmesser liegt in ventrodorsaler Richtung und beträgt 6.5 mm. Die Literatur über diesen Kern wird erst nach der Beschreibung des Nucl. reuniens erwähnt werden.

Der Nucl. reuniens thalami (n. r. th.) beginnt ungefähr im Niveau des mittleren Abschnittes des Corpus geniculatum mediale, und seine kaudalsten Zellen sind mit Zellen des Nucl. dorsalis des Corp. gen. med. gemischt (Fig. 2); wenn in dieser Gegend Übergangszellen vorkommen und eine

scharfe Trennung unmöglich ist, so ist es doch zu betonen, daß es sich um keine Fortsetzung des Corpus geniculatum mediale, sondern um einen speziellen Kern handelt, und nur an der Grenze ist eine Verwechslung dieser Kerne möglich. Die Lage des Nucl. reuniens an der medialen Grenze des Thalamus ist in Fig. 3—5 zu sehen; er bildet hier eine dunkle Masse, die mit bloßem Auge zu sehen ist. Im Niveau des Ganglion habenulae nimmt der basale Stammteil des Kerns erheblich zu, und dorsal teilt sich der Kern in zwei Schenkel (Fig. 5). Der eine Schenkel liegt in der Lamina medullaris interna und bleibt in dieser Lage, bis der sogenannte mediale Kern verschwindet; in seinem kaudalen Teile liegt dieser Schenkel zwischen der Pars medialis und der Pars lateralis des Nucl. communis, während er in seinem vorderen Teile zwischen der Pars dorsalis und Pars lateralis dieses Kerns liegt. Dieser Schenkel erstreckt sich auch am dorsalen Rand des Thalamus nach innen zu (Fig. 7—9), und kleine Inseln sind auch im dorsolateralen Teile des Thalamus gelagert. Der zweite Schenkel liegt zwischen der Pars medialis des Nucl. communis und dem später zu erwähnenden Nucl. paramedianus thalami und kann an einzelnen Stellen vorübergehend fehlen. Die Zellen des Nucl. reuniens ziehen durch die Commissura media in einer geschlossenen Masse. Daß der Kern sich ventrolateral in den Nucl. parvocellularis ergießt, wurde schon erwähnt; deshalb ist zwischen den beiden Kernen eine scharfe Grenze nie vorhanden, trotzdem kommen Übergangszellen nicht vor, und die Zellen beider Kerne sind immer zu unterscheiden.

Die Zellen des Nucl. reuniens sind in der Regel entschieden größer als die Mehrzahl derjenigen des Nucl. communis, aber sie schwanken sehr in der Größe (Fig. 21). Die Zellen sind zum größten Teil fusiform, färben sich intensiv blau und enthalten gar kein oder sehr wenig Pigment. Es kommen Übergangszellen zwischen diesen Zellen und denen des Nucl. communis vor, und an einzelnen Stellen sind die beiden Kerne schwer zu trennen. Die bemerkenswerteste Eigentümlichkeit der Zellen des Nucl. reuniens ist die Neigung zur Bildung kompakter Säulen und Inseln von Zellen, die das benachbarte Gewebe durchdringen. Die Zellen ähneln auffallend denen des Edinger-Westphalschen Kerns; daher neige ich zur Annahme, daß der Nucl. reuniens sympathisch ist, obwohl ich dies keineswegs als sicher hinstellen möchte. Daß der Nucl. reuniens einen absolut einheitlichen Kern darstellt, ist unwahrscheinlich, weil der Zellecharakter sich an Stellen

nicht unerheblich ändern kann. Z. B. können die Zellen sich schwächer färben, oder sie bilden kleine Inseln von dreieckigen Zellen. Dagegen ist man berechtigt, alle diese Zellen vorläufig als einen besondern Kern aufzufassen, weil die Zellen sich doch von den andern Zellen des Thalamus durch ihre Struktur unterscheiden lassen.

Von Monakow (13) hat beim Menschen als med. b das Centre médian und Zellen der inneren Gitterschicht zusammengefaßt; daß die Zellen, die in der inneren Gitterschicht liegen, durch die Commissura media ziehen, hat er nicht erwähnt. Bei der Katze hat er eine kleine Gruppe von kleinen Zellen abgebildet (Fig. 5, y). Da Fano (4) hat beim Hunde diese Gruppe beschrieben, die, wie er sagt, unbedeutend ist, und in Fig. 21 hat er 2 Zellen abgebildet. Diese Gruppe y ist sicher mit dem Nucl. parvocellularis beim Menschen homolog. Da Fano bildet eine Gruppe von Zellen in der inneren Gitterschicht ab, die durch die Commissura media verläuft (Zellenstraße), und die wohl als dem Nucl. reuniens homolog zu betrachten ist. Nach Da Fano ist die Gruppe med. b beim Hunde von der Zellenstraße schwer abzutrennen. Sachs (18) hat als Nucl. reuniens graue Substanz beschrieben, die in der Commissura media liegt; diese Substanz hat er beim Menschen und bei fast allen Säugern gesehen. Der Name Nucl. reuniens stammt von Edinger, der jene Zellgruppe so bezeichnet hat, die bei niederen Tieren in der mittleren Kommissur liegt.

Dicht am Rande des dritten Ventrikels oberhalb der mittleren Kommissur liegt eine schmale, senkrecht gelagerte Zellsäule. Die Zellsäulen beider Seiten bilden ein Hufeisen, indem sie sich durch die Commissura media vereinigen. Diesen Kern nenne ich Nucl. paramedianus thalami (n. pmd. th.). Kaudal erstreckt sich der Kern fast bis zum hinteren Ende des dritten Ventrikels, wo sich seine kaudalsten Zellen um die Fissura hypothalamica anhäufen. In dieser Gegend liegen dorsal vom Nucl. paramedianus die dicht gedrängten Zellen der grauen Bodenmasse (s. Abschnitt E), und weiter oral ist der Kern nach dorsal zu von der Taenia Thalami begrenzt. Wie oben erwähnt, liegt die mediale Fläche des Kerns am dritten Ventrikel. Die laterale Fläche ist durch den Nucl. reuniens oder den Nucl. communis begrenzt. Die Zellen des Nucl. paramedianus und die Zellen des Nucl. reuniens greifen mehrfach ineinander, und es kommen Übergangszellen vor. Die Zellen des Nucl. paramedianus erstrecken sich ebenso weit oral wie die Zellen des Nucl. reuniens. In der mittleren Kommissur liegen die Zellen des Nucl. paramedianus zum größten Teil peripheral. Einzelne Zellen sind auch ventral von der mittleren Kommissur gelagert. Die Zellen des Nucl. paramedianus gehören mit zu den kleinsten des Thalamus (Fig. 23); sie sind fusiform, färben sich stark blau und liegen sehr dicht gedrängt. Oft liegen die Zellen in Inseln am Rande des

Ventrikels. Also die Zellen des Nucl. paramedianus unterscheiden sich von denjenigen des Nucl. reuniens, indem sie viel kleiner sind; sonst sind die Zellen beider Kerne sehr ähnlich. Die Vermutung, daß der Nucl. paramedianus sympathisch ist, liegt seiner Zellstruktur wegen nahe. Ob der Nucl. paramedianus identisch dem Kern der Mittellinie von Nißl ist, muß ich dahingestellt sein lassen.

D. Hypothalamus.

Das Corpus subthalamicum (c. sth.) besteht aus Zellen, die nach ihrer Struktur von denen des Nucl. communis thalami nicht sicher zu unterscheiden sind. Die Zellen sind regelmäßig locker gelagert und zeigen in allen Gegenden denselben Charakter. Der ventromediale Pol ist nicht immer von der Substantia reticularis des Hypothalamus scharf abgegrenzt, aber im allgemeinen ist das Corpus subthalamicum viel schärfer als irgendein anderer Kern des Hypothalamus abgegrenzt.

Das Corpus subthalamicum ist von Forel (5) S. 116 ff. beim Menschen ausführlich beschrieben.

Im Corpus mammillare sind drei Zellgruppen zu unterscheiden. Die erste Gruppe stellt das mediale Ganglion dar; die zweite bildet das laterale Ganglion (letzteres erstreckt sich auch in das Infundibulum); die dritte Gruppe liegt teilweise zwischen den beiden letzten und teilweise am lateralen Rande des Körpers.

Das Ganglion mediale (ggl. med. c. mam.) bildet bekanntlich den Hauptteil des Corpus mammillare, und im kaudalsten Teil ist es allein vorhanden. Vom lateralen Ganglion ist das mediale scharf abgegrenzt; oral und dorsal sind die Zellen mit denen der grauen Bodenmasse gemischt. Die Zellen des medialen Ganglion sind regelmäßig gelagert, sie sind ungefähr so groß wie die Zellen des Nucl. communis thalami, und sind zum größten Teil polygonal, aber auch fusiform; sie färben sich in der Regel schwach, und enthalten eine spärliche Menge von diffusem, blaßgelbem Pigment (Fig. 24). Wenn an einigen Stellen die Zellen sich dunkler färben und schärfere Umrisse besitzen, so sind diese Verschiedenheiten zu klein, und die Stellen, in welchen sie sich zeigen, nicht gut genug umschrieben, daß man von besonderen Kernen sprechen darf. Endlich kommt es in einigen Serien vor, daß der laterale Teil des medialen Ganglions

durch eine Fasermasse abgetrennt ist; aber kein Unterschied im Zellbild ist zu beobachten. Solche inkonstanten Inseln sind nicht mit dem Nucl. intercalatus corporis mammillaris (s. weiter unten) zu verwechseln.

Wie oben gesagt, erstreckt sich das laterale Ganglion des Corpus mammillare (n. mam. infd.) kaudal nicht so weit wie das mediale Ganglion. Es bildet einen schmalen Saum, der das mediale Ganglion lateral und ventral sichelförmig umfaßt (Fig. 7 links). Weiter oral zieht sich der mittlere Teil dieses Bogens nach lateral (Fig. 7 rechts und Fig. 8); dadurch besteht das laterale Ganglion aus zwei schrägen Schenkeln, die lateral einen Winkel bilden, und zusammenfließen. Dieser Winkel liegt am weitesten vom medialen Ganglion entfernt, während die freien medialen Zipfel der beiden Schenkel das mediale Ganglion umfassen. In diesem Winkel des lateralen Ganglions, im Raum zwischen dem lateralen und medialen Ganglion liegt die dritte Gruppe des Corpus mammillare (s. weiter unten). Während das laterale Ganglion nach medial, nach lateral und auch nach kaudal gut umschrieben ist, erstrecken sich seine oralen Zellen in dorsaler Richtung weit in das Gebiet des Infundibulum hinein (Fig. 8—10). Sie begleiten einmal die Fornixsäule und den Fasciculus thalamo-mammillaris, liegen aber zerstreut in der Infundibulargegend dorsal bis zur Commissura media. Das laterale Ganglion des Corpus mammillare zusammen mit seiner Fortsetzung in das Infundibulum bezeichne ich als Nucl. mammillo-infundibularis (n. mam. infd.). Die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis sind recht groß, aber etwas kleiner als die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami; sie haben immer einen sehr unscharfen Umriß, und die innere Struktur ist oft sehr verwaschen (Fig. 25). Mit nicht zu starker Vergrößerung (etwa 100—200) sehen die Zellen in der Regel rund oder oval aus. In der ventralen Hälfte des Kerns liegen die Zellen zwischen dichten Faserbündeln und deshalb sind sie gewöhnlich fusiform statt rund. Auch in diesem Teil färben die Zellen sich schwach und zeigen einen sehr unscharfen Umriß, im dorsalen Teile dagegen färben sie sich besser, und der Umriß ist nicht so unscharf. In den Zellen des Kerns ist Pigment selten vorhanden, und dann nur in sehr geringen Mengen. Wahrscheinlich zeigen die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis dieses verwaschene Bild, indem sie sich nur mangelhaft fixieren lassen. Aber sie zeigen immer dieses Bild, obwohl die benachbarten Zellen sich gut färben, und deshalb bin ich überzeugt, daß diese Zellen einen besonderen Typus bilden.

Im Niveau des vorderen Teiles der *Commissura media* und des *Chiasma* verschwinden die großen Zellen im lateralen Teil des *Infundibulum*. Dafür erscheint nun eine ganz auffallende Zellsäule (*n. pv. hyp.*), die in ventrodorsaler Richtung parallel dem Rande des dritten Ventrikels verläuft (Fig. 11). Diese Zellsäule liegt dicht an der medialen Seite der *Fornixsäule*. Ihr dorsaler Pol reicht nur bis kurz dorsal vom Bündel der *Fornix*, während der ventrale Pol fast bis zur *Hirnbasis* reicht. Nach oral zieht sich diese Säule ungefähr 2.5 mm hin, aber einzelne Zellen sind bis in die Gegend des hinteren Teiles der *Commissura anterior* zu verfolgen. Die Zellen dieser Säule sind denen des *Nucl. mammillo-infundibularis* sehr ähnlich, sie liegen aber dicht gedrängt, haben schärfere Umrisse, und färben sich besser. Die Farbe ist mehr violettblau (Fig. 28). Weil diese dicht gedrängten Zellen eine ganz auffallende, gut abgegrenzte Gruppe bilden, und weil sie sicher nicht rein mechanisch abgegrenzt sind, halte ich diese Zellgruppe für einen besonderen Kern. Diesen Kern bezeichne ich als *Nucl. paraventricularis hypothalami (n. pv. hyp.)*.

Im *Telencephalon* liegt eine zweite, ganz ähnliche Zellsäule mit ähnlichen Zellen (*g. o. b.*); diese zweite Säule liegt in der *Substantia perforata anterior* und zieht am laterodorsalen Rande des *Tractus opticus* entlang (Fig. 10). Der mediale Pol dieser Zellsäule reicht fast bis zum ventralen Pol der oben beschriebenen senkrechten Säule, und weil das Zellbild der beiden Kerne, obwohl charakteristisch, doch nicht zu unterscheiden ist, vermute ich, daß die Trennung eine rein mechanische ist. Die Säule der *Substantia perforata anterior* nennt *Kölliker Ganglion opticum basale (g. o. b.)*, und davon unterscheidet er ganz richtig drei *Nuclei tuberis (n. tb.)*. Weil die *Nuclei tuberis* ganz im *Telencephalon* liegen, will ich sie nicht weiter beschreiben, aber ich möchte erwähnen, daß sie sich sowohl durch eine ganz andere Zellstruktur als durch ihre scharfe Umgrenzung vom sogenannten *Ganglion opticum basale* leicht unterscheiden lassen (Fig. 9 und 29). Siehe auch weiter unten.

Die dritte Zellgruppe des *Corpus mammillare (n. i. c. mam.)* liegt im Winkel der beiden Schenkel des lateralen Ganglions zwischen diesem und dem medialen Ganglion (Fig. 7 und 8). Deshalb bezeichne ich sie als *Nucl. intercalatus corporis mammillaris (n. i. c. mam.)*. Dieser Kern fängt ein wenig weiter kaudal als die *Fornixsäule* an und erstreckt sich etwa 0.7 mm oral; in seinem oralen Teil liegen seine Zellen dem lateralen Rande

der Fornixsäule dicht an. Im Querschnitt ist er oval, und die Längsachse läuft in dorsoventraler Richtung. Aber er kann auch rund sein. Der größte Durchmesser beträgt ungefähr 0.7 mm. Im kaudalsten Teile sind nur der dorsale und ventrale Pol vom lateralen Ganglion umfaßt, während der Rest an der lateralen Fläche entweder ganz frei liegt oder nur von einigen Zellen des lateralen Ganglions begrenzt wird; d. h. kurz kaudal vom Niveau der Fig. 7 liegt der Kern weiter ventral und lateral. Der Nucl. intercalatus ist scharf umgrenzt. Die Zellen des Nucl. intercalatus heben sich schon bei oberflächlicher Betrachtung durch ihre dunklere Färbung von denen des lateralen Ganglions ab. Mit den Zellen des medialen Ganglions sind sie nicht zu verwechseln. Die Zellen sind etwas kleiner als diejenigen des lateralen Ganglions; sie sind in der Regel polygonal und haben schärferen Umriß (Fig. 26). Die innere Struktur ist nicht verwaschen, sondern die chromatophile Substanz ist in deutlichen Schollen geordnet. Die Schollen heben sich schon bei schwächerer Vergrößerung (etwa 100) vom ungefärbten Hintergrunde ab. In einzelnen Zellen sind die Schollen so groß wie diejenigen der Zellen des Trochleariskerns, aber die Schollen sind immer spärlicher. In der Fig. 26 sind die Schollen nicht sehr gut abgebildet. Man soll sich vorstellen, daß bei genauem Einstellen des Mikroskops die Schollen einen scharfen Umriß zeigen. Dasselbe gilt auch für die Schollen einzelner Zellen der Substantia reticularis des Hypothalamus (Fig. 27). In den anderen Zellen des Diencephalon kommen bestimmte Schollen nicht vor, sondern gelegentlich nur formlose Anhäufungen von chromatophiler Substanz. Um die Struktur dieser Zellen gut darzustellen, ist eine gute elektive Färbung nötig. Die Zellen des Nucleus intercalatus corporis mammillaris enthalten nie Pigment. Die Struktur dieser Zellen steht den motorischen sicher recht nahe; sie zeigen nicht das Aussehen peripherisch-motorischer Zellen, sondern gleichen mehr denjenigen Zellen, welche man für Übergangszellen vom sensiblen zum motorischen Typus ansprechen kann. Sicher ist es, daß solche Zellen einen gut charakterisierten Typus bilden, und daß sie nur in bestimmten Stellen zu finden sind; im Diencephalon kommen solche Zellen nur im Hypothalamus vor, und bei wiederholter Durchsicht tausender von Präparaten wurde keine einzige solche Zelle im Thalamus, Epi- oder Metathalamus gesehen. Daß die motorischen Zellen sich von den sensiblen durch ihre innere Struktur leicht unterscheiden lassen, ist durch die Untersuchungen Jacobsohns (9) fest-

gestellt. Nach diesem Autor zeigen die Zellen der übergeordneten motorischen Neurone eine ähnliche Struktur, nur sind die Nißlschen Schollen nicht so groß. Weiter konnte Jacobsohn einen allmählichen Übergang von den sensiblen zu den motorischen Zellen erkennen, der sich durch eine charakteristische Strukturveränderung ausdrückt. Er sagt: »Allgemein läßt sich aus der Struktur des Zellprotoplasmas das Grundgesetz ableiten, daß, je mehr sich der Nervenstrom von der sensiblen Anfangsstation des Zentralnervensystems der motorischen Endstation desselben nähert, um so mehr sich die Struktur des Protoplasmas der zu passierenden Nervenzellen aus einer feinkörnigen in eine grobschollige verwandelt.« Daß dieses Gesetz für das Diencephalon gilt, folgt aus den Ergebnissen meiner Untersuchung. Die Tatsache, daß im Thalamus, Epi- und Metathalamus keine einzige grobschollige Zelle gesehen wurde, halte ich für sehr bedeutungsvoll, da gerade diese Abschnitte des Zwischenhirns bekanntlich sensible bzw. sensorische Zentren darstellen.

Im Corpus mammillare hat von Gudden zuerst beim Kaninchen, beim Hunde, bei der Katze, beim Affen und beim Menschen ein mediales und ein laterales Ganglion beschrieben (7, S. 175). Nach diesem Autor enthält das mediale Ganglion kleinere Zellen als das laterale. In einer späteren Mitteilung (7, S. 191) gibt er an, daß das mediale Ganglion bei Tieren aus zwei Abschnitten besteht, und zwar aus einem dorsalen vorderen und aus einem ventralen hinteren; im ventralen hinteren Abschnitt seien die Zellen kleiner und zahlreicher als im dorsalen vorderen Abschnitt. Kölliker (10, S. 491 ff.), beschreibt auch ein mediales Ganglion, das sich bei Tieren in zwei Abschnitte teilen läßt, und weiter ein laterales Ganglion; nach diesem Autor läßt sich das mediale Ganglion beim Menschen nicht teilen. Weiter erwähnt Kölliker beim Menschen einen Nucl. accessorius, der in Fig. 622, S. 492 abgebildet ist. Die Zellen des Nucl. accessorius seien kleiner als diejenigen der beiden anderen Ganglien des Corpus mammillare. Ob dieser Nucl. accessorius dem von mir oben beschriebenen Nucl. intercalatus corporis mammillaris entspricht, ist zweifelhaft, da der Nucl. intercalatus Zellen besitzt, die größer als diejenigen des medialen Ganglions sind. Weil Kölliker keine genaue Beschreibung der Zellen angegeben hat, ist eine Entscheidung dieses Punktes unmöglich. Cajal (2, S. 731 ff.) beschreibt ein laterales und ein mediales Ganglion; weiter erwähnt er unter dem Namen Foco limitante eine Zone, die anterodorsal vom medialen Ganglion gelagert ist. Leider ist es aus seiner Beschreibung der Corpora mammillaria nicht zu erschließen, ob letzterer nur für Tiere oder auch für Menschen gilt. Der komplizierte Bau der Corpora mammillaria, der nach Haller (8, S. 434 ff.) bei der Maus vorkommt, entspricht dem des Menschen nur soweit, daß ein mediales und ein laterales Ganglion zu unterscheiden sind; deshalb werden die Ergebnisse Hallers hier nicht erwähnt. Meynert (12, S. 731) beschreibt als basales Optikusganglion eine Gruppe großer Spindelzellen, die sich oberhalb vom Traktus befindet, und welche sich etwa 1 cm vom Chiasma kaudal bis zur kaudalen Grenze des Tubers erstreckt. von Lenhossék (11, S. 450) beschreibt einen Nucl. supraopticus, der nach diesem Autor dem basalen Optikusganglion Meynerts entsprechen soll, weiter einen Nucl.

anterior und einen Nucl. posterolateralis tuberis. Alle drei Kerne enthalten nach von Lenhossék kleine spindelförmige oder polygonale Zellen sowohl wie Gliazellen. Kölliker (10, S. 597 ff.) hat ganz richtig drei Nuclei tuberis vom basalen Optikusganglion unterschieden und gibt eine vortreffliche Beschreibung dieser Kerne. Beim Kaninchen hat Cajal (2, Fig. 640) eine Zellgruppe abgebildet und beschrieben (S. 756), die er als Ganglio perikiasmatico oder tangential bezeichnet. Dieser Kern entspricht wohl sicher dem basalen Optikusganglion des Menschen. Siehe auch Retzius (17, S. 67 ff.).

Das basale Optikusganglion und die Nuclei tuberis liegen ausschließlich im Telencephalon; ich habe sie noch mit berücksichtigt, weil sie an der Grenze zwischen Diencephalon und Telencephalon liegen.

Als Nucleo subventricular hat Cajal (2, S. 731) beim Kaninchen eine Zellsäule beschrieben, die aus großen oder piriformen Zellen besteht, die einen reichlichen chromatophilen Inhalt besitzen. Diese Zellsäule liegt unmittelbar lateral vom Epithel des dritten Ventrikels (Fig. 604). Dieser Kern entspricht ohne Zweifel dem Kern, den ich beim Menschen oben als Nucl. paraventricularis hypothalami beschrieben habe. Daß der Nucl. magnocellularis strati grisei, den Etinger (3, S. 114) bei den Vögeln und Fischen beschrieben hat, dem Nucl. paraventricularis des Menschen entspricht, ist nicht sicher, aber doch wahrscheinlich.

Zwischen den Zellen des vorderen Teiles der Substantia nigra (Nucl. pigmentosus subthalamo-peduncularis nach Jacobsohn) am ventralen Rande derselben liegen kleine, spitzig dreieckige Zellen, die sich weit in den Pes pedunculi cerebri erstrecken; sie lassen sich weiter oral als die eigentliche Substantia nigra verfolgen. Die Zellen sind viel kleiner als die charakteristischen Zellen der Substantia nigra und enthalten zumeist gar kein Pigment. Die Mehrzahl dieser Zellen enthalten kleine, aber deutliche Schollen, und deshalb halte ich sie für Schaltzellen. Daß die Substantia nigra einen motorischen Kern darstellt, ist nach Degenerationsversuchen und experimentellen Versuchen wahrscheinlich gemacht und von Jacobsohn (9) erst unlängst auf Grund der Zellstruktur behauptet worden. Nach eigener Untersuchung bin ich derselben Anschauung. Daß die oben beschriebenen Zellen einen unabhängigen Kern bilden, ist unwahrscheinlich. Es ist möglich, daß es sich um Zellen der Substantia nigra handelt, die in ihrer Entwicklung stehengeblieben sind.

Als Substantia reticularis hypothalami (s. ret. hyp.) fasse ich diejenigen polymorphen Zellen zusammen, die im Hypothalamus zerstreut liegen, und die sich in Kerne nicht gruppieren lassen. Die Substantia reticularis ist mit der grauen Bodenmasse des dritten Ventrikels nicht zu verwechseln, da letztere eine charakteristische Lage hat und da sie einen ganz anderen Zelltypus aufweist. Die Substantia reticularis ist besonders stark entwickelt in der Zona incerta (Fig. 5), d. h. dorsal vom Corpus

mammillare, dorsomedial vom Pes pedunculi, medial vom ventromedialen Pol des Corpus subthalamicum und ventral vom roten Kern (Nucl. rotundus subthalamo-peduncularis nach Jacobsohn). Von dieser Gegend erstrecken sich die Zellen dorsalwärts in der Mittellinie bis zum Edinger-Westphalschen Kern (Nucl. sympathicus n. oculomotorii nach Jacobsohn). In diesem Niveau (Fig. 5) häufen sich die Zellen auch an der medio-ventralen Grenze des Thalamus dorsal vom roten Kern, lateral und dorsal vom Nucl. com. posterioris. In dieser Weise ist die Substantia reticularis in ihrer kaudalen Partie verbreitet. Weiter oral im Niveau des vordersten Abschnittes des roten Kernes (Fig. 7) zieht sich die Substantia reticularis über die Mittellinie hinweg und dorsal am dritten Ventrikel bis zur Fissura hypothalamica. Wenn dann die Kerne des Thalamus weiter oral nach innen gerückt sind, liegt ein Teil der Substantia reticularis auch an seiner ventralen Grenze. Nach dem Verschwinden der Corpora mammillaria (Fig. 8) ist der ventrale Teil der Substantia reticularis durch die Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis und der grauen Bodenmasse ersetzt; wenige Zellen sind noch in der Mittellinie zu sehen, während dorsal am Ventrikel und ventral vom Thalamus sie noch gut ausgebildet ist. In ihrem vorderen Teil (Fig. 10 und 11) liegt die Substantia reticularis nicht mehr am Ventrikel, sondern sie ist immer weiter lateralwärts und dorsalwärts durch den Nucl. mammillo-infundibularis und die graue Bodenmasse gedrängt, die das ganze Infundibulargebiet besetzt haben. Die Substantia reticularis läßt sich oral an der ventralen Grenze des Thalamus bis zum vorderen Abschnitt der Commissura media und des Chiasma verfolgen. Als Nucl. peripeduncularis lateralis (n. pped. lat.) hat Jacobsohn (9) eine Zellgruppe beschrieben, die sich zwischen dem roten Kern und der Substantia nigra bzw. zwischen dem roten Kern und dem Corpus subthalamicum erstreckt und die im hinteren Abschnitt auch um den lateralen Rand des Hirnschenkelfußes herumlagert (Fig. 2—7). Wahrscheinlich gehört diese Zellgruppe zur Substantia reticularis; aber weil diese Zellen zwischen Fasern sehr stark gedrückt liegen, ist ein Urteil über ihre Struktur nicht zuverlässig, und weil es sich um eine topographisch gut abgegrenzte Gruppe handelt, möchte ich die Frage, ob diese Zellen einen besonderen Kern bilden, dahingestellt sein lassen.

Die Zellen der Substantia reticularis schwanken in ihrer Form, Größe und Struktur außerordentlich. Die Schwierigkeiten einer Beschreibung

der Substantia reticularis sind sehr groß. Man muß diese Zellen unterscheiden von denjenigen der Kerne des Corpus mammillare, des Corpus subthalamicum, der grauen Bodenmasse, des Edinger-Westphalschen Kerns, des Nucl. commissurae posterioris, des roten Kerns und der Kerne des Thalamus. Eine weitere Schwierigkeit liegt darin, daß die Zellen oft zwischen starken Fasermassen so gedrückt sind, daß von einer Beschreibung ihres natürlichen Aussehens keine Rede sein kann. Zuerst sieht man Zellen, die beinahe so groß wie die Zellen des Nucl. magnocellularis thalami sind (Fig. 27 a); sie sind scharf polygonal und besitzen lange, deutliche, grobe Ausläufer. Diese Zellen zeigen bei mittlerer Vergrößerung (100 bis 250) etwas zarte und spärliche, aber doch unverkennbare Schollen. Beim genauen Einstellen des Mikroskopes zeigen die Schollen einen scharfen Umriß, was in den Abbildungen nicht sehr gut zu sehen ist; mit anderen Worten: es handelt sich nicht um unregelmäßige Massen von Protoplasma, sondern um scharf konturierte Körperchen. In vielen Zellen liegt eine Anhäufung von gelben Pigments. (Bei b der Fig. 27 ist eine Zelle abgebildet, die wohl nur eine mangelhaft gefärbte Zelle desselben Typus darstellt.) Ganz ähnliche Zellen kommen im vorderen Vierhügel und im Nucl. com. posterioris vor, und die Zellen der Substantia reticularis lassen sich bis in diese Gegenden verfolgen. Weiter sieht man Zellen von gleichem Typus, aber etwas kleinerer Form und weniger Pigment enthaltend (d, e, f der Fig. 27), die vorwiegend im oralen Teile der Substantia reticularis dicht ventral vom Thalamus sind. Weil der erste größere Typus in der Regel vorkommt, wo die Zellen im lockeren Gewebe liegen, während der zweite Typus dagegen, wo die Zellen zwischen dichten Fasermassen liegen, und weil Übergangszellen sehr oft vorkommen, halte ich den Unterschied (wenigstens zum größten Teil) für mechanisch bedingt. Über die übrigen Zellen der Substantia reticularis habe ich sehr wenig zu berichten; diese letzteren sind polygonal, oval oder fusiform und färben sich gewöhnlich etwas schwach oder sehr schwach. Wie schon gesagt, sind viele Zellen so stark gedrückt, daß das dargebotene Zellbild unzuverlässig ist. Aber immerhin kommen Zellen immer wieder vor, die dieselben groben Ausläufer wie die oben beschriebenen Zellen besitzen (c der Fig. 27). Einige dieser Zellen zeigen noch eine Andeutung von Schollen.

E. Substantia grisea des dritten Ventrikels.

Die graue Bodenmasse des dritten Ventrikels (s. gr. III) läßt sich leicht in zwei Abschnitte teilen, die voneinander ganz getrennt liegen. Die Pars superior (s. gr. 2 III) entspricht wohl dem medialen Teile des Ganglion habenulae der Autoren. Sie fängt im Stiel der Zirbeldrüse an und breitet sich lateral und ventral aus. Lateral ist sie durch den Thalamus und das Ganglion habenulae (bzw. durch die Taenia thalami) und medial durch den Ventrikelrand begrenzt. Im Niveau des kaudalen Teiles des dritten Ventrikels bildet sie eine außerordentlich dichte Zellmasse, die ventral und medial vom Ganglion habenulae gelagert ist; und sie erstreckt sich bis zur Fissura hypothalamica, aber ihre ventrale Partie ist viel weniger zellreich. Etwas weiter oral erscheint der Nucl. paramedianus thalami am Ventrikelrand dorsal von der Fissura hypothalamica; und da sich dieser Kern allmählich nach dorsal ausdehnt, nimmt der ventrale Teil der grauen Bodenmasse ab, und in ihrer oralsten Partie liegt sie an der medialen Grenze der Taenia thalami und auch zerstreut zwischen den Taeniafasern. Die Pars superior läßt sich ungefähr 4 mm vom kaudalen Pol oral verfolgen.

Die Pars inferior (s. gr. 1 III) fängt im ventralen Teile des Infundibulum im Niveau des oralsten Teiles der Corpora mammillaria an (Fig. 8). Die Lage der Pars inferior ist in den Figuren 8—12 zu sehen. Die Hauptmasse liegt am Ventrikel medial von der Fornixsäule und auch ventral von letzterer. In dieser Gegend liegen die Zellen sehr gedrängt, aber dorsalwärts und auch lateralwärts liegen die Zellen viel lockerer. Die Pars inferior der grauen Bodenmasse erstreckt sich dorsal bis zur Commissura media, d. h. durch den ganzen Hypothalamus, aber in der Pars optica (Telencephalon) liegt die Hauptmasse dieser Zellen, und hier ist die graue Bodenmasse immer vorhanden, während in der Pars mammillaris (Diencephalon) viel weniger Zellen vorhanden sind, und in ihrer kaudalen Partie (Fig. 7) fehlt eine Bodenmasse vollständig.

Die beiden Teile der grauen Bodenmasse bestehen aus Zellen, die denselben Typus haben, und deshalb habe ich die Pars superior nicht als einen speziellen Kern, d. h. als medialen Abschnitt des Ganglion habenulae, sondern als einen Teil der grauen Bodenmasse aufgestellt. Die Zellen liegen außerordentlich dicht gedrängt; sie sind zumeist sehr klein, ja oftmals fast so klein wie Gliazellen, aber es kommen auch Zellen von Mittelgröße

vor (Fig. 18). Die Form der Zellen ist rund, oval, fusiform oder (selten) abgerundet polygonal. Sie färben sich ziemlich schwach und besitzen kein Pigment (oder äußerst wenig). Die graue Bodenmasse des dritten Ventrikels besteht in allen Gegenden aus ähnlichen Zellen und läßt sich deshalb in Kerne nicht teilen. Die größeren Zellen der grauen Bodenmassen sind wohl sicher Nervenzellen; aber ob die Mehrzahl der äußerst kleinen Zellen Nervenzellen oder Ependymzellen darstellen, möchte ich mit Sicherheit nicht sagen.

Um die Resultate meiner Arbeit kurz zusammenzufassen, teile ich das menschliche Diencephalon in folgende primäre Kerne:

A. Metathalamus.

1. Nucl. magnocellularis corporis geniculati lateralis.
2. Nucl. principalis corporis geniculati lateralis.
3. Nucl. ventralis corporis geniculati medialis.
4. Nucl. dorsalis corporis geniculati medialis.

B. Epithalamus.

5. Ganglion habenulae.

C. Thalamus.

6. Nucl. communis thalami:
 - a) Pars medialis,
 - b) Pars lateralis,
 - c) Pars dorsalis.
7. Nucl. magnocellularis thalami:
 - a) Pars principalis,
 - b) Pars arcuata.
8. Nucl. parvocellularis thalami.
9. Nucl. reuniens thalami.
10. Nucl. paramedianus thalami.

D. Hypothalamus.

11. Corpus hypothalamicum.
12. Ganglion mediale corporis mammillaris.
13. Nucl. intercalatus corporis mammillaris.
14. Nucl. mammillo-infundibularis.
15. Nucl. paraventricularis hypothalami.
16. Substantia reticularis hypothalami.

E. Substantia grisea des dritten Ventrikels.

- a) Pars superior.
- b) Pars inferior.

Wenn eine auf anatomischen Studien basierende Einteilung des Diencephalon mehr als eine rein mechanisch-topographische Bedeutung haben soll, so muß sie sich auf ausgesprochene Verschiedenheiten der Zellen stützen, und diese Verschiedenheiten müssen konstant zur Beobachtung gelangen. Bei Untersuchung des Zellbildes muß auch vor allem der äußere mechanische Einfluß in Rücksicht gezogen werden, da Veränderungen, die auf solche mechanische Einwirkungen zurückzuführen sind, keine physiologische Bedeutung besitzen. Bei Erfüllung obiger Bedingungen sind wir berechtigt, anzunehmen, daß eine einigermaßen abgegrenzte Gruppe von Zellen mit identischem Charakter (vor allem mit gleicher Struktur) einen primären Kern bildet, der eine bestimmte primäre Funktion besitzt, und ferner, daß zwei Kerne, die deutliche Unterschiede im Zellcharakter zeigen, auch eine verschiedene primäre Funktion haben. Daß innerhalb eines primären Kernes verschiedene Teile vorkommen, die Beziehungen zu verschiedenen Fasersystemen haben, ist kein Beweis gegen die Einheit des Kernes, da ohne solche anatomische Einrichtungen ein Zusammenarbeiten einzelner Teile des Nervensystems ausgeschlossen ist. Dasselbe gilt von dem Einwande, daß nach Verletzungen von verschiedenen Teilen eines primären Kernes Fasern sich in verschiedene Teile der Rinde, oder daß nach Verletzungen verschiedener Regionen der Rinde Fasern sich in verschiedene Teile des primären Kernes verfolgen lassen; obwohl solche experimentellen Untersuchungen großen praktischen Wert haben, können sie nur topographische Felder feststellen, die eine Beziehung zu anderen topographischen Feldern haben, und sie können weder für noch gegen die Einheit eines anatomisch aufgestellten primären Kernes gelten. Wenn die Physiologie die feinere Struktur des Diencephalon in Rücksicht zieht, so kann sie zu Ergebnissen führen, die für die Kenntnis der elementaren Zusammensetzung dieser Gegend großen Wert besitzen. Solche Untersuchungen sind für die Anatomie sehr wünschenswert. Nach dem Studium der Zellen des Diencephalon bin ich überzeugt, daß wir durch die Nisslsche Methode imstande sein werden, nicht nur die motorischen Zellen, sondern auch andere

Zellen zu erkennen, wenn nur einmal die physiologische Bedeutung eines bestimmten Zelltypes klar erwiesen ist. Der Hauptzweck dieser Arbeit ist, eine bessere Grundlage für physiologische und pathologisch-anatomische Arbeiten vorzubereiten, die den Zweck haben, das für die Anatomie erwünschte Verhältnis zwischen Struktur und Funktion festzustellen.

Meinem verehrten Lehrer, Hrn. Privatdozenten Dr. L. Jacobsohn, sage ich meinen wärmsten Dank für die Anregung zu dieser Arbeit, für die mir gegebenen wertvollen Ratschläge und für die dauernde Unterstützung bei der Arbeit.

Literatur.

1. Bianchi, Anatom. Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Kerne des Thalamus opticus des Kaninchens. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurol. 1909.
2. Cajal, Textura des Sistema nerviosa usw., Bd. II, 1904.
3. Edinger, Nervöse Zentralorgane, Bd. II, 1908.
4. Da Fano, Studien über die Veränderungen im Thalamus opticus bei Defektpsychosen. Monatsschrift für Psychiatrie und Neurol., Bd. 26 S. 4.
5. Forel, Gesammelte hirnanatomische Abhandlungen 1907.
6. Ganser, Vergleichende anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphologisches Jahrbuch Bd. 7.
7. von Gudden, Gesammelte und hinterlassene Abhandlungen 1889.
8. Haller, Vom Bau des Wirbeltiergehirns. Teil III, Mus. Morphologisches Jahrbuch Bd. XXVII.
9. Jacobsohn, Über die Kerne des menschlichen Hirnstamms. Aus dem Anhang zu den Abhandlungen der Berl. Akad. d. Wiss. 1909.
10. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre, Bd. II, 1896.
11. von Lenhossék, Beobachtungen am Gehirn des Menschen. Anat. Anz. 1887.
12. Meynert, Vom Gehirn der Säugetiere. Strickers Handbuch, Bd. II, 1872.
13. von Monakow, Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die Haubenregion, den Sehhügel und die Regio subthalamica. Arch. für Psych. 1895.

14. von Monakow, Gehirnpathologie, 1905.
15. Münzer und Wiener, Das Zwischen- und Mittelhirn des Kaninchens. Monatsschrift für Psychiatrie 1902.
16. Nißl, Cit. in Köllikers Handbuch Bd. II, S. 540ff.
17. Retzius, Zur Kenntnis der Gehirnbasis und ihrer Ganglien beim Menschen. Biologische Untersuchungen, Neue Folge, Bd. X.
18. Sachs, Eine vergleichende anatomische Studie des Thalamus opticus der Säugetiere. Arbeiten aus dem Neurologischen Institut an der Wiener Universität, Bd. XVII.

Erklärung der Zeichnungen.

Die Figuren 1—12 stellen Frontalschnitte durch das Diencephalon dar. Zuerst wurden die Umrisse der Schnitte mit dem Edingerschen Zeichenapparat angefertigt, und dann die Einzelheiten eingetragen. Die Vergrößerung der Schnitte und auch der einzelnen Kerne war in den Originalzeichnungen eine zehnfache. Von diesen Zeichnungen sind bei der Reproduktion Fig. 1—4, 6—7, 11—12 auf die Hälfte, Fig. 5, 8—10 auf zwei Drittel verkleinert worden; die Vergrößerung der Zellen dagegen ist viel stärker. Die Figuren 1—12 zeigen nur die Lage der verschiedenen Kerne und die Anordnung der Zellen innerhalb jedes Kerns. Diese Merkmale sind aus didaktischen Gründen ein wenig stärker hervorgehoben, als sie der Wirklichkeit entsprechen. Die wirkliche Form und Struktur der Zellen der einzelnen Kerne findet sich naturgetreu nur in den Figuren 13 bis 29.

Die Bezeichnungen der Figuren 1—12 sind die folgenden:

a. ig.	Area intergeniculata.
c. bi. a.	Rest der Zellen de Corpus bigeminum anterius.
com. ant.	Commissura anterior.
com. med.	Commissura media.
c. sth.	Corpus subthalamicum.
f.	Fornixsäule.
ggl. hab.	Ganglion habenulae.
ggl. med. c. mam.	Ganglion mediale corporis mammillaris.
g. o. b.	Ganglion opticum basale.
n. c.	Nucleus caudatus.

n. c. p.	Nucleus commissurae posterioris.
n. es. th.	Nucleus communis thalami.
n. es. th. (dors.)	Nucleus communis thalami, Pars dorsalis.
n. es. th. (lat.)	Nucleus communis thalami, Pars lateralis.
n. es. th. (med.)	Nucleus communis thalami, Pars medialis.
n. d. c. g. med.	Nucleus dorsalis corporis geniculati medialis.
n. i. c. mam.	Nucleus intercalatus corporis mammillaris.
n. mg. c. g. l.	Nucleus magnocellularis corporis geniculati lat.
n. mg. th. (arc.)	Nucleus magnocellularis thalami, Pars arcuata.
n. mg. th. (pr.)	Nucleus magnocellularis thalami, Pars principalis.
n. mam. infd.	Nucleus mammillo-infundibularis.
n. oc.	Nucleus oculomotorius.
n. pmd. th.	Nucleus paramedianus thalami.
n. pped. lat.	Nucleus peripeduncularis lateralis (Jacobsohn).
n. pr. c. g. l.	Nucleus principalis corporis geniculati lateralis.
n. pv. hyp.	Nucleus paraventricularis hypothalami.
n. pv. th.	Nucleus parvocellularis thalami.
n. r. th.	Nucleus reuniens thalami.
n. rub.	Nucleus ruber (nucleus rotundus subthalamo-peduncularis Jacobsohn).
n. th.	Nuclei tuberis.
n. v. c. g. med.	Nucleus ventralis corporis geniculati medialis.
s. gr. ¹ III.	Substantia grisea des dritten Ventrikels, Pars inferior.
s. gr. ² III.	Substantia grisea des dritten Ventrikels, Pars superior.
s. n.	Substantia nigra (N. pigmentosus subthalamo-peduncularis Jacobsohn).
s. n. ¹	Substantia nigra, kleine Zellen.
s. ret. hyp.	Substantia reticularis hypothalami.
tel.	Zellen des Telencephalon.
tr. th. mam.	Tractus thalamo-mammillaris.

Alle Zellen der Figuren 13—29 wurden mit dem Zeichenapparat bei Benutzung von Okular 1 und Objektiv 6 (Leitz) angefertigt, und die Vergrößerung beträgt eine etwa 250fache. Die Zellen sind möglichst objektiv wiedergegeben.

- Fig. 13 Zellen des Nucleus principalis corporis geniculati lat.
» 14 Zellen des Nucl. magnocellularis corporis geniculati lat.
» 15 Zellen des Nucl. ventralis corporis geniculati medialis.
» 16 Zellen des Nucl. dorsalis corporis geniculati medialis.
» 17 Zellen des Ganglion habenulae.
» 18 Zellen der Substantia grisea des dritten Ventrikels.
» 19 Zellen des Nucl. communis thalami.
 a Zellen aus dem oralen, lateralen Abschnitte des Kerns.
» 20 Zellen des Nucl. magnocellularis thalami.
» 21 Zellen des Nucl. reuniens thalami.
» 22 Zellen des Nucl. parvocellularis thalami.
» 23 Zellen des Nucl. paramedianus thalami.
 a siehe Text.
» 24 Zellen des Ganglion mediale corporis mammillaris.
» 25 Zellen des Nucl. mammillo-infundibularis.
» 26 Zellen des Nucl. intercalatus corporis mammillaris.
» 27 Zellen der Substantia reticularis hypothalami.
 a—f siehe Text.
» 28 Zellen des Nucl. paraventricularis hypothalami und des
 basalen Optikusganglions.
» 29 Zellen der Nuclei tuberculi.
-

Fig. 1.

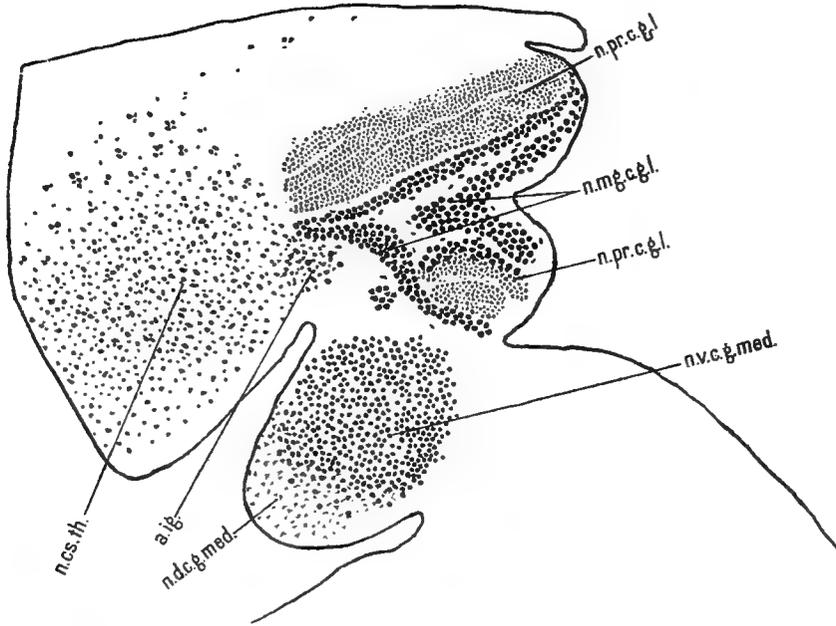


Fig. 2.

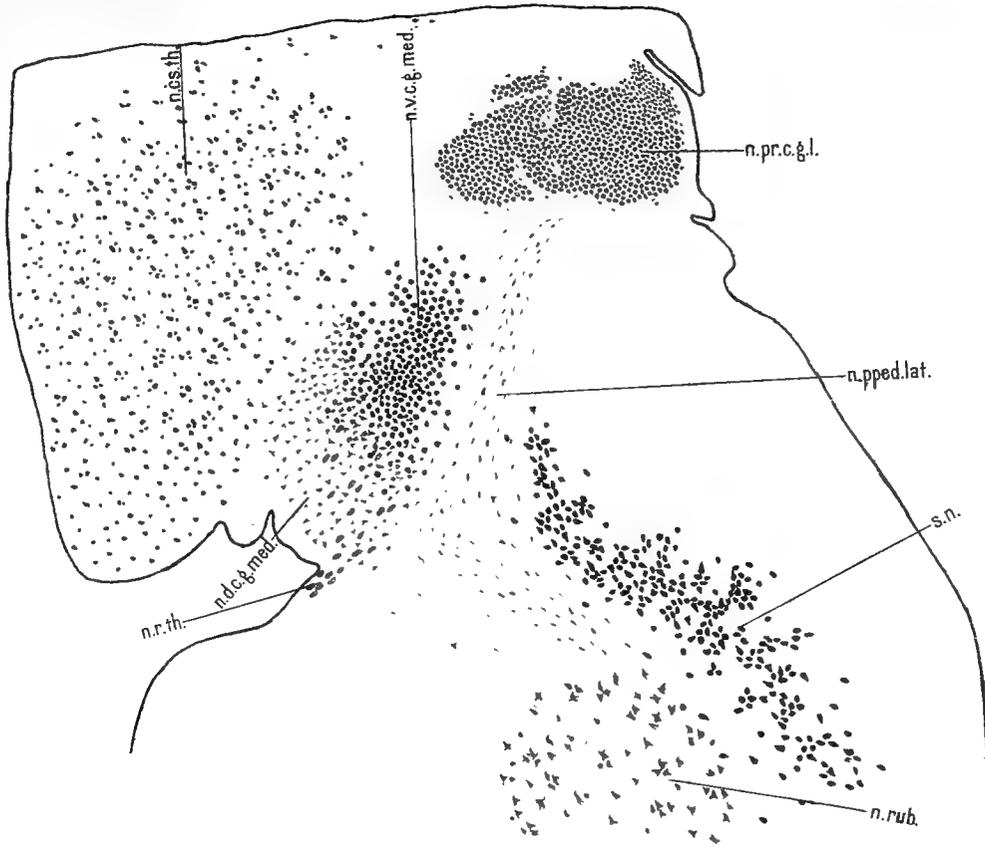


Fig. 4.

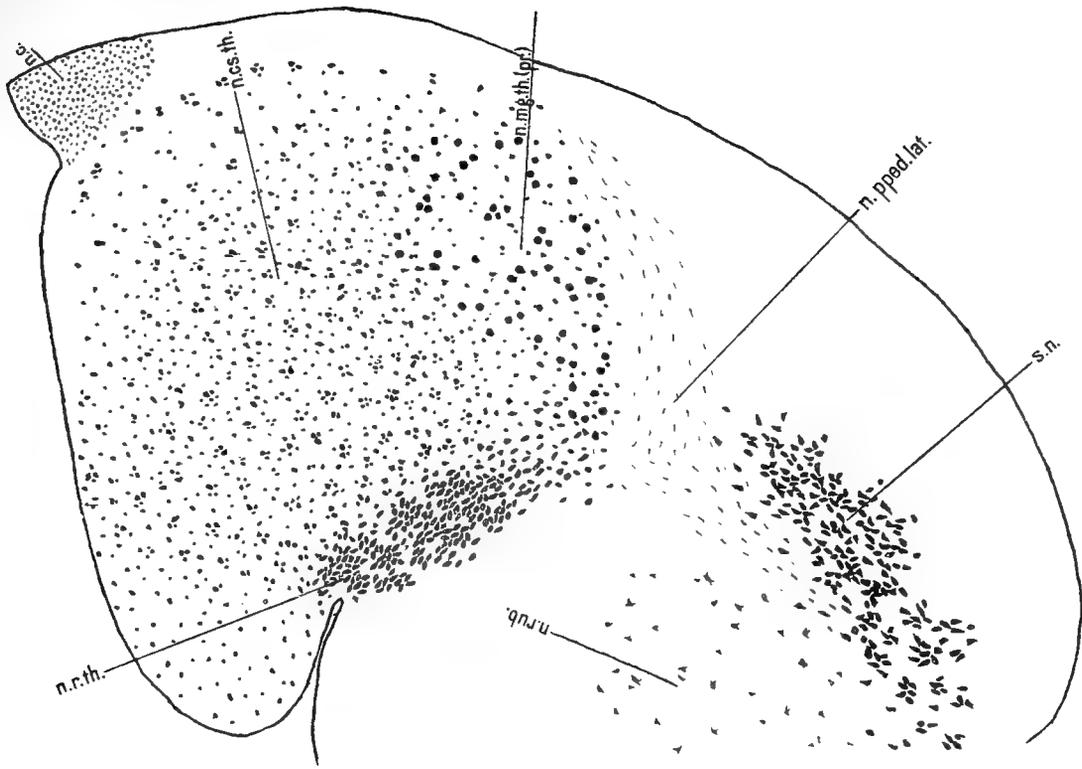
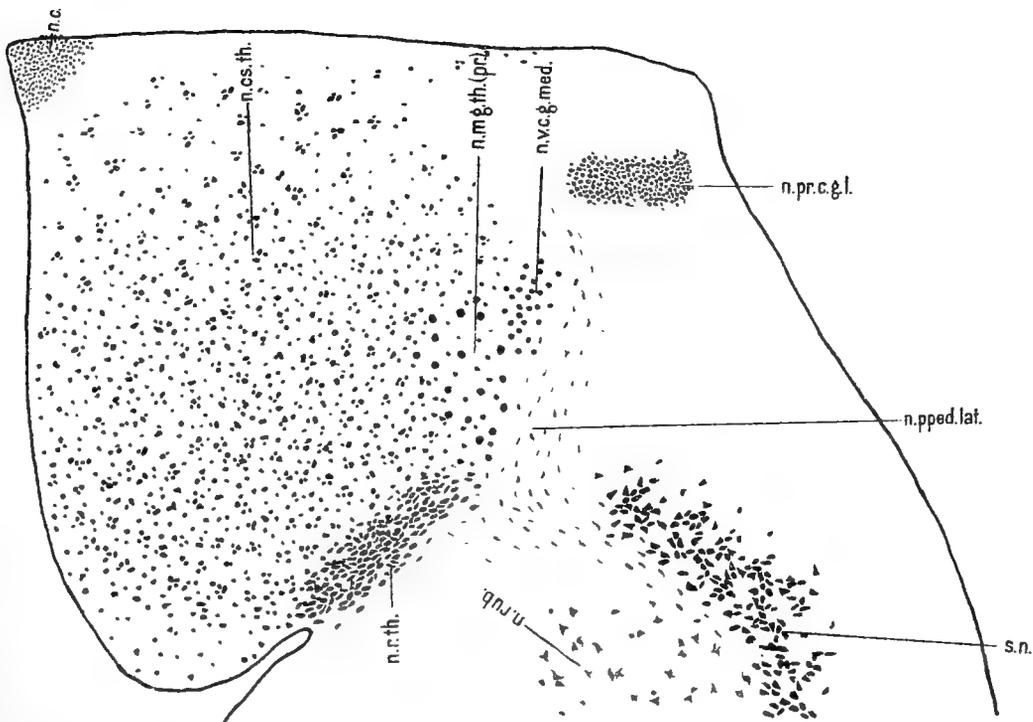
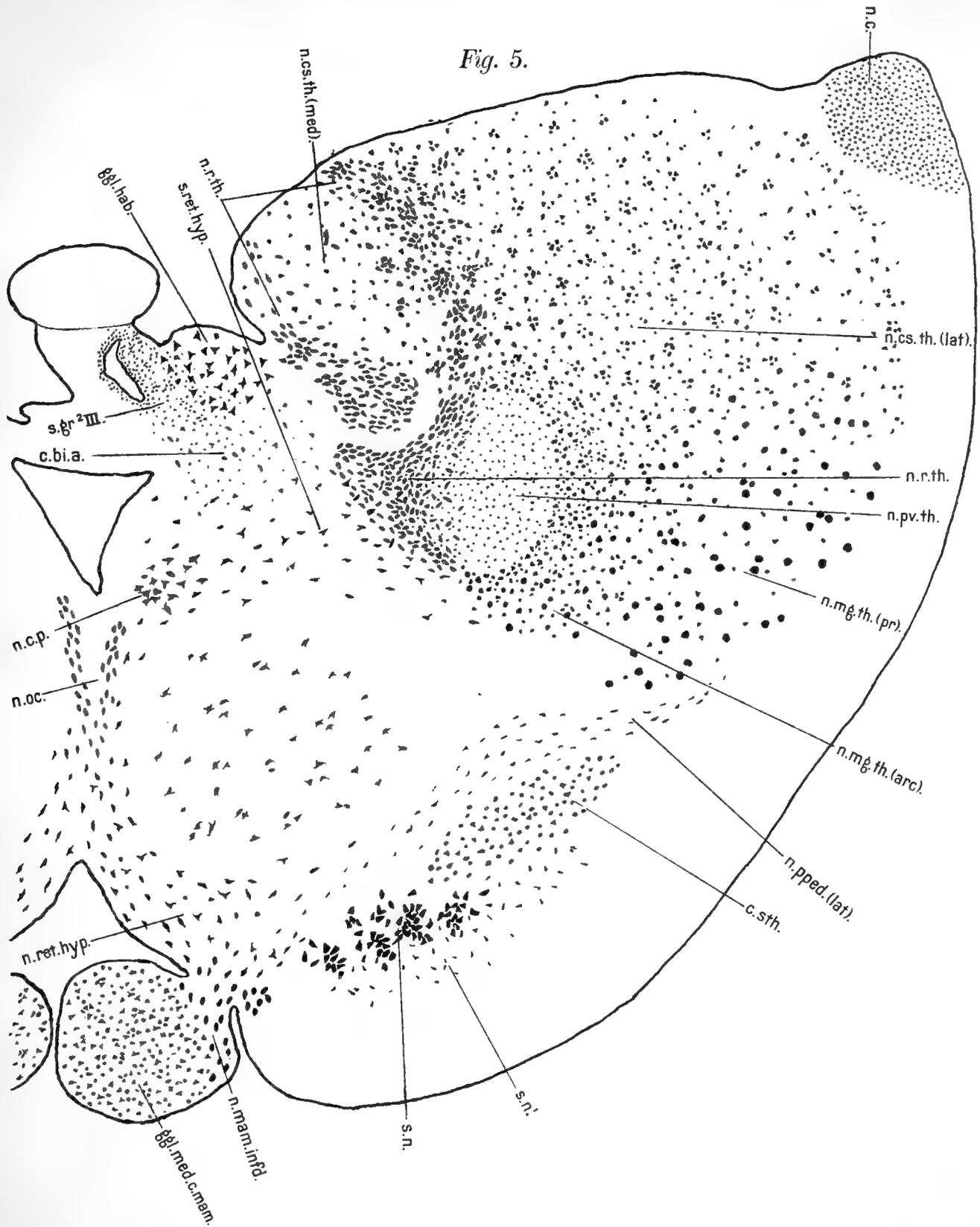


Fig. 3.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. II.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Fig. 6.

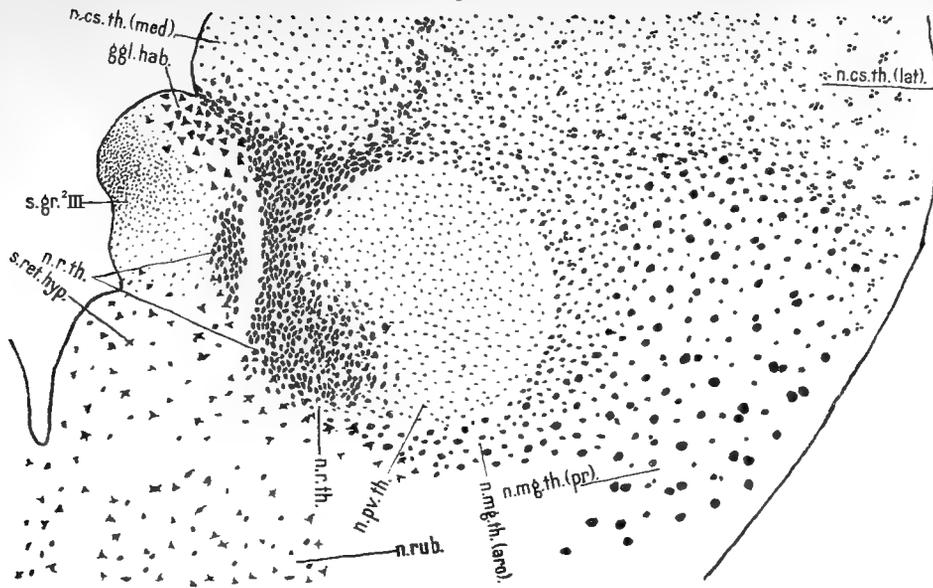
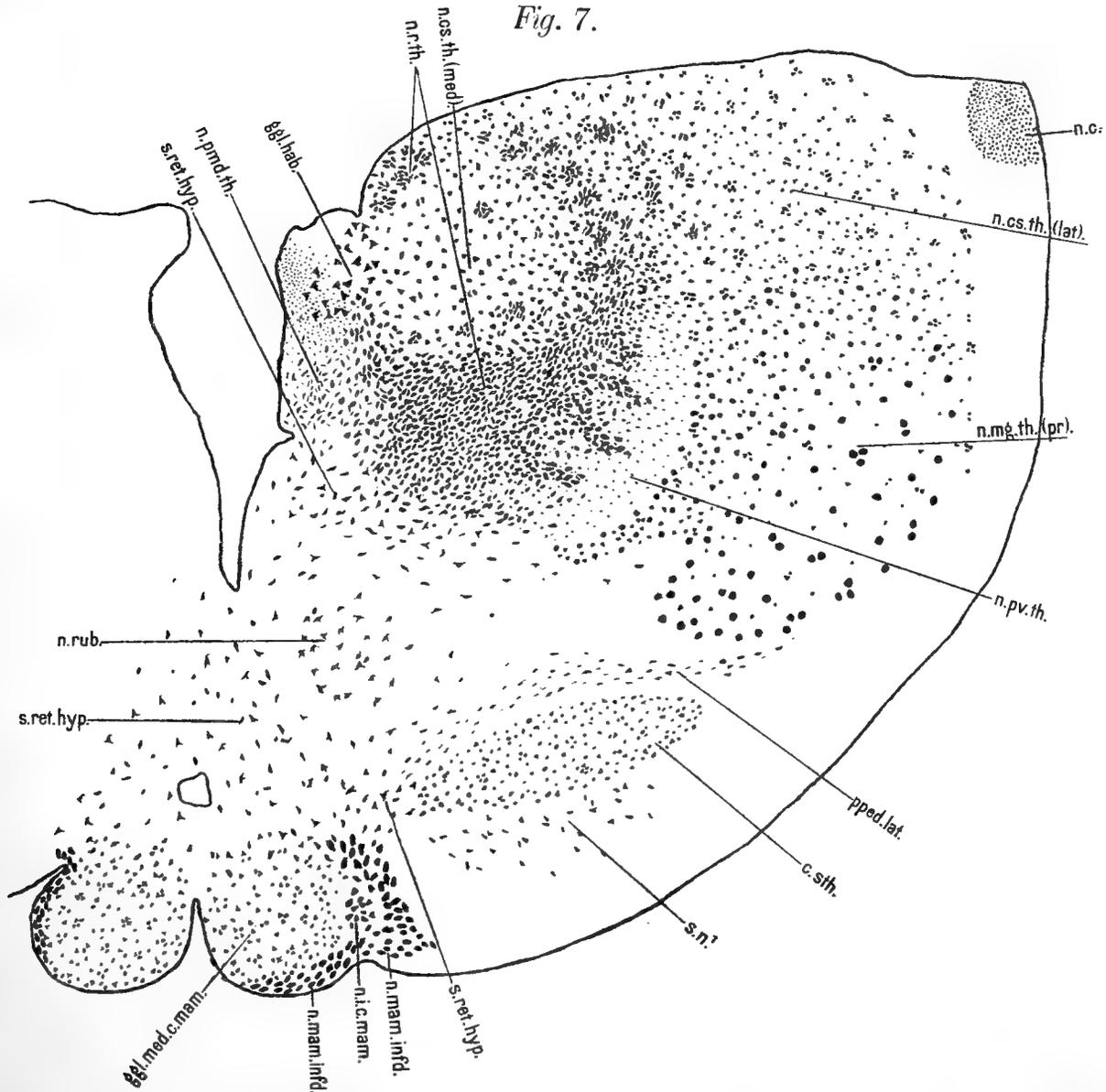


Fig. 7.



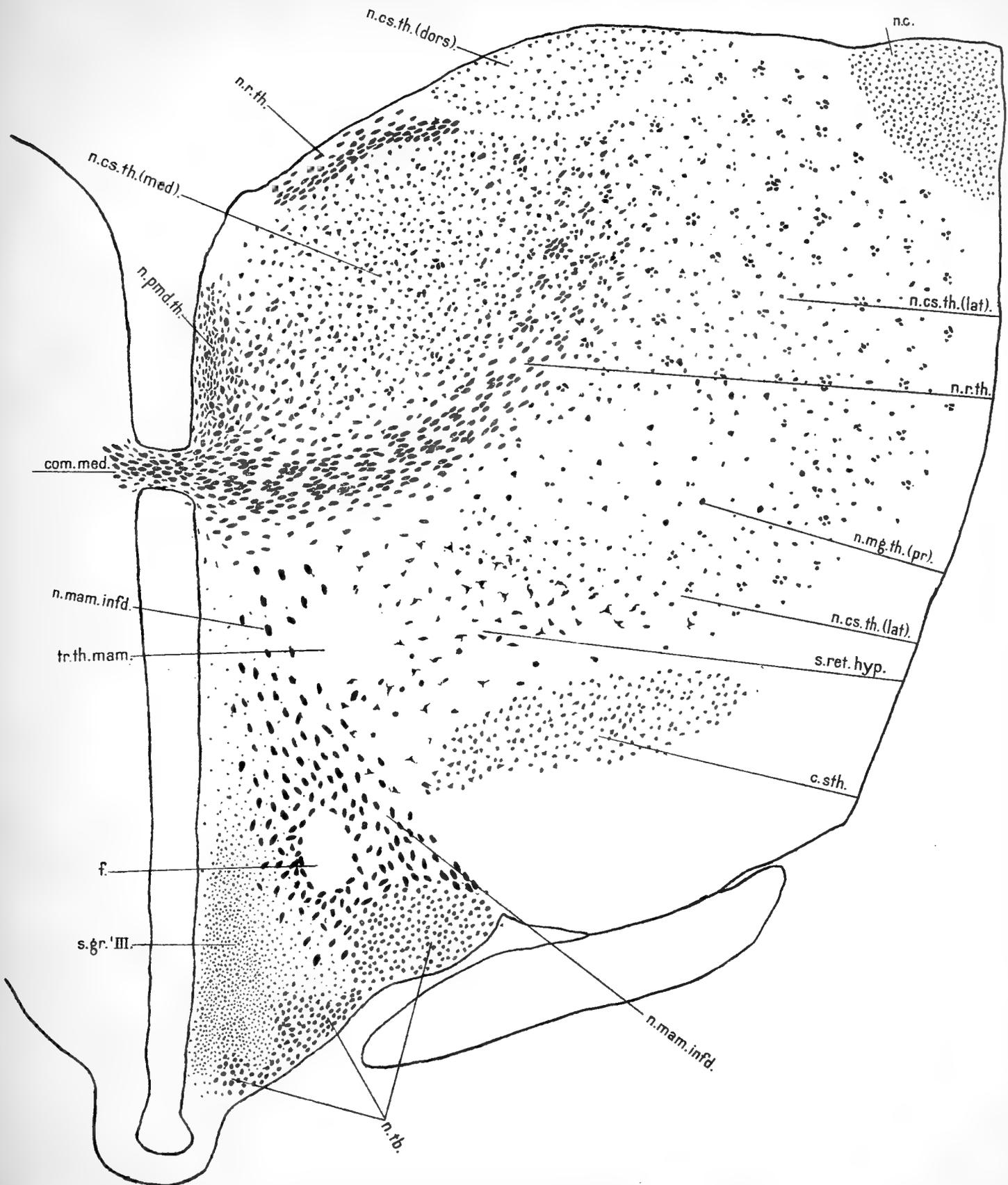
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Fig. 8.



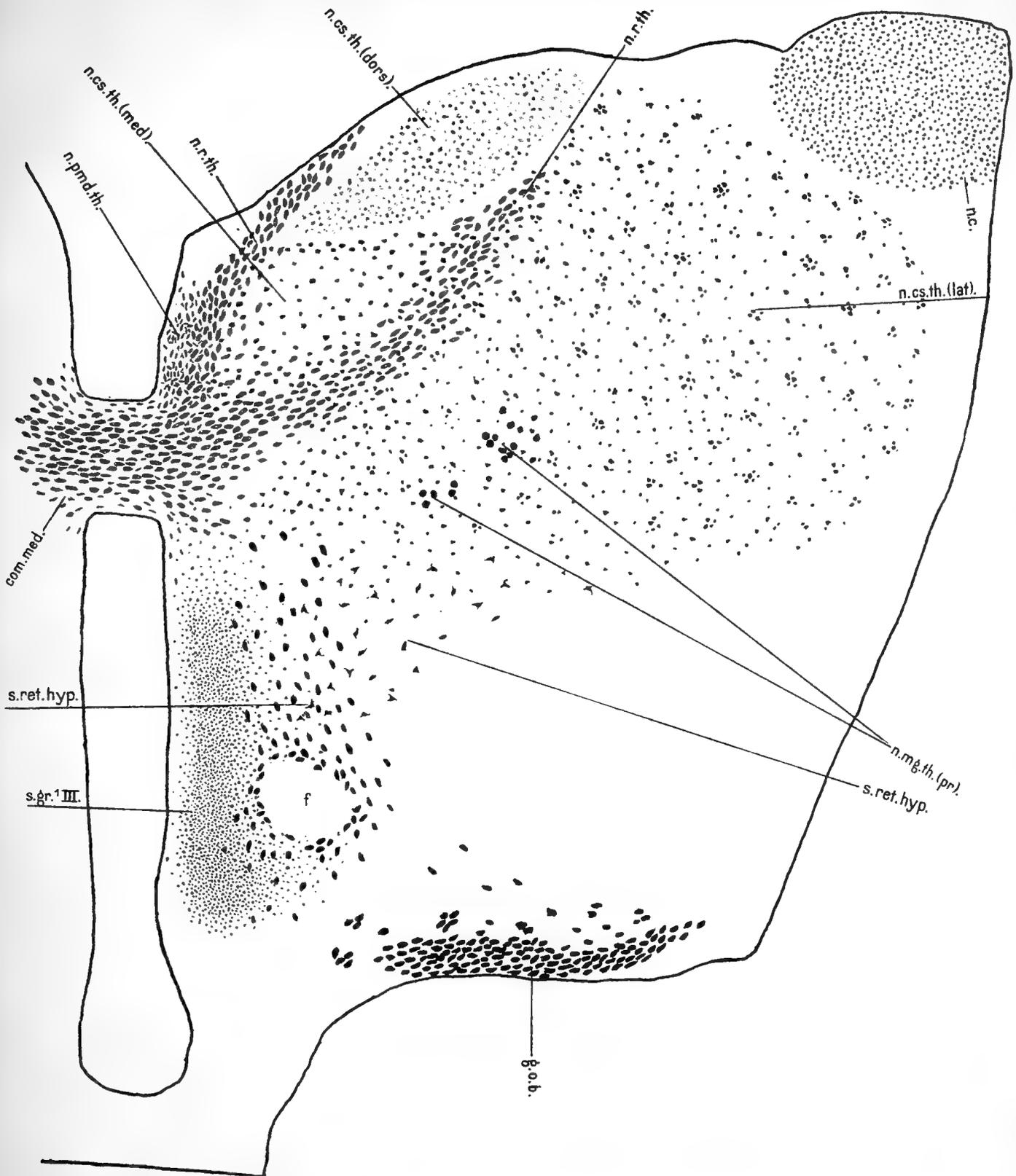
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Fig. 9.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Fig. 10.



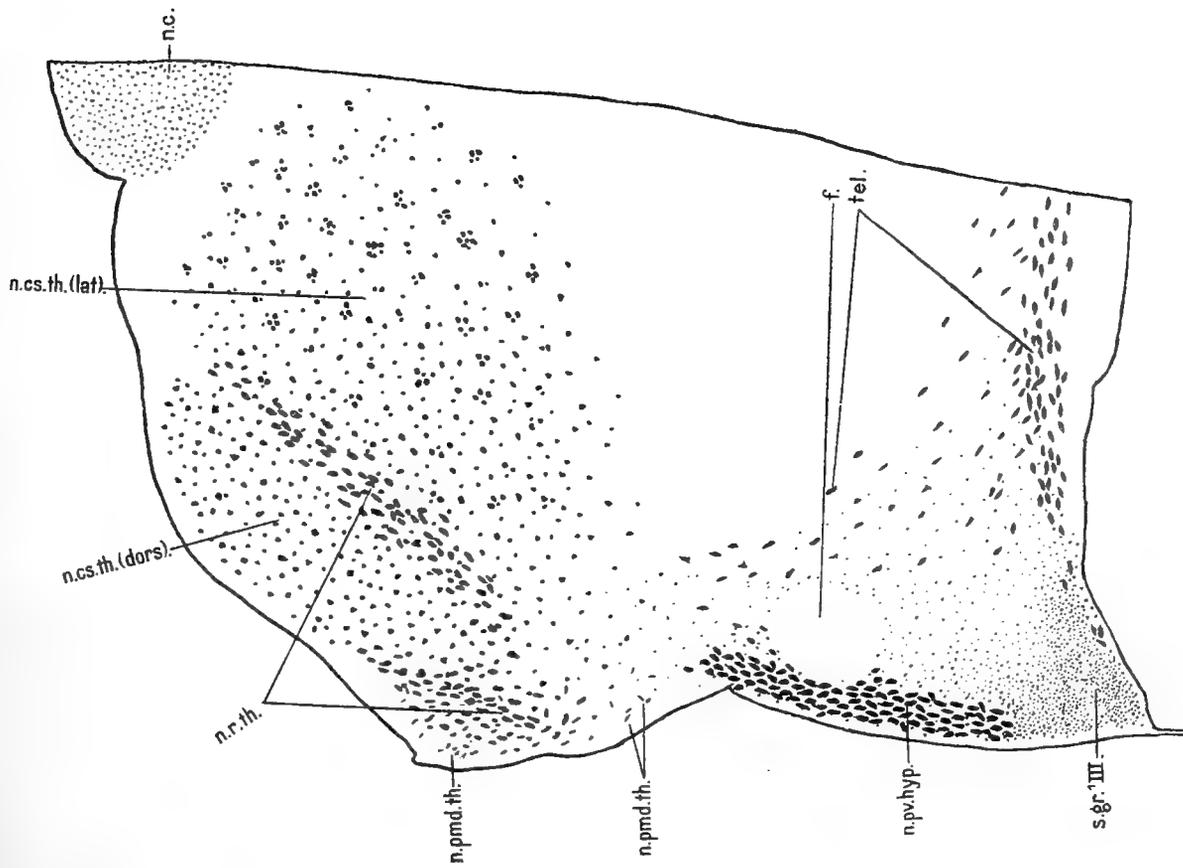
E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. VII.

Fig. 12.

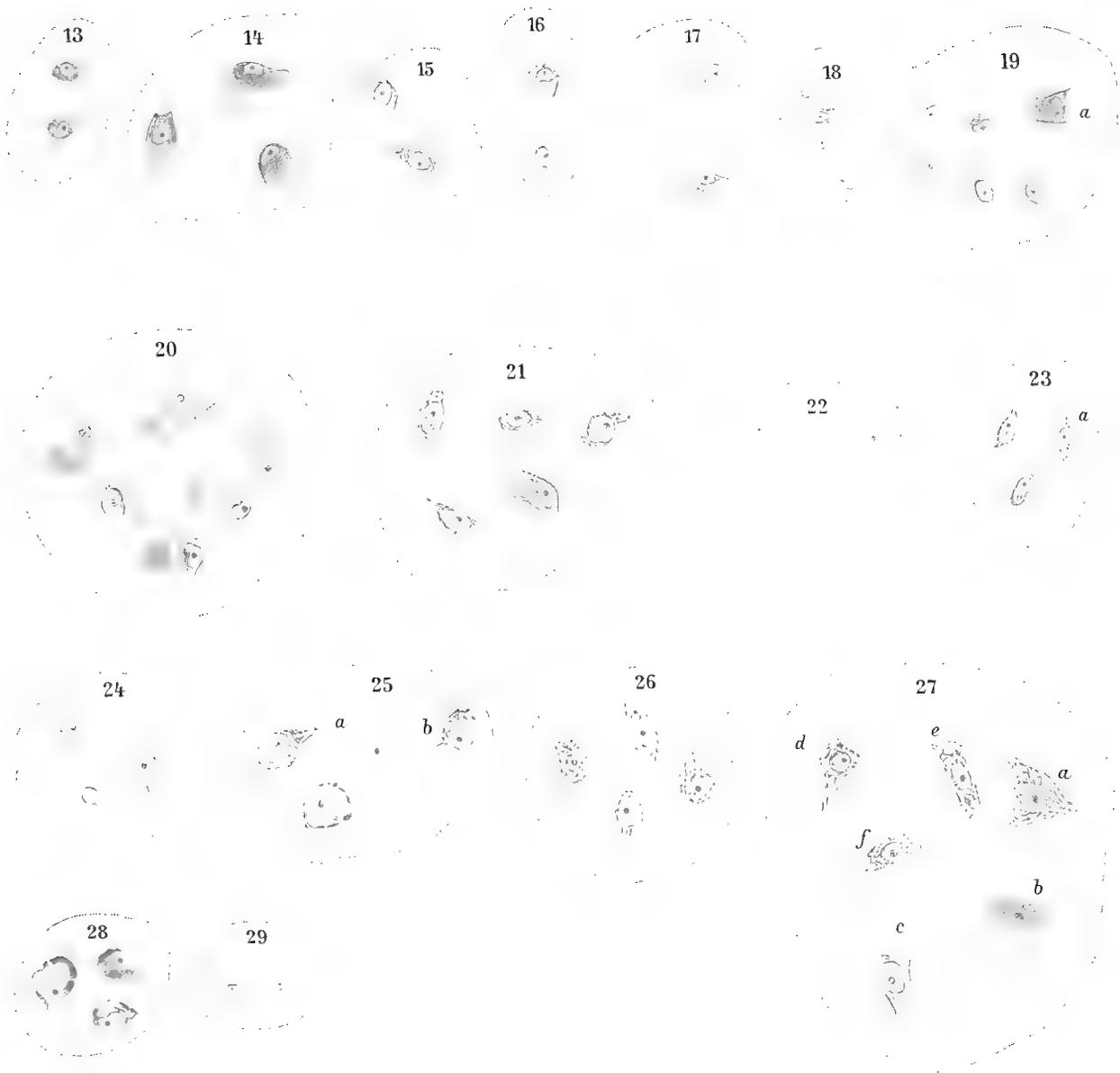


Fig. 11.



E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. VIII.



G. Helbig.

E. Malone: Über die Kerne des menschlichen Diencephalon.

Taf. IX.

Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll mit den
Einbruchskalderen der Askja und des Knebelsees
sowie dem Rudloffkrater in Zentralisland.

Von

Dr. HANS RECK.

Vorgelegt von Hrn. W. Branca in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 7. Juli 1910.
Zum Druck verordnet am 14. Juli 1910, ausgegeben am 17. Oktober 1910.

Kapitel I.

Die Dyngjufjöll in ihren geologischen Beziehungen zu ihrer Umgebung.

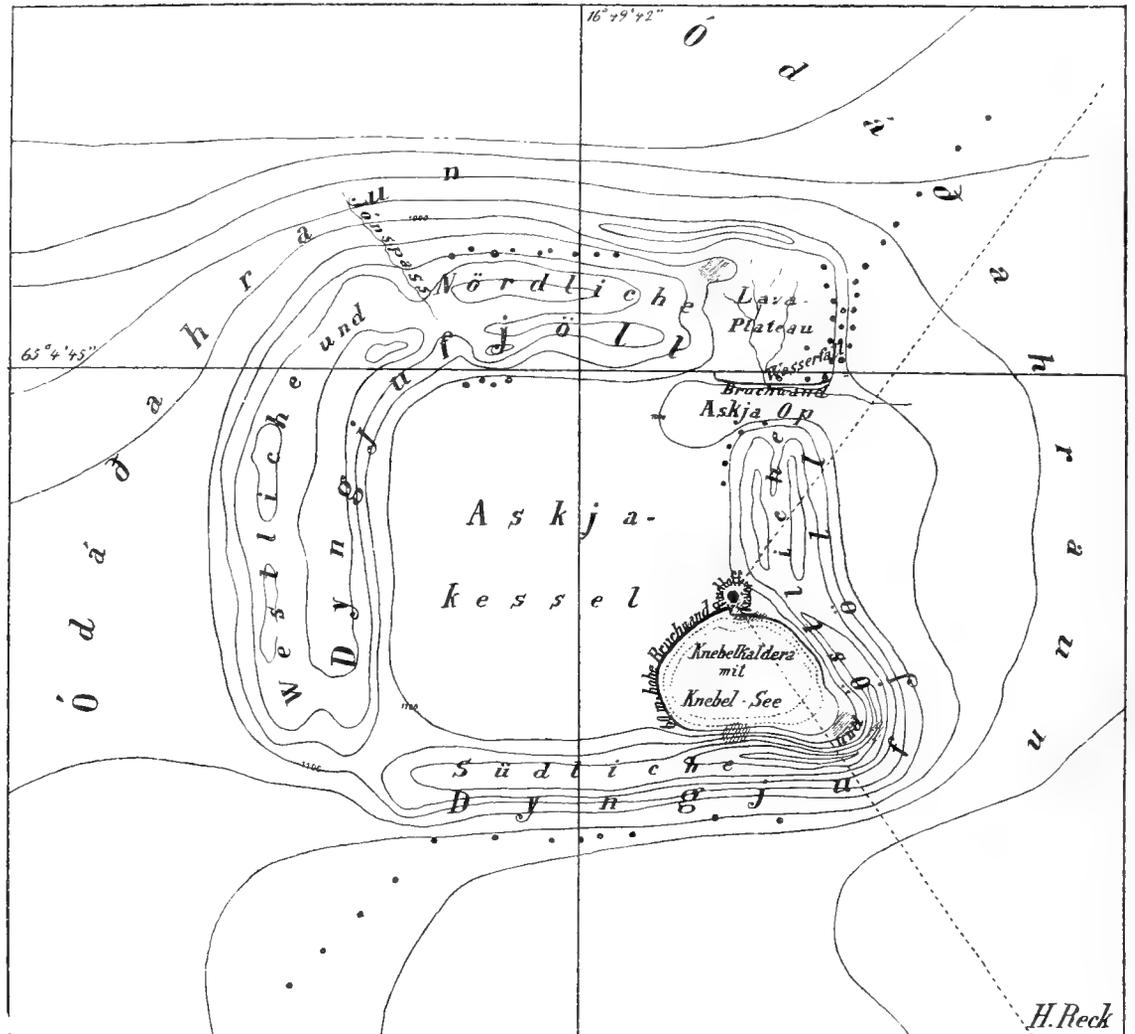
Einleitung. — Die räumliche und zeitliche Verteilung der eruptiven Tätigkeit auf Island. — Der rezent-vulkanische Gürtel. — Geologischer Bau. — Die Höhenverhältnisse. — Das Verhältnis zu den Dyngjufjöll. — Bemerkungen über die einstige Lavaüberdeckung der Höhen. — Das Alter. — Die Horste und die damit verbundenen Erscheinungen. — Die Dyngjufjöll ein Horst. — Die Richtungen der Vulkanlinien auf Island und ihr Verhältnis zu den Dyngjufjöll. — Die Dyngjufjöll ein selbständiges Eruptivzentrum. — Tektonik und Vulkanismus.

Dyngjufjöll und Askja, bis vor kurzem noch zur Terra incognita Islands gehörig, wurden erst in den letzten Jahren durch von Knebels und Rudloffs tragischen Tod in den Vordergrund des Interesses gerückt. von Knebel hatte mit geübtem Blick die Bedeutung dieses größten vulkanischen Gebildes Islands für die Wissenschaft erkannt. Wenn uns auch die Ergebnisse seines zehntägigen Aufenthaltes in der Askja verloren gegangen sind, so bleibt es doch sein unumschränktes Verdienst, den Anstoß zu einer Reihe von Forschungen gegeben zu haben, die schon wesentlich zur Klärung einiger der dort ruhenden Probleme des Vulkanismus beigetragen haben; ein Verdienst allerdings, das er wie sein Begleiter Rudloff leider mit dem Leben zu bezahlen hatte.

In den folgenden Zeilen hoffe auch ich, auf Grund zehntägiger Beobachtungen an diesem riesenhaften Vulkan, einen kleinen Beitrag zur weiteren Erkenntnis einiger vulkanischer Phänomene leisten zu können.

Der Gebirgsstock der Dyngjufjöll im nordöstlichen Zentralisland wird von dem größten Lavameer Islands, dem fast horizontal gelagerten Odáðhraun, das nur eine minimale Neigung gegen N erkennen läßt, allseitig umschlossen. Das Odáðhraun ist infolge seiner Unzugänglichkeit bis heute,

Fig. 1.



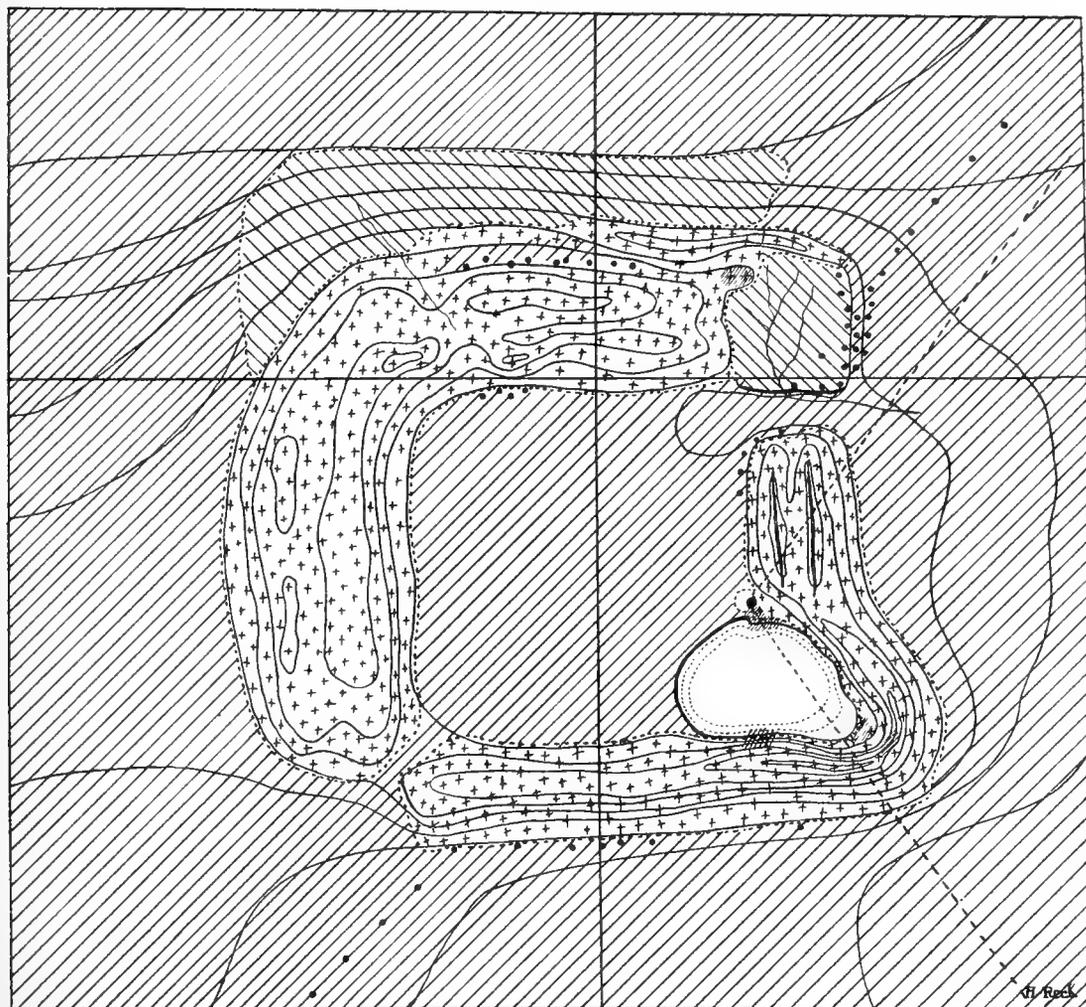
•• Junge Kratere ▨ Solfatarenfelder ⋯ Ungefährer Winkel d. hauptsächlichlichen Bimssteinfalles, b. d. Eruption i. J. 1875

Topographische Kartenskizze der Dyngjufjöll.

Höhenkurven im Abstände von 100 m.

Maßstab etwa 1:200000.

Fig. 2.



 Jüngere postglaziale Lava  Ältere postglaziale Lava  Phlegmatitkupp  Gänge und Abbruchswände  Solfatarenfelder

Geologische Kartenskizze der Dyngjufjöll.

Höhenkurven im Abstände von 100 m.

Maßstab etwa 1 : 200000.

seiner Beschaffenheit wie auch seinen Grenzen nach, nur in ganz großen Zügen bekannt; seine Oberfläche wird von Thoroddsen auf etwa 5200 qkm geschätzt und stellt ein ununterbrochenes Chaos wild durch- und übereinandergeflossener Lavamassen dar.

Bevor ich zur Beschreibung des Gebirges selbst schreite, ist es notwendig, einen orientierenden Blick auf seine weitere Umgebung zu werfen, da es nur in diesem Zusammenhang möglich ist, zu einem Verständnis der Grundzüge im Bauplan der Dyngjufjöll zu gelangen.

Island baut sich fast ausschließlich aus vulkanischen Gesteinen auf, die vom Beginn der Tertiärzeit an bis heute sich zu unbekannter Mächtigkeit (mindestens 4000 m) anhäuften. Jüngere Eruptivmassen verdrängten in steter Folge die älteren von der Oberfläche, doch trat mit dem Ende der Tertiärzeit¹ eine deutliche Beschränkung der vulkanischen Tätigkeit auf gewisse Zonen ein. Die hauptsächlichste und für das Gesamtbild Islands wichtigste Zone kennzeichnet sich durch das Auftreten ungeheurer Tuffansammlungen, von denen in letzter Zeit nachgewiesen wurde², daß sie in vielen Fällen durch glaziale Umlagerung ein moränenartiges Aussehen erhielten. Sie setzen das Palagonittuffgebirge der Insel zusammen, das meist von einer hellen doleritischen Lava überlagert ist, die ebenfalls häufig geschrammt ist und auf diese Weise ihr bis ins Glazial hinaufreichendes Alter verrät.

Die Eruptionspunkte der genannten gewaltigen Tuffmassen sind bis heute noch gänzlich unbekannt, und auch die Ursprungsorte der Doleritlaven kennt man nur zum geringen Teil. Für die letzteren wird man nicht fehlgehen, wenn man ihre Entstehung auf die Ergüsse von Lavavulkanen und Spalteneruptionen, also auf Masseneruptionen³, zurückführt, in der Weise, wie auch heute noch die basaltischen Lavafelder der Insel gebildet werden. Von Dolerit-Lavavulkanen ist uns eine ganze Anzahl bekannt⁴, von Doleritausbruchspunkten auf Spalten jedoch nicht, da Spalteneruptionen über der Spalte selbst nur geringe und leicht vergängliche

¹ Vielleicht auch erst während der Eiszeit, wenn man mit Pjeturss einen Teil der Basalte noch als glazial bzw. interglazial ansieht.

² U. a. Helgi Pjeturss, K. Schneider.

³ H. Reck, Isländische Masseneruptionen. Kokens geolog.-paläontolog. Abhandlungen, Heft 2, 1910. Bd. IX der neuen Folge S. 80-186.

⁴ Z. B. die Vadalda im S der Dyngjufjöll.

Bildungen hervorbringen, die besonders der Denudation durch Eis kaum Widerstand zu leisten vermögen. Man hat lediglich an einigen Stellen, an denen Dolerit beiderseitig von einer Spalte abfällt, solche Ausbruchslinien an diesem beiderseitigen Gefälle erkennen zu können geglaubt. Doch stehen wir hier auf dem Gebiete von Vermutungen, die für eine exakte Beweisführung nur untergeordneten Wert haben. Daraus ergibt sich jedoch keineswegs, daß Spalteneruptionen zur Zeit der Doleritbildung nicht existiert haben; im Gegenteil ist nach der Analogie aus älterer und jüngerer Zeit deren Vorhandensein in großer Zahl sehr wahrscheinlich. Sie lassen sich nur nicht nachweisen, da die unter den Eruptionsspalten gelegenen Gänge durch die Denudation meines Wissens noch nirgends freigelegt sind. Ich betone im Anschluß an diese Tatsache nur das Eine, daß uns die Richtung der Vulkanspalten zur Glazial- und Interglazialzeit aus der Beobachtung noch unbekannt ist.

In den Grenzen dieser Palagonit-Dolerit-Zone bildete sich im Postglazial die Hauptzone des rezenten Vulkanismus aus. Sie ist besonders im Nordlande vielfach durch auffallende Bruchlinien scharf begrenzt und daher leicht zu erkennen, wie ein Blick auf die geologische Karte Thoroddsens zeigt. Die Zone liegt überall innerhalb der Grenzen der vorhergenannten glazial-vulkanischen Zone, die ihrerseits wiederum einen Gürtel innerhalb des Bereiches der tertiären Basaltergüsse bildet. Wir können damit also eine allmähliche deutliche Regression der vulkanischen Aktivität und eine Konzentration der Eruptionspunkte auf engeren Raum konstatieren. Die Parallelität dieser Zone mit der glazial-vulkanischen legt allerdings die Vermutung nahe, daß auch ihre Eruptionsspalten den heutigen parallel waren, besonders da die Richtung dieser Spalten von der Richtung der Begrenzungslinien des vulkanischen Gürtels stark beeinflußt wird.

Die Eruptionsspalten der Basaltformation scheinen dagegen, nach der Lage zahlreicher Gänge zu urteilen, noch anderen Richtlinien gefolgt zu sein.

Der rezent-vulkanische Gürtel Islands zieht sich als breites Band von der Nordküste zwischen den großen Gletscherflüssen Skjálfafljót und Jökulsá i Axarfirði quer durch die Insel nach Süden bis in den gewaltigen Tuffsockel des großen Inlandeisfeldes des Vatnajökull; hier biegt er nach SW ab, um sich in dieser Richtung bis zur äußersten SW-Spitze der Insel, dem Kap Reykjanes (Rauchkap), fortzusetzen; von dort ab ent-

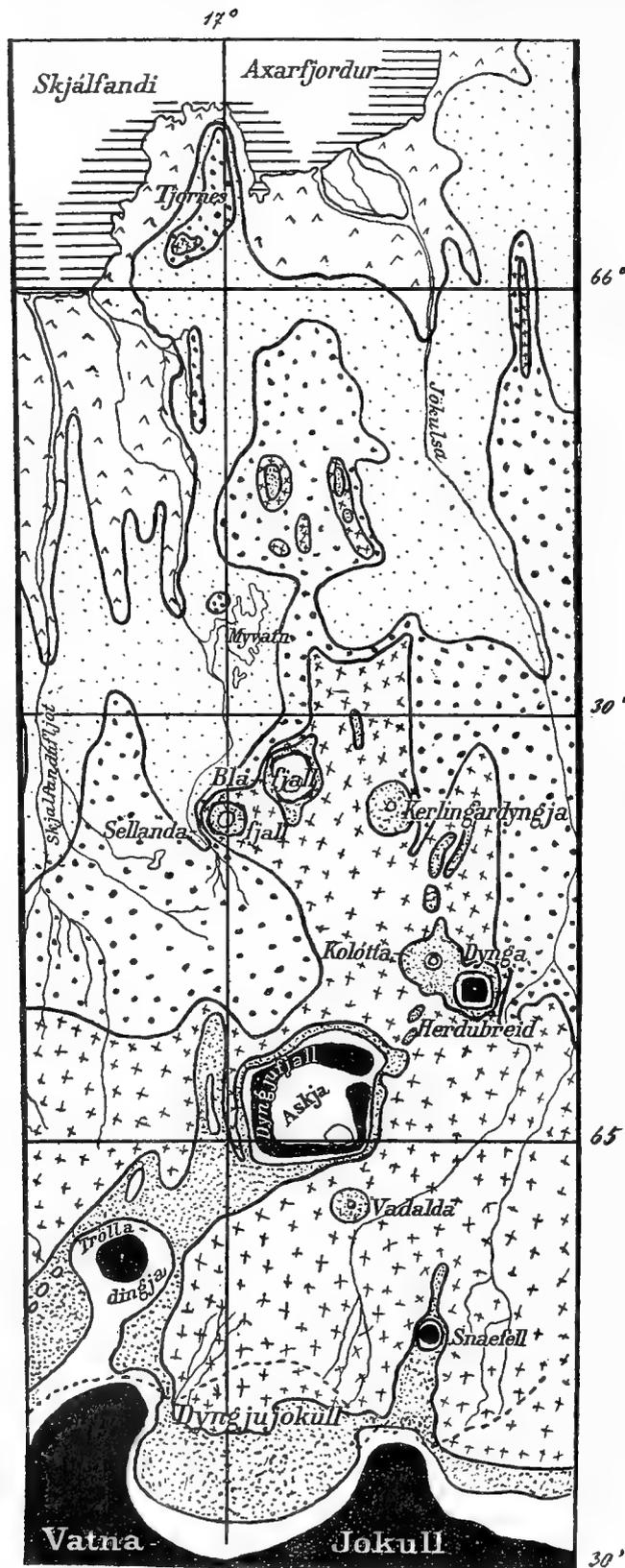
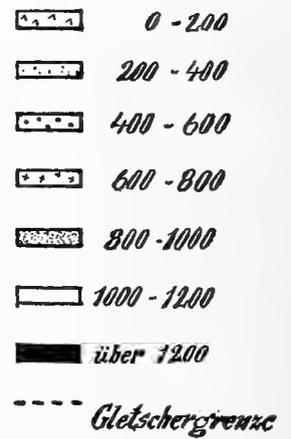


Fig. 3.



Übersichtskarte des jungvulkanischen Senkungsgebietes Nord- und Zentralislands mit Höhengschichten nach Th. Thoroddsen.

zieht sich die vulkanische Zone der Beobachtung, doch gaben gelegentlich beobachtete untermeerische Eruptionen und Seebeben die Beweise für ihre unterseeische Fortsetzung auf noch weitere 1100 km.

Für diese Arbeit ist es nötig, etwas näher auf die Einzelheiten im Bau des nördlichen Teiles dieser vulkanischen Zone einzugehen (vgl. die Karte, Fig. 3). Bei normaler Lagerung folgt auf Island meist über dem Basalt Palagonituff und über diesem doleritische Lava, die ihrerseits die rezenten Lava-meere vielfach unterlagert. Das Tal des Skjálfandafljót wird im Westen von steilen Basaltwänden begrenzt, die sich bis über 900 m Höhe erheben, und teilweise noch eine Überdeckung mit doleritischer Lava aufweisen. Im Osten dagegen erheben sich flache breite Dolerithügel zu kaum 300 m über die Talsohle. In diesem Tal läuft also die große Bruchlinie, die den rezent-vulkanischen Gürtel um mindestens 600 m gegen das Basaltgebirge verworfen hat. Im Osten ist die Begrenzungslinie dieses gewaltigen Grabenbruches nicht so deutlich ausgeprägt, folgt aber ebenfalls auf große Strecken dem Tal eines mächtigen Gletscherflusses — der Jökulsá. Ihr Bett ist meistens flach und breit, da es sich größtenteils in einer weiten Ebene jüngster Alluvionen befindet, welche die tektonischen Linien verhüllen. Sie bildet die östliche Grenze der rezenten Lavafluten des Grabens, während ihrem Ostufer Palagonitbergzüge und streckenweise auch Basaltzüge folgen. Den Betrag der Verwerfung im Osten kennen wir daher nicht. Thoroddsen nimmt an, daß er geringer war als im Westen. Da das gesamte Gelände auch ein allgemeines leichtes Fallen nach Norden zeigt, betrachtet er das Senkungsfeld als eine windschiefe, nach Norden und Westen geneigte große Tafel.

Diese Vermutung findet in der Verteilung der Höhen der einzelnen Gebirgszüge und -stücke dieses Gebietes eine starke Stütze. Denn auf diese Weise läßt sich leicht die deutliche Zunahme der Höhen der Palagonitgebirge sowohl von Norden nach Süden, als auch die weniger deutliche und jedenfalls geringere von Westen nach Osten erklären. Diese Erhebungen sind zweierlei Natur. Man kann scharf unterscheiden zwischen

1. langgestreckten, schmalen Tuffgebirgsrücken, die schon durch ihre schroffen Formen ihre Jugendlichkeit bezeugen. Sie streichen fast durchweg N—S, entsprechend der Richtung der jungvulkanischen Eruptionslinien und der Hauptbegrenzungslinien des Grabenbruches. Während diese letzteren jedoch fast durchweg vulkanfrei blieben (!), sind es vornehmlich die Bruchlinien dieser Horste, die dem Magma zum Austritt gedient haben;

2. hohen, massigen Tafelbergen, von nahezu quadratischem Grundriß, deren Sockel aus Tuff besteht und durch eine mächtige Lavakappe vor Denudation geschützt ist. Diese Tafelberghorste stellen, wie ich in der bereits erwähnten Arbeit nachgewiesen habe, stets die Zentralpartien alter Schildvulkane dar und verdanken dieser ihrer Eigenschaft ihre Festigkeit gegenüber den absinkenden Schollen der Umgebung.

Diese Tafelberge sind für unsere Betrachtung von besonderer Bedeutung, weil unter ihrer Lavadecke sich die ursprüngliche Oberfläche des Tuffgebirges erhalten hat, die dagegen bei den Tuffgebirgszügen durch das rasche Arbeiten der Denudation vielfach wohl bereits um wesentliche Beträge, deren Größe uns im einzelnen nicht bekannt ist, erniedrigt worden ist. Jedenfalls sind die Höhen der Tuffzüge je nach ihrer Lage auf der genannten windschiefen Tafel des Einbruchfeldes stets niedriger als die obere Grenze des Tuffs bei den ihnen bezüglich der Lage am nächsten stehenden Tafelbergen. Die Auflagerungsfläche der Lava auf dem Tuff ist stets eine praktisch horizontale und stellt die Oberfläche der damaligen Palagonitebene dar, deren einstiges Niveau sich in diesen Resten erhalten hat. Sie zeigt an allen mir bekannten Stellen nur ganz geringe flachwellige Unebenheiten, die bereits durch den ersten Lavaerguß der sie überflutenden Magmamassen völlig ausgeglichen wurden.

Es sei mir gestattet, den hier ausgeführten Gedankengang durch ein Beispiel an der Hand der Karte zu belegen: Folgen wir zunächst dem Bruchfelde von Nord nach Süd, so müssen die weitesten Absenkungen und niedrigsten Höhen sich im Norden finden und nach Süden ansteigen. Dementsprechend liegen die Dolerithöhen gegenüber von Ljosavatn, etwa 300 m hoch. In der Gegend von Lundarbrekka (etwa 30 km südlich) erreichen sie bereits die 400 m-Kurve, um nach abermals 50 km weiter südwärts die 600 m-Kurve zu überschreiten. Dasselbe Bild zeigen die Palagonithöhenzüge. Auf den Höhen im Süden von Husavík erreicht der Palagonit 300 m, in den Lambafjöll 400 m. Noch weiter nach Süden bleiben die Palagonitberge in der weiteren Umgebung des Mývatn durchschnittlich zwischen 400 und 500 m und steigen nur an wenigen Stellen über 600 m an. Diese Höhenlage entspricht ungefähr dem Niveau der palagonitgeschützten Sockel der benachbarten Tafelberge Sellandafjall und Bláfjall; etwa 800 m haben weiter südlich die Herdubreiðarfjöll, noch weiter im Süden erreichen die noch von Lavalagen bedeckten Herdubreiðartögl über 1000 m. Zwischen

beiden steht der Tafelberg Herdubreid, dessen obere Tuffgrenze wenig über 1000 m liegt. Im SW der Herdubreid endlich ragen die Dyngjufjöll empor, deren Tuffzüge bis etwa 1500 m Höhe erreichen. Noch weiter im Süden erhebt sich das Eis des Vatnajökull, dessen Unterlage aller Wahrscheinlichkeit nach größtenteils von Palagonit gebildet wird, bis zu Höhen von über 1800 m.

In ähnlicher, wenn auch nicht so klarer und auffallender Weise zeigt sich im allgemeinen eine Zunahme der Höhenlage der Bergzüge von Westen nach Osten. Legen wir ein Profil durch die Gegend nördlich des Mývatn, so finden wir im Westen die Dolerithöhen bis zu etwa 300 m emporragen; das Palagonitgebirge im Norden des Mývatn steigt gegen Osten von etwa 300 zu 500 m an und erhebt sich östlich hiervon in der Umgebung des Hrafninnuhryggur ganz allgemein über die 500 m-Kurve, in einzelnen Punkten bis über 800 m emporragend (z. B. Krafla). Legen wir einen ähnlichen, etwas kombinierten Schnitt weiter im Süden, etwa in der Gegend von Myri, durch die Bruchzone, so finden wir im Westen bei Myri Dolerithöhen bis über 400 m, nach Osten fortschreitend den Sellandafjall 1002 m, den Bláfjall 1225 m, die lavaentblösten Herdubreidartögl 850 m und im Süden hiervon die Herdubreid mit 1660 m. Die Mächtigkeit der Lavadecken auf Sellandafjall, Bláfjall und Herdubreid ist annähernd die gleiche und beträgt zwischen 500 und 600 m. Subtrahiert man diese Zahl von den absoluten Höhen, so erhält man das gleiche relative Höhenverhältnis für die einstige Tuffoberfläche.

Die in diesen Verhältnissen sich andeutende windschiefe Stellung des nach Norden einfallenden Bruchfeldes ist jedoch für diese Arbeit weniger ausschlaggebend. Vor allem bedeutungsvoll ist hauptsächlich das regelmäßige Ansteigen der Bruchzone von Norden nach Süden, und das wichtige Resultat dieser Betrachtungen liegt darin, daß die großen Höhen der Dyngjufjöll sich in natürlicher Weise aus dem geologischen Bau der Gegend ergeben, durchaus gesetzmäßig sind und sich leicht in den Rahmen des geologischen Bauplanes des vulkanischen Bruchfeldes einfügen.

Ich habe im vorhergehenden bereits erwähnt, daß die Tafelberge von Lavakappen auf ihrer Oberfläche gegen die Einflüsse der Denudation geschützt werden. Damit drängt sich unwillkürlich die Frage auf: Warum tragen nicht auch die schmalen Tuffgebirgszüge Lavadecken? In Beant-

wortung dieser Frage ist zuerst die Möglichkeit zuzugeben, daß große Strecken des Tuffs vielleicht niemals von Lava bedeckt waren. Doch ging zweifellos die Lavabedeckung des Tuffs in früheren Zeiten bedeutend weiter als heute; dafür haben wir zahlreiche Anhaltspunkte. Thoroddsen erwähnt an den verschiedensten Stellen seines an vortrefflichen Beobachtungen so sehr reichen Buches¹ Einlagerungen von Lavalagen und Reste von Lavadecken an den Gehängen dieser Gebirgszüge. Als Beispiel möchte ich die breiten alten Lavaterrassen im NO des Bláfjall erwähnen. Auch in den Herdubreidarfjöll sind Reste früherer Lavabänke auf ihren Höhen in Gestalt von Lavaschollen und schichtartigen Lavaeinlagerungen in den oberen Partien häufig. Am schönsten zeigen jedoch die Herdubreidartögl diese Verhältnisse: Über dem mächtigen Tuffgrundgebirge ruhen etwa in gleicher Höhe wie bei der benachbarten Herdubreid selbst noch zusammenhängende, allerdings schon stark zerstörte und vielfach zerbrochene Reste mehrerer übereinandergelagerter Lavadecken, die nichts anderes als die Fortsetzung der Herdubreidlaven darstellen können.

Die gleichen Verhältnisse weisen die Dyngjufjöll auf, worauf ich später noch zurückkommen werde. Das nördliche Vorland derselben wird von breiten Terrassen älterer Lavaflächen eingenommen; auch zwischen den Höhen des Gebirges selbst hat sich ein plateauartiges Stück, das aus zahlreichen mächtigen Lavalagen zusammengesetzt ist, im Ganzen unzerbrochen eingesenkt, und ist dadurch in seinem vollen Umfange erhalten geblieben. Ebenso finden sich an der Süd- und Ostwand häufig schichtartige Zwischenlagerungen von nahezu horizontalen Lavabänken — alles Reste früher weiter ausgedehnter, jetzt vielfach unter das Niveau der jüngsten Magmaergüsse versenkter Lavamassen.

Der starke Kontrast, der beim Vergleich der spärlichen und zerrüteten Lavareste auf den Tuffgebirgszügen und der ungestörten, wohl erhaltenen Lavakappen der Tafelberge auffällt, erklärt sich nach meiner bereits an anderem Orte² begründeten Ansicht daraus, daß die Tafelberge bei dem starken Druck, dem die horstartigen Schollen von seiten des absinkenden Gebiets unterworfen wurden, durch das Gerüst ihrer zentralen Magmaaxe gestützt und gefestigt wurden, im Gegensatz zu den nach-

¹ Th. Thoroddsen, Island. Erg. Hefte 152 u. 153 zu Peterm. Mitt. 1905 und 1906.

² A. a. O. A. S. 85—121.

giebigen und sich zersplitternden Tuffgebirgszügen, die ohne festen Kern bei geringer Breite und großer Länge den Druckkräften nur wenig Widerstand entgegensetzen konnten. Dadurch sind heute die meisten Tuffgebirgszüge ihrer Schutzdecke mehr oder weniger beraubt. Ihre frischen, steilen Formen zeigen, daß dies aber noch nicht lange der Fall sein kann, denn bei den stark wirkenden Einflüssen von Frost und Wind auf dem ungeschützten Hochland Innerislands ist von diesem Moment bis zur Ausbildung echter Mittelgebirgsformen, d. h. tief im Schutt versinkender Höhen und Täler mit flachen Böschungen nur noch ein Schritt.

Die Dyngjufjöll zeigen, der großen Zahl und Kompliziertheit der hier auf breitem Raum ineinandergreifenden und einander folgenden geologischen Vorgänge entsprechend, verschiedene Stadien auf dem Wege dieser Entwicklung. Während weite Teile im Norden durch Lavaüberdeckung gegen die Einflüsse der Witterung fast gänzlich geschützt sind, zeigen die sich anschließenden exponierten Tuffhöhen, die bis zu etwa 1500 m emporragen, bereits völlig den Charakter einer Mittelgebirgslandschaft, wie Spethmann in seiner Arbeit¹ sehr hübsch darlegt. Im Südosten dagegen begegnen wir den jugendfrischen Bergformen, die erst im Anschluß an die Eruption von 1875 zur Ausbildung kamen.

Was das Alter der großen Versenkungsvorgänge in dem rezent-vulkanischen Graben Islands betrifft, so ist zunächst festzustellen, daß dieselben auch heute allem Anschein nach noch nicht zum Abschluß gekommen sind.

Ihre ältesten Anfänge sind sicher jünger als die jüngsten geschrammten Laven, denn diese sind überall mit verworfen.

So liegen westlich des Skjálfandafjót geschrammte Doleritlaven auf den Basalthöhen in etwa 900 m Höhe, während sie im Osten die Höhenrücken bis zu 300 m Höhe zusammensetzen. In der Umgebung des Sellandafjall liegen doleritische geschrammte Laven auf etwa 400 m Höhe. Den Horst selbst krönt eine Kappe gleichartiger geschrammter Lava in einer Höhenlage von etwa 1000 m.

Aber auch die unmittelbar auf das Glazial folgende Zeit fand das Land noch nicht versenkt vor, denn zunächst bildeten sich nun die gewaltigen Schildvulkane Bláfjall und Herdubreid aus, deren postglaziales

¹ H. Spethmann, Vulkanologische Forschungen im östlichen Zentralisland. N. Jahrbuch, Beil. Bd. 26, 1908, S. 381 ff.

Alter ich an anderer Stelle¹ klargelegt habe. Sie wurden in gleicher Weise von dem nach dem Erlöschen ihrer eruptiven Tätigkeit beginnenden Absinken des Grundes ergriffen wie der glaziale Sellandafjall. Dies ist auch die Zeit, in der die heutige Gestalt der Dyngjufjöll angelegt wurde, während die Askja noch jüngeren Alters ist.

Ebenso wie ich fand auch Spethmann nur postglaziale Laven in den Dyngjufjöll, und ich kann noch hinzufügen, daß auch die Laven im nördlichen Vorlande der Dyngjufjöll, die die Thoroddsensche Karte als präglazial angibt, wahrscheinlich postglazial, wenn auch sehr alt sind; denn ich habe auf ihnen keinerlei Eisschrammung entdecken können und auch keine diesbezügliche Mitteilung in der Literatur erwähnt gefunden, dagegen zeigten sich stellenweise noch verhältnismäßig wohlerhaltene Fließstrukturen.

Bláfjall, Herdubreid, Dyngjufjöll sind daher geologisch gleichaltrige vulkanische Bildungen; ihre Entstehung setze ich in die der Glazialzeit unmittelbar folgende Zeit. Die gleiche Ansicht hat auch Spethmann bezüglich der Dyngjufjöll in seiner Arbeit ausgesprochen.

Daß diese Zeit noch weit jenseits der historischen Periode liegt, erhellt ohne weiteres aus der Tatsache, daß in dem damals gesenkten Gebiete neue Schildvulkane entstanden (z. B. Kollotta Dyngja), von denen ebenfalls die Geschichte keinerlei Ausbrüche authentisch überliefert, so daß wir sie sämtlich seit historischer Zeit als erloschen betrachten müssen. Vielmehr weisen an den Gehängen dieser Vulkane sogar jüngste Spaltenbildungen auf die Vorbereitung des von anderen schon durchlaufenen Zyklus der Herausmodellierung zu Tafelbergen hin.

Ich habe im vorangehenden die Tafelberge des isländischen Hochlandes bereits als Horste angesprochen, d. h. als Reste eines ehemals höher gelegenen Landgebietes, das an Brüchen allseitig in die Tiefe gesunken ist. Die nahezu senkrechten Wände der Tafelberge zeigen, daß es sich hierbei um annähernd vertikale Verschiebungen, also um vertikale Verwerfungslinien, handelt. Die Bruchnatur dieser Wände ist so charakteristisch und auffallend, daß sie eines weiteren Beweises nicht bedarf.

Eine einzige andere Erklärung der Entstehung der Tafelberge wäre an sich denkbar: man könnte sie vielleicht als vulkanische Auftreibungen an-

¹ Hans Reck a. a. O.

sehen. Daß dies nicht der Fall ist, ergibt sich neben anderen Gründen vornehmlich aus der Gesetzmäßigkeit ihrer Höhen, die in der vorher besprochenen Weise genau ihrer Lage auf der genannten windschiefen Tafel des Bruchfeldes entspricht. Ferner ist der Umriß der Tafelberge ein mehr oder weniger quadratischer, und zwei der parallelen Bruchwände streichen in allen Fällen annähernd N-S. Die beiden anderen laufen ungefähr senkrecht dazu. Die Bergkante an zwei derart zusammenstoßenden Flächen ist meist noch scharf, manchmal sind die Ecken auch gerundet. Die Massive der Tafelberge stellen feste Widerlager gegenüber den jungvulkanischen Spalten dar, die infolgedessen an ihnen absetzen oder ausbiegen, wie es am Bláfjall auf der Karte Thoroddsens besonders deutlich zum Ausdruck kommt.

Vergleichen wir hiermit den äußeren Umriß der Dyngjufjöll: im Norden und Süden finden sich 700—800 m über die Lavafläche des umgebenden Odáðahraun emporrage hohe O-W streichende Tuffgebirgszüge; im Osten und Westen streichen sie N-S. Sie erheben sich abrupt aus der fast horizontalen Ebene, im Norden und Süden sind sogar mehrere Terrassen mit deutlichen Staffelbrüchen bekannt. Daß diese Gebirgszüge einstens weitgehend mit Lava überdeckt und durch sie geschützt waren, habe ich bereits erwähnt. Ebenso bereiten sie auch den auf sie zustreichenden jungen Vulkanspalten ein Ende. So findet die von SW aus dem Odáðahraun auf die Südwestecke der Dyngjufjöll zustreichende Vulkanreihe an ihrem Fuße ihr Ende, ebenso die aus NNO bis an die Nordostecke des Gebirges laufende Eruptionsspalte.

Wir haben somit die Grundzüge des Baues der Tafelberge wie auch ihres Verhaltens gegenüber ihrer Umgebung auch an den Dyngjufjöll wiederzuerkennen vermocht; die speziellen Verschiedenheiten werden noch zu besprechen sein.

Außer den tafelbergartigen Horsten habe ich noch kurz des Baues der zweiten Art von Erhebungen innerhalb der vulkanischen Bruchzone Erwähnung zu tun, der bereits genannten schmalen, langgestreckten Tuffgebirgszüge. Sie erheben sich stets abrupt aus einer nahezu horizontalen Ebene, gegen die sie beiderseits mit steilen Böschungen einfallen, und beweisen dadurch ihre Jugendlichkeit. Ihr Fuß markiert stets eine Bruchlinie und dient mit Vorliebe vulkanischen Eruptionen zum Austritt: den Spalteneruptionen. Trotz des geringen Querschnitts der Gebirgszüge sind

diese öfters gerade in ihren höchsten Erhebungen auf große Strecken hin von klaffenden Spalten durchzogen, die ebenfalls in manchen Fällen vulkanischen Eruptionen zum Austritt gedient haben. Bei derartigen Spalteneruptionen, die auf den Höhen der Gebirgsrücken stattfanden, bleibt gewöhnlich die mit dem Fuße des Berges zusammenfallende Hauptabbruchslinie vulkanfrei; hierfür bietet die Spalte des Leirhnúkur, nordöstlich von Mývatn, ein schönes Beispiel. Es ist dies im kleinen die gleiche Erscheinung, die sich bei Betrachtung des gesamten vulkanischen Bruchfeldes zeigt, daß nämlich auch dort die randlichen Hauptverwerfungsspalten vulkanfrei sind, während der Vulkanismus sich auf einzelne Punkte und Sprünge innerhalb derselben konzentriert.

Das gleiche Bild geben die Dyngjufjöll, indem auch dort der Fuß des Gebirges meist vulkanfrei ist. So sind mir auf der großen Bruchlinie, entlang der im Norden die Dyngjufjöll sich über die Lava des Odáðahraun erheben, keinerlei Vulkane bekannt, während auf den höher gelegenen Absenkungsstufen Spalteneruptionen stattgefunden haben. Da die Bruchlinien des ganzen Gebietes, wie bereits erwähnt, soweit sie sich verfolgen lassen, stets ziemlich lotrecht in die Tiefe setzen, so darf man bei der hier herrschenden Gleichartigkeit der tektonischen Vorgänge, die unter Ausschluß von Faltungen Brüche an Brüche reihen, wohl diese Fallrichtung als die allgemein herrschende ansehen; unter dieser Annahme erscheint mir aber eine Erklärung des ebengenannten auffallenden Auftretens von Vulkanlinien nur unter dem Gesichtspunkt erklärlich, daß das auf der zentralen Spalte des Gebirgsstückes aufsteigende Magma durch seinen Seitendruck die Wände der randlichen Spalten gegeneinanderpreßte und schloß; denn es wäre sonst ganz unerklärlich, warum es oft erst in einem mehrere hundert Meter höheren Niveau zum Austritt käme, wenn es unbehindert bereits am Fuße des Gebirges die Oberfläche hätte erreichen können.

Noch wissen wir nichts Bestimmtes über die Tiefe des Sitzes der magmatischen Herde, immerhin aber weisen die neuesten diesbezüglichen Untersuchungen¹ unzweideutig in der Richtung sehr seichter Vulkanherde. Wenn beim Stromboli schon das Schwanken des Luftdrucks Einfluß auf die vulkanische Aktivität gewinnt, wenn ferner isländische Vulkanspalten vor

¹ Z. B. von Knebel, Über Lavavulkane auf Island. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1906.

200 m hohen Palagonithöhen auszuweichen versuchen¹, so muß hier notwendig eine entgegengesetzte Kraft vorhanden sein, welche die Lava bei ihrem Emporsteigen bis zu den Höhen der Gebirgskämme daran hindert bereits vorher auszutreten, und diese Kraft kann ich nur in der horizontalen Druckkomponente des zwischen seitlichen Spalten aufsteigenden Magmas selbst finden. Es verdient immerhin betont zu werden, daß danach vulkanische Kräfte Spalten gelegentlich nicht nur aufzureißen, sondern auch zu schließen vermögen.

Es liegt der Gedanke nahe, diese Verhältnisse auch auf manche Fälle zu übertragen, in denen es an sich rätselhaft erscheint, warum spaltenlose Vulkane in der Nähe von Spalten und Verwerfungen von oft großer Länge und Sprungweite auftreten, nicht auf diesen, sondern, oft noch dazu in höherem Niveau, nahe bei ihnen entstanden. Unter diesem Gesichtspunkt käme es eben weniger darauf an, ob das eruptionsfähige Magma in der Tiefe von einer entstehenden Spalte angeschnitten würde, als vielmehr darauf, ob es nicht einen Punkt in der Nähe dieser Spalte gäbe, an dem sich das Magma bereits vorher in höherem Niveau befand. Denn dieser Punkt könnte dann leicht die für den Ausbruch prädestinierte Stelle werden, indem das Magma hier auf dem Wege zur Eruption an sich bereits einen Vorsprung hätte und durch Seitendruck die Funktion der Spalte als Schwächelinie — und nur darauf kann es ankommen — für die tiefer liegenden Partien des Herdes eliminieren würde.

Ich habe bereits erwähnt, daß die Hauptverwerfungslinien der horstartigen Gebirge des nördlichen Island ausschließlich N-S streichen; ich habe auch bereits angeführt, daß sie die bevorzugten Linien der Spalteneruptionen darstellen. Die Spalteneruptionen des Nordlandes folgen sämtlich ziemlich genau der N-S-Richtung. Ein ganz anderes Bild zeigt die vulkanische Zone Südislands. Dort streichen Gebirgszüge wie Vulkanspalten ganz allgemein von SW nach NO. Diese zwei Richtungen sind die charakteristischen Leitlinien des rezenten Vulkanismus auf Island.

Thoroddsen² glaubte nun, daß die Dyngjufjöll — als Vulkan betrachtet — ihre dominierende Stellung gerade ihrer wichtigen Lage im

¹ Sapper, Über einige isländische Vulkanspalten und Vulkanreihen. N. Jahrbuch 1908. Beil. Bd. 26. Hans Reck, a. a. O. S. 77.

² Th. Thoroddsen, Island.

Schnittpunkt dieser zwei Spaltensysteme im zentralen Island verdanken würden. Diese Ansicht bedarf zweifellos der Modifikation.

Betrachten wir nämlich die Lage einiger Vulkanreihen in der weiteren Umgebung der Dyngjufjöll, so finden wir, daß diese zwei Richtungen gar keinen Schnittpunkt haben, sondern allmählich ineinander übergehen. Als allgemein charakterisierend für die Richtung der vulkanischen Spalten des Südländes nenne ich nur Laki und Eldgjá, beide mit einem Streichen von etwa $O 45 N$. In der gleichen Richtung streicht eine namenlose Vulkanlinie gegen die Südwestecke der Dyngjufjöll, wo sie abbricht und ihr Ende findet. Eine andere Vulkanspalte, die Kverkhnúkaránir, die südlich der Dyngjufjöll aus dem Eise des Vatnajökull auftaucht, hat bereits ein Streichen von $O 55-70 N^1$. An der Nordostecke der Dyngjufjöll findet eine andere Vulkanreihe, die Dyngjutindar, mit einem Streichen von $O 65 N$ ihr Ende. Im Norden davon streichen die Herdubreidarfjöll $O 70 N$, während noch weiter nördlich bei der Sveinagjá und der Spalte von Leirhnúkur ein fast reines N-S-Streichen allgemein herrscht.

Von einem Schnittpunkt von zweierlei Spaltensystemen ist tatsächlich nirgends etwas zu beobachten, vielmehr werden die angeführten Beispiele zeigen, daß es sich hier um ein allmähliches Umbiegen der Vulkanlinien handelt, das bei dem allgemeinen innigen Zusammenhang von Vulkanismus und Tektonik in diesem ganzen Gebiete wohl als der Ausdruck des schalenförmigen Umbiegens der nach Norden und Westen flach geneigten Senkungszone gedeutet werden darf.

Nahe der äußeren höher gelegenen, östlichen Peripherie dieser Umbiegungszone erheben sich die Dyngjufjöll, ohne jeden sichtbaren Zusammenhang mit irgendwelchen älteren Spalten als größtes selbständiges Vulkanmassiv Islands.

Thoroddsens Hypothese von der Schnittpunktlage der Dyngjufjöll wird auch dadurch noch mehr ins Ungewisse gerückt, daß wir nicht vergessen dürfen, daß die an dem Bergmassiv unter verschiedenen Winkeln abstoßenden Vulkanreihen zweifellos jünger sind als die Dyngjufjöll. Daß wir aber über Spaltenrichtungen auch aus der Zeit der jüngsten Vereisung gar nichts Bestimmtes wissen, habe ich bereits dargelegt. Die Vulkan-

¹ Eine genauere Angabe ist mir nicht möglich, weil die angegebene Streichrichtung auf der geologischen Karte Th. Thoroddsens wesentlich von der auf der Karte der Bruchlinien Islands (von dem gleichen Verfasser) abweicht.

linien aber, die sich innerhalb der Dyngjufjöll ausgebildet haben, folgen zunächst den von den Bruchlinien des Massives vorgeschriebenen Richtungen und weisen, diesem Verhalten entsprechend, keinerlei Beziehungen zu den SW–NO streichenden Spalten des Südländes auf, während das N–S-Streichen des Nordlandes an den N–S streichenden Vulkanspalten der gleichgerichteten Randgebirgszüge zum Ausdruck kommt. O–W streichende Vulkanreihen sind meines Wissens bisher einzig und allein von den Dyngjufjöll in Island bekannt. Sie traten als Folge der Absenkungserscheinungen auf den senkrecht zum normalen Hauptstreichen laufenden Abbruchsspalten der Hochlandshorste auf, und sind daher natürlich sehr jugendlichen Alters.

Die Erklärung für die Entstehung der bei allen hier angeführten Horsten typischen O–W-Bruchlinien liegt wohl in der notwendigen Auslösung der gewaltigen Spannungen auf kürzestem Wege, die durch ihren Widerstand gegen das allgemeine N–S-Sinken des Landes entstanden waren.

Eine Verwandtschaft des Dyngjufjöll-Vulkans mit den bis an seinen Fuß herantretenden SW–NO-Spaltenrichtungen wird, wie gesagt, durch keine Beobachtung gestützt. Die näheren Beziehungen desselben zu dem Vulkan-system des Nordlandes dagegen ergeben sich außerdem noch durch die Beobachtungen der Eruptionen des Jahres 1875: während das Südländ ruhig blieb, folgte auf die großen Explosionen des Jahres 1875 in der Askja ein in offenkundigen Wechselbeziehungen zu diesen stehender Erguß von Lava aus der etwa 60 km weiter im Norden N–S streichenden Sveinagjá. Diese Verhältnisse veranschaulicht am besten eine im Kap. V dieser Arbeit gegebene Tabelle, auf die ich verweise.

Auf die aus den Vergleichen der dort gegebenen Beobachtungen sich ergebenden Schlüsse werde ich noch zurückzukommen haben; hier genügt die Feststellung, daß die Dyngjufjöll nach Form und Eruptionstätigkeit einen Zusammenhang mit zwei vulkanischen Systemen nicht zeigen, daß sie nur vom System der Nordlandvulkane beeinflusst zu werden scheinen, daß sie ferner nicht im Schnittpunkt, sondern in der Umbiegungszone der nordländischen in die südländischen Vulkanrichtungen liegen.

Schon aus der völligen Übereinstimmung des geologischen Aufbaues mit den nachgewiesenermaßen¹ spaltenlos entstandenen Schildvulkanzentren, die

¹ H. Reck, Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane. Neues Jahrbuch f. Min. usw. 1910, Heft 6.

sich heute in Gestalt der Tafelberge uns darbieten, kann man durch Analogieschluß auf die Selbständigkeit der Dyngjufjöll als Islands gewaltigstes Vulkanzentrum schließen.

Dieser Schluß wird gestützt dadurch, daß ebensowenig wie bei den Tafelbergen die Dyngjufjöll an ihren durch keinerlei Vegetation bedeckten Wänden durch irgendwelche Spalten angeschnitten sind; wenigstens wurden solche bisher noch nicht beobachtet. Die Spalten aber, von denen bisher die Rede war, sind sämtlich jünger als der ursprüngliche Dyngjufjöll-Vulkan, dessen Zentralpartie heute, wenn auch in einer Caldera versenkt, dennoch als gewaltige kompakte Lavasäule mit seinen Tuffrandgebirgen als Horst hoch über das umgebende Odáðahraun emporragt. Das durchweg jüngere Alter dieser Vulkanspalten ergibt sich klar aus der Tatsache, daß sie die Absenkungsspalten des Massivs sind, auf denen ausschließlich die späteren eruptiven Erscheinungen zutage traten. Dies geschah also erst dann, als das Massiv der Dyngjufjöll nicht nur in seinem Aufbau vollkommen vollendet war, sondern als seine Zerstückelung bereits begonnen hatte, und allem Anschein nach sogar schon sehr weit fortgeschritten war. Es sind die Abbruchsspalten der Dyngjufjöll danach rein lokale Spalten, die beeinflußt durch die N-S-Senkungsrichtung des vulkanischen Gürtels, also erst nach dessen Anlage, im Anschluß an ihn entstanden.

Bei all diesen Betrachtungen drängt sich immer wieder die Frage auf: sind die Spalten dieses ganzen rein vulkanischen Gebietes tektonisch oder vulkanisch?

Es ist dies eine Frage, deren Lösung ich nicht zu geben vermag.

Vielleicht kann sie auf einem ausschließlich vulkanischen Gebiet überhaupt nicht entschieden werden, weil hier ja die Grenze gegen das sedimentäre Gestein fehlt, aus dessen Verhalten und Aufbau gegenüber den vulkanischen Gesteinen wir vielleicht auf die Kräfte, die beide zersplitterten, vergleichend zurückschließen könnten. Sehr richtig sagt Sapper in seiner Arbeit über die Südlandvulkane Islands¹, daß es an sich unwahrscheinlich sei, daß die vulkanische Kraft selbständig eine lange, schmale Linie zur Eruption wählen würde, wenn diese nicht als Schwächelinie vorgezeichnet sei. Aber ist dies nicht nur eine Rückwärtsverlegung der entscheidenden Frage um einen Schritt? Vielleicht hat ältere vulkanische Kraft

¹ Sapper a. a. O.

diese Spalte geschaffen, vielleicht waren es tektonische Vorgänge. Denn man kann doch nicht Spalten deshalb für tektonisch erklären, weil sie keine Vulkane tragen. Wenn ein langer, schmaler Gebirgszug an seinem Fuß von vulkanfreien Spalten begleitet wird, während auf seinen Höhen eine vulkantragende Spalte streicht, oder umgekehrt, wie auch beide Fälle in der Natur vorkommen, — wer möchte hier den Unterschied feststellen zwischen vulkanischen und tektonischen Bruchlinien?

Diese Frage gipfelt für Island nur in der größeren Frage: Ist der rezent-vulkanische Gürtel, der quer durch die Insel zieht und auch untermeerisch noch auf weite Strecken sich fortsetzt, tektonischer oder vulkanischer Anlage? Wir kennen nicht wenige Fälle einer deutlichen Korrelation zwischen Ausbruch und Einbruch, wie wir sie auch in den Dyngjufjöll noch wiederfinden werden, und wie dies auch schon Spethmann erkannt und für diesen Fall beschrieben hat. Ist also etwa der vulkanische Gürtel nach Art mancher Kalderen nur ein Einsturz über einem sich erschöpfenden Magmanest, und sind vielleicht die großen, schalenförmigen Einbrüche der großen Buchten Islands gleichartige Erscheinungen? Vielleicht gölte dies auch für die Zerstückelung der ursprünglich wohl zusammenhängenden, von England über die Färöer nach Island und Grönland sich erstreckenden Basaltplateaus der tertiären Eruptivpanzerung der nördlichen Weltteile? Oder sind alle diese tief eingreifenden Schollenverschiebungen nur auf Gebirgsbildung zurückzuführen? Mir scheint, daß bei der Schaffung solcher großzügiger Linien im Antlitz unserer Erde sich untrennbar Vulkanismus und Tektonik als gleichwertige Elemente die Hand reichen.

Kapitel II.

Das Randgebirge Dyngjufjöll.

Die Lavaterrassen und Höhenverhältnisse der nördlichen Dyngjufjöll. — Das Lavaplateau. — Der ursprüngliche Askjavulkan. — Die postglazialen Verwitterungsverhältnisse. — Gänge in den östlichen Dyngjufjöll. — Die Lavaschollen und Einlagerungen der südöstlichen Dyngjufjöll. — Schlußfolgerungen aus dem Auftreten der intrusiven Einlagerungen. — Zusammenfassung der Resultate über die Natur des ursprünglichen Askjavulkans. — Die südlichen Dyngjufjöll. — Die westlichen Dyngjufjöll. — Die Pässe des Gebirges. — Alter der inneren Abbrüche in den Dyngjufjöll.

Dyngjufjöll (Haufenberge)¹ pflegte man bisher zumeist nur das Gebirge im Norden des Askjakessels zu bezeichnen, während die ihn auf allen anderen Seiten begrenzenden Tuffzüge namenlos blieben. Ich möchte nun hier vorausschicken, daß ich bei der in den folgenden Zeilen notwendigen Benennung auch dieser Bergzüge den Namen Dyngjufjöll auf ihre Gesamtheit ausdehne und also unter diesem Namen das gesamte Randgebirge der Askja verstehe, deren einzelne Teile sich bei den Detailangaben sehr gut nach Himmelsrichtungen näher definieren lassen.

Nähern wir uns nach den im vorigen Kapitel vorausgeschickten allgemeinen Betrachtungen den Dyngjufjöll von Norden her, so fällt sofort der terrassenförmige Aufbau der Nordwand auf. Deutlich treten zwei

¹ Um Wiederholungen in Literaturangaben zu ersparen, gebe ich hier ein Verzeichnis der für die Darstellung wichtigsten Schriften und werde im folgenden Text bei Hinweisen fernerhin stets nur die Namen der Autoren nennen, ohne den Titel ihrer Arbeiten nochmals zu geben, die wie folgt heißen:

H. Erkes, Aus dem unbewohnten Inneren Islands, Ódáðahraun und Askja. Dortmund 1909. (Mit einem vollständigen Literaturverzeichnis über die Askja.)

F. Johnstrup, Indberetning om den af Professor Johnstrup foretagne Undersøgelse paa Island i Sommeren 1876. Kjöbenhavn 1877.

de Lapparent, Géologie Générale 1906. Paris.

W. G. Lock, Askja, Icelands largest volcano. Charlton 1881.

D. Morgan, Excursion to Askja. August 1881. Proc. geogr. Soc. London 4. 1882. S. 144.

H. Spethmann, Vulkanologische Forschungen im östlichen Zentralisland. N. Jahrb. Stuttgart 1908.

Th. Thoroddsen, Eine Lavawüste im Inneren Islands. Peterm. Mitt. Gotha 1885.

Th. Thoroddsen, Island. Peterm. Mitt. 1905.

W. Watts, Across the Vatna Jökull. London 1876.

Terrassen hervor. Der Fuß des Gebirges liegt auf ungefähr 550 m Höhe. Hier erhebt er sich ziemlich steil aus den rezenten Lavafeldern des Ódádahraun. Etwa 250 m höher liegt eine erste Terrasse, weitere 100 m höher eine zweite besonders scharf ausgeprägte. Die Oberfläche der einzelnen Gebirgsschollen besteht aus einer ungeschrammten, aber nach ihrem Erhaltungszustand offenkundig sehr alten postglazialen Lava. Die Schollen zwischen den Staffelbrüchen sind verschieden stark — jedoch sämtlich gegen außen — geneigt. Am steilsten fällt die unterste unter die Lavoberfläche des Ódádahraun hinab. Im Landschaftsbild treten diese Staffeln deutlich schon auf große Entfernung hervor, so daß Lock bei seinem flüchtigen Besuch der Askja die Ansicht äußerte, daß es sich hierbei um die hohen Stirnen gewaltiger aus dem Innern des Vulkans austreichender Lavaströme handelte. Für ein einigermaßen geologisch geschultes Auge mußte die Irrtümlichkeit dieser Ansicht sofort auffallen, und ist schon durch das Vorhandensein von Verwerfungsspalten endgültig widerlegt.

Die größte Länge dieser O–W streichenden Gebirgszüge mag zwischen 20 und 25 km liegen. Die Spalten an ihrem Fuße sind — soweit bisher bekannt — vulkanfrei, ebenso die Bruchspalten der nächsten Staffeln. Erst auf der obersten findet sich eine Reihe von Vulkanen, die größtenteils Schlacken auswarfen und teilweise wohlgeformte Schlackenkegel von mehr als 100 m Höhe (nach Lock) gebildet haben. War beim Aufstieg zu den Höhen der Dyngjufjöll bis zur letzten Lavaterrasse der Boden ziemlich eben, abgesehen von dem Chaos kleinerer, durch die Verwitterung aus ihrem Zusammenhang gebrachter Lavastücke, so treffen wir oberhalb derselben sofort auf einen anderen Landschaftscharakter. Wir sind im Bereich der in einzelne Höhen und Höhenzüge zerlegten Tuffgebirgsrücken, deren ursprüngliche Formen durch die hier gewaltig wirkenden Atmosphärien bereits weitgehend verflacht sind und durch Schutt verdeckt werden. Entsprechend überragen nirgends Berggipfel die Umgebung, vielmehr ist die Kammhöhe eine ungemein einheitliche. Spethmann hat diese Erscheinungen bereits eingehend und sehr hübsch gezeigt und dargelegt, daß es sich hier um ein typisches Schuttgebirge im Sinne Pencks handele.

Schon unterhalb der Höhe des Jonskardes (Jonspaß), der im Westen das Gebirge durchsetzt, zweigt ein breites, muldenförmiges Tal, von etwa 100 m hohen Bergen begrenzt, nach Osten ab, das in gerader Richtung auf weite Strecken aushält. Dasselbe Bild wiederholt sich auf der Höhe des Passes

selbst¹. Auch von dem Lavaplateau weiter im Osten zweigen die Täler mit O–W-Streichen nach Westen ab. Daraus ergibt sich, daß die hier allein auftretende tektonische O–W-Richtung auch das Tuffgebirge bis zu seinen höchsten Höhen mit ergriffen und in parallele Höhenzüge zerlegt hat. Diese Täler müssen ihrer Anlage nach tektonischer Natur sein, wenn gleich nirgends unter dem dichten Schuttmantel eine Spalte oder Verwerfung der Beobachtung zugänglich ist, denn die Erosion allein würde gemäß physikalischen Grundsätzen bei gleichartigem Material auf kürzestem Wege nach der Tiefe streben und gerade senkrecht zu den vorhandenen laufende Tal-systeme herausmodelliert haben müssen.

Einlagerungen von basaltischen Laven in den Tuffgebirgen dieses Teiles der Dyngjufjöll habe ich nirgends finden können. Jenseits des Jonspasses fällt das Gebirge mit einem Steilabfall gegen die zentrale Versenkung des Askjakessels nach Süden zu ab. Auch hier setzt der Fuß des Gebirges an einer O–W gerichteten Bruchlinie gegen die junge Lava der Askja ab. Gegen Osten schneiden die Höhen der Tuffberge plötzlich an einer etwas gezackten N–S-Linie gegen ein flaches, niedrig gelegenes, schwach gegen Osten geneigtes Basaltplateau ab, dessen Oberfläche, ähnlich den Terrassen des nördlichen Vorlandes, aus einer sehr alten, jedoch postglazialen Lava mit deutlich erhaltenen Fließwülsten besteht. Das Lavaplateau bricht mit 40 m hohen senkrechten Wänden gegen den Kessel der Askja zu ab und läßt uns daher klaren Einblick in seinen Aufbau gewinnen. Es besteht aus einer ganzen Zahl regelmäßig übereinandergelagerter Lavabänke, öfters mit Zwischenlagerungen schwacher rotgebrannter, schlackiger Horizonte.

Die Basaltdecken liegen im allgemeinen horizontal, zeigen dagegen lokal mancherlei Störungen; so weist die Abbruchswand im Süden einzelne schmale basaltische Gänge, unvermittelte steile Schichtaufstellungen und Verwerfungen auf, während das Plateau selbst auf seiner Oberfläche von mancherlei vulkanischen Durchbrüchen jüngsten Alters betroffen wurde, die teilweise schöne Schlackenkrater aufgebaut, teilweise auch nur regellose Schlackenanhäufungen geliefert haben.

Die Eruptionerscheinungen häufen sich gegen das östliche Ende des Plateaus, dessen Abbruchlinie dort von regelrechten Vulkanreihen begleitet

¹ Auch Erkes erwähnt dieses auffallende Tal.

wird, welche einen topographischen allmählichen Übergang zu den Laven des östlichen Ódaðahraun vermitteln und die steile Abbruchswand des Lavaplateaus nirgends zu deutlicher Ausbildung kommen lassen. Diese Kraterreihen streichen N-S, entsprechend der Lage der Abbruchswand und der hier die Ost-West-Bruchlinien des Dyngjufjöllmassivs abschneidenden S-N-Bergzüge, die sich jenseits des Einbruches des Askja Op in der südlichen Verlängerung dieser Kraterreihen befinden.

Hier liegt der Schnittpunkt dieser nord-südlich gelegenen lokalen Vulkanlinien mit der bereits erwähnten großen Vulkanspalte, die von den Herdubreiðarfjöll aus der Richtung der Kolotta Dyngja gegen den Fuß des Massives streicht. Hier erreicht sie auch plötzlich ihr Ende.

Wenden wir uns noch einmal der westlichen Begrenzung des genannten Lavaplateaus zu. Seine N-S-Grenzlinie, mit der es scharf die Höhen der benachbarten Tuffzüge abschneidet, endet an der Einbruchswand des Askjakessels. Dort schneidet sie die Südwand des Plateaus unter annähernd rechtem Winkel. Der Schnittpunkt markiert sich in der Landschaft deutlich als scharfes Eck, das über die untere Begrenzungslinie der nun nach Westen folgenden Tuffzüge hervorspringt, wie die Photographie (Taf. I, Fig. 1)¹ deutlich erkennen läßt.

Hinter diesem Eck folgt eine schmale, stark mit Schutt angefüllte Schlucht in süd-nördlicher Richtung der Begrenzungsfläche des Lavaplateaus. Ihre Ostwand bildet Basalt, ihre Westwand der Palagonittuff. Hier liegt also eine Verwerfungsspalte vor².

Spethmann glaubte nun in diesem Lavaplateau die Reste des ursprünglichen, nun versenkten, Askjavulkans zu sehen und konstruierte dementsprechend in seinen Profilen die erste Phase in der Entwicklung

¹ Von den in den Tafeln gegebenen Photographien waren einige bereits der von Frl. I. v. Grumbkow verfaßten und herausgegebenen schönen und interessanten Schilderung der Wege und Erlebnisse unserer gemeinsamen Expedition als Textfiguren beigegeben. I. v. Grumbkow, Isafold, Reisebilder aus Island. Verlag von Dietrich Reimer (E. Vohsen). Berlin 1910. Es sind dies folgende Bilder: Taf. I, Fig. 1 und 2; Taf. II, Fig. 4; Taf. III, Fig. 8; Taf. IV, Fig. 9; Taf. VI, Fig. 10; Taf. VII, Fig. 15 und 16; Taf. VIII, Fig. 18. Durch die gefällige Überlassung der Klischees, von denen einige auch Aufnahmen von Frl. v. Grumbkow darstellen, bin ich der Verfasserin wie auch dem Verlag zu besonderem Danke verpflichtet.

² Eine Bestätigung dieser Ansicht erhielt ich durch gefällige private Mitteilung von Herrn Kaufmann H. Erkes aus Köln, der gerade an dieser Stelle einige Tage sein Zeltlager aufgeschlagen hatte.

des Askjavulkans. Er schloß aus dem Bau und der flachen Neigung der Basaltspalte nach Osten, daß sie der übriggebliebene Teil des über der östlichen Hälfte des Askjabeckens einstmals stehenden ältesten Eruptionszentrums des Askjavulkans, und daß dieses ein Schildvulkan gewesen sei. Wenn auch im Prinzip die Schlußfolgerungen Spethmanns von der ursprünglichen Schildvulkannatur dieses Gebirges richtig sind, kann ich mich doch seinen hierfür angeführten Gründen keineswegs anschließen. Zu den diesbezüglichen Resultaten gelangte ich vielmehr durch gänzlich andere Betrachtungen.

Spethmann nennt die im Osten und Westen des Basaltplateaus genannten S-N-Verwerfungsrandspalten nicht; ich muß daher bei ihrer ausschlaggebenden Bedeutung zur Charakteristik des Basaltplateaus annehmen, daß sie ihm unbekannt waren. Aber mit ihnen steht und fällt prinzipiell die ganze Theorie des darauf fußenden zentralen Eruptionspunktes.

Die westliche Begrenzungsfläche des Basaltplateaus ist, wie gesagt, keine gerade Linie, was seinen Grund in dem gegen Norden immer weiteren Vortreten des Tuffgebirges gegen Osten hat. Dadurch erhält man unmittelbar den Eindruck, daß das Basaltplateau in diese Berge gewissermaßen eingebettet ist, während die Bergketten dasselbe kulissenartig begrenzen. Dieser Eindruck wird durch das genannte Profil der westlichen Begrenzungsschlucht, die einer unbestreitbaren Verwerfungslinie folgt, zur Sicherheit. Es hat also tatsächlich eine Absenkung des Basaltplateaus entlang dieser Bruchlinie stattgefunden. Somit ist das Basaltplateau nicht mehr in seiner ursprünglichen Lage, kann also auch nicht der stehengebliebene Rest eines alten Vulkans sein, dessen Eruptionszentrum man aus seiner Lage rekonstruieren könnte. Das von Spethmann mitgeteilte flache Einfallen nach Osten findet auch auf dieser Basis seine Erklärung. Während dem ost-westlichen Absinken der Basaltscholle das im Westen in höherem Niveau stehengebliebene Tuffgebirge Widerstände entgegengesetzte, die ein Absinken der Scholle hemmen mußten, fand sie diese Widerstände im Osten nicht und neigte sich daher rascher in dieser Richtung gegen das flache Lavafeld des Óðaðahraun, wodurch ihr leichtes Einfallen in dieser Richtung erklärt ist.

Die Lage der ursprünglichen Eruptionsstelle des Askjavulkans war also wesentlich höher, als sich nach der Höhenlage des heutigen Basaltplateaus schließen läßt.

Dafür sprechen auch die weit über dem Niveau des Basaltplateaus gelegenen Lavaeinlagerungen im Tuff der Süd- und Ostwände der Askja, wie wir noch sehen werden. Denkt man sich ferner die Lavabänke der Terrassen des Nordabhanges in ihre ursprüngliche Lage zurückversetzt, so wird man auch ihre Quelle in der Askja suchen müssen, denn es ist nicht anzunehmen, daß diese so nahe dem gewaltigen Eruptionszentrum gelegenen Laven aus anderen Vulkanen stammen sollten. Durch die völlige Gleichartigkeit der Laven des Abhangs und des Basaltplateaus wird diese Annahme nur gestützt.

Diese Gründe lassen in ihrer Gemeinschaft darauf schließen, daß die Eruptionsstelle an irgendeiner Stelle in der Luft über dem heutigen Askjakessel gelegen habe, die höher gelegen sein muß als das umgebende Tuffrandgebirge.

Betrachten wir somit das Plateau als einen Rest des ursprünglichen Askjavulkans, so zeigt uns seine Oberfläche ein Stück der ursprünglichen Oberfläche desselben, sein Profil jedoch beweist uns die auf mindestens 40 m Mächtigkeit unmittelbar meßbare Dicke dieser Laven am Rande des Askjakessels. Daraus ergibt sich als notwendiger Schluß, daß der Kulminationspunkt der ursprünglichen Eruptionsstelle mindestens 40 m über der Höhe der heutigen Tuffgebirgskämme lag.

Diese Betrachtungen weisen unzweideutig darauf hin, daß der rekonstruierte älteste Eruptionspunkt über irgendeiner zunächst nicht näher zu bestimmenden Stelle des Askja gelegen haben muß. Das genannte Basaltplateau ist aber nun nicht nur nach Osten, sondern auch nach Süden geneigt. Dies zeigt klar die Entwässerung des Plateaus (vgl. die Kartenskizze von Erkes). Der über die südliche Bruchwand herabstürzende Wasserfall wird von Wasseradern gespeist, die quer über das Plateau fließen, also im allgemeinen nord-südlichen Lauf haben. Da aber der Wasserfall sich noch fast gar nicht zurückgeschnitten hat, da ferner auch die Wasseradern keine tiefliegenden Betten haben, und das ganze Plateau eine primäre, also nicht etwa eine denudierte Oberfläche darstellt, so muß auch die Entwässerung eine primär angelegte sein, d. h. es muß sich hier um konsequente Flußläufe handeln, nicht um subsequente oder dergleichen, die etwa durch die größere Nähe der südlichen Erosionsbasis oder durch Härteverschiedenheiten des Gesteins aus ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt wären. Folglich steigt das Plateau, da bekanntlich das fließende Wasser auch auf die geringsten Bodenerhebungen und -senkungen reagiert, nach Norden an. Nach

Spethmanns Auffassung wäre daher das Eruptionszentrum des ursprünglichen Askjavulkans unbedingt im Norden der Dyngjufjöll, außerhalb derselben, zu suchen, aber nicht über der zentral im Süden gelegenen Askja selbst, da ja sonst das Magma nach außen hätte bergaufwärts fließen müssen.

Damit fällt natürlich auch von selbst die Behauptung, daß die Eruptionsstelle über der östlichen Hälfte des Askjakessels lag, was völlig unbeweisbar und sogar sehr unwahrscheinlich ist, wenn sie einem Schildvulkan angehörte, da deren Eruptionspunkte naturgemäß stets ziemlich genau zentral liegen.

Die Schildvulkannatur des ursprünglichen Askjavulkans ergab sich mir vielmehr hauptsächlich aus Analogiebeweisen. Da sich die Askja, wie ich im ersten Kapitel zu zeigen versuchte, in jeder Beziehung tektonischen Bewegungen gegenüber gänzlich analog den Tafelbergen des Nordlandes verhält, ist auch anzunehmen, daß ein gleichartiger Aufbau die Ursache dieses Verhaltens ist. Für die Tafelberge ließ es sich ohne weiteres nachweisen, daß sie Schildvulkanzentren darstellen, für die Askja ist durch die noch zu besprechende Versenkung und wiederholte Lavaüberdeckung ihrer zentralen Partien sowie durch ihre Größenverhältnisse, welche weitergehende Zerstörung der randlichen Abbruchzonen und damit Herausmodellierung der Tuffgebirge bedingte, dieser Nachweis sehr erschwert.

Ein weiteres Moment spricht für die Deutung des Askjavulkans als Schildvulkan: zweifellos haben aus diesem Vulkan Masseneruptionen stattgefunden, denn die Südwand des Plateaus zeigt ein 40 m mächtiges Lavaprofil und die Nordwand der Knebelkaldera in tieferem Niveau nochmals 60 m gleichartiger Lavabänke, die vollkommen den charakteristischen Habitus der Schildvulkanlavabänke zeigen. In der bereits zitierten früheren Arbeit habe ich dargelegt, daß die isländischen Masseneruptionen entweder auf Spalten oder in spaltenlosen Vulkansloten als Schildvulkane zutage treten. Daß der Dyngjufjöllvulkan keiner Spalteneruption seine Entstehung verdankt, dafür spricht vor allem das tatsächliche Fehlen einer hierfür in Betracht kommenden Spalte an der Oberfläche; ferner die Verteilung und Neigung der Laven und die äußere Form des Askjakessels wie der Dyngjufjöll.

Alle diese Punkte lassen sich unter der Annahme der Schildvulkannatur dieses Horstgebirges in natürlicher Weise nach dem Beispiele kleinerer

und daher einfacherer Horste erklären. Für die Beurteilung dieser Frage ist auch die Betrachtung der Gänge in den Randgebirgen von großer Wichtigkeit: Schildvulkane bauen sich bekanntlich über Lavaschlotten auf, nicht über Gängen, da sie von Spalten unabhängige Gebilde sind¹. War die Askja ein Schildvulkan, so lag notwendig ihr Eruptionszentrum in der Mitte. Gibt es nun einen zentralen Punkt in der Askja, in dem die Gänge der Dyngjufjöll sich schneiden? Wenn es einen solchen Punkt gäbe, wäre, besonders wenn sich ein höheres Alter solcher Spalten nachweisen ließe, die Schildvulkannatur des einstigen Askjavulkans sehr in Frage gestellt; tatsächlich scheint es, nach den bisherigen Beobachtungen zu urteilen, einen solchen Punkt nicht zu geben. Bedeutendere Gangsysteme habe ich überhaupt nur auf den östlichen, N-S streichenden Dyngjufjöll finden können; diese streichen ebenfalls N-S und sind infolge der größeren Resistenz ihres Materials offenbar für die Bildung der heutigen Oberflächengestaltung ausschlaggebend gewesen. Mir sind zwei parallele Gangzüge von dort bekannt, die stets die Kammlinie des Zuges bilden und flache muldenförmige Täler zwischen sich einschließen. Diese Gänge waren eruptiver Natur, denn vielfach bringen sie fast unveränderte Einschlüsse einer an der Oberfläche unbekanntes Lava empor, die infolgedessen aus der tieferen Unterlage des Gebirges stammen muß. Welche Massen auf diesen Gangspalten empor drangen, wo ihre Lavadecken erstarrten und heutigentags liegen, ist nirgends zu sehen. Sie müssen bei der Versenkung des Landes in Trümmer gegangen und völlig unter den rezenten Lavaergüssen begraben worden sein.

Es sei mir hier gestattet, einige allgemeine Bemerkungen über die Zerstörung der Gesteine auf dem isländischen Hochlande einzufügen, da das von mir angenommene Maß der Größe und Bedeutung dieser Zerstörung bei der Jugendlichkeit der Gegend und dem geringen Betrag der erodierenden Tätigkeit des Wassers leicht als Überschätzung gedeutet und die daraus gezogenen Schlüsse als unrichtig bezeichnet werden könnten, wenn ich nicht die besonderen Verhältnisse einer kurzen Besprechung unterziehe.

Es sind scharf zweierlei Vorgänge zu trennen:

1. Die Zerstörung durch Wind, Regen, Schnee, Frost und Temperaturwechsel;
2. die Zerstörung durch tektonische und vulkanologische Vorgänge.

¹ H. Reck, Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane. Zentralbl. f. Min. usw. 1910. Nr. 6.

Ad 1: In diesem oberflächlich so gut wie abflußlosen Gebiet kommt das erodierende Moment des fließenden Wassers und des Eises fast gänzlich in Wegfall. Wie rasch jedoch in den gegebenen einzelnen Fällen die Erosion die Palagonitfelsen durchschneidet, zeigt am schönsten der einzige kleine mir bekannte Bach, der in mächtigen Kaskaden über die frischen Bruchränder zu der 1875 entstandenen Knebelkaldera herabfällt und der nicht älter als diese sein kann¹ (Taf. V, Fig. 12). Doch dies ist ein seltener Einzelfall, der für die Gestaltung des allgemeinen Reliefs bedeutungslos bleibt.

Gewaltig dagegen ist die Wirkung des oft mit feinem, hartem, vulkanischem Glasstaub beladenen Windes, meist in Vereinigung mit Spaltenfrost oder rasch und stark wechselnden Temperaturen. Die wild zackigen Kämme der erst jüngst ihrer letzten Lavadecken beraubten Tuffgebirgszüge legen hiervon ebenso beredtes Zeugnis ab wie diejenigen, welche trotz ihres relativ jugendlichen Alters zu flachen Hügeln umgeformt, tief in ihrem eigenen Verwitterungsschutt liegen. Wie rasch aus frischen, scharfkantigen Abbruchschollen und -blöcken die bizarren Formen der Winderosion herausmodelliert werden können, zeigt das auf der beigegebenen Figur dargestellte Bild, das eine ebenfalls erst seit 1875 abgestürzte Scholle am Knebelsee repräsentiert (Taf. I, Fig. 3).

Diese Beispiele betrafen den verhältnismäßig weichen Palagonittuff. Bei der relativ kurzen Zeit, die den Atmosphäriken zur Verrichtung ihres Zerstörungswerkes gegeben war, fällt die Größe der geleisteten Arbeit auf. Anders steht es bei ebenen, ungestörten Lavaflächen. Auf ihnen sind nur geringe Spuren der Verwitterung zu entdecken, so gering, daß an geschützteren Stellen noch die Schrammungen der letzten Eiszeit, sehr häufig die Fließstrukturen auch der ältesten uns bekannten postglazialen Laven erhalten blieben, während an exponierten Punkten sich eine von kantigen Lavabruchstücken bedeckte Oberfläche einstellte. In keinem mir bekannten Fall konnte die Verwitterung allein bis heute auch nur die oberste Lavaschicht vollständig entfernen; vornehmlich wohl auch deshalb, weil die Transportkraft des Wassers für Weiterbeförderung der entstandenen Schuttmassen völlig fehlt und diese selbst auf diese Weise ihre massige Unterlage vor weiterer Zerstörung schützen. Als typisches Beispiel hierfür sind die Tafelberge zu nennen. Zu größerer Wirkung bedurfte hier

¹ Über die Knebelkaldera, ihr Alter usw. Vgl. Kap. IV.

die atmosphärische Verwitterung einer gewaltigeren, rascher arbeitenden Hilfskraft.

Ad 2: Diese Hilfskraft ist in inniger Verbindung Tektonik und Vulkanismus. Als die Landoberfläche der älteren Postglazialzeit gegen die Horste des heutigen Hochlandes in die Tiefe sank, wurden die überlastenden Lavaecken mit Gewalt zerbrochen. Zu diesen nun von Spalten zerrissenen Lava-schollen fanden die Atmosphärenteilchen viel leichteren Zutritt, ganz besonders da, wo tektonische Verschiebungen die Tuffunterlage bloßgelegt hatten, so daß durch deren raschere Verwitterung der Lava der Untergrund entzogen werden konnte.

Auf diese Weise mußte es zu gewaltigen Blockansammlungen am Fuße der Tuffgebirge kommen. Finden wir nun auch für die Richtigkeit dieser Anschauungen zahlreiche Beispiele — ich möchte nur den Blockwall am Fuße der noch teilweise von einigen gestörten Lavabänken bedeckten Herdubreidartögl erwähnen, ferner die Schuttmassen der Bruchwände der Herdubreid und eine große, steil aufgerichtete Lavascholle, die sich an die Südwand derselben anlegt, des weiteren in der Askja die Blockmassen am Fuße der südlichen Außenwand der Dyngjufjöll, und endlich die erst nach dem Jahre 1875 angesammelten Blockanhäufungen, die am Rande der Knebelkaldera von nur zwei oder drei mächtigen schichtartigen Lava- und Obsidianlagen herkommen —, so ist doch das häufige vollständige Fehlen oder das geringe Quantum solcher Blockansammlungen mancherorts für den ersten Augenblick sehr auffallend. Solche umsäumenden Blockmeere erscheinen in häufigster Verbindung mit den jugendlichen Formen frischzackiger Tuffgebirgsketten, während wir sie bei den reiferen oft vermissen; hier findet sich vielmehr ein gleichartiger, meist feinerer Verwitterungsschutt, der bei flachem Böschungswinkel bis fast zu den Höhen emporzieht. Bei solchen Gebirgen mögen die großblockigen Produkte der ersten Verwitterungsphasen weiter zerkleinert oder verschüttet sein, aber auch die Erklärung ihres Fehlens oder Zurücktretens bei jungen Bergzügen ist nicht schwer, wenn man einen wichtigen Faktor in der Gestaltung der heutigen Oberfläche Islands im Auge behält — die rezenten, großzügigen Lavaüberschüttungen des Landes, die notwendig das Niveau der von ihnen heimgesuchten Gegenden erhöhten und Gesteinsansammlungen am einstigen Fuße des Gebirges unter sich begraben. Unter diesen Gesichtspunkten ist es leicht erklärlich, warum wir solche Blockmeere am Nordabhang der von staffelförmig abgesunkenen

Lavaplatten gebildeten Dyngjufjöll vermissen; warum wir auch keine von dem von jüngsten Lavaergüssen überfluteten östlichen Fuß des aus Palagonit bestehenden, von Laven durchsetzten Grenzgebirges finden; warum aber andererseits die erst 1875 erschütterten und tief beeinflussten äußeren Süd- und Südostgehänge der Dyngjufjöll, an deren Fuß sich nur bereits etwas ältere Laven finden, gewaltige Blockmeere erzeugt haben.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen kehre ich zu den Gängen der östlichen Dyngjufjöll zurück. Außer den bereits erwähnten treten noch die Durchschnitte einiger unbedeutender Gänge an der Bruchzone von 1875 zutage, einen kleinen habe ich auch an der südlichen Bruchwand des beschriebenen Lavaplateaus entdeckt. Leider konnte ich aus Mangel an Zeit diesen Gangerscheinungen nicht weiter nachgehen, doch schienen sie mir nirgends weitergehende Bedeutung für den Aufbau der Askja zu gewinnen, außer etwa an der einen erwähnten Stelle in den östlichen Dyngjufjöll. Die dort von mir gefundenen Gänge haben aber ein nord-südliches Streichen, welches genau mit den Bruchrändern des Gebirges parallel geht. Dies läßt auf eine gegenseitige Abhängigkeit schließen.

Sind nun diese Gänge mit der Annahme des ursprünglichen Askja-schildvulkans vereinbar? Diese Frage muß unbedingt bejaht werden; denn schon durch ihre Richtung und Lage beweisen sie eine gewisse Zugehörigkeit oder doch Abhängigkeit von den erst nach der vollkommenen Ausbildung des Zentralmassivs entstandenen Absenkungssprüngen in nord-südlicher und ost-westlicher Richtung. Jedenfalls kommt aber diesen Gängen noch ein relativ hohes Alter zu, denn sie werden bereits von dem Ausläufer des Askjaeinbruches — dem Askja Op — abgeschnitten. Ursprünglich mögen diese Gänge wohl Risse gewesen sein, auf denen Spalteneruptionen ihren Ausweg gesucht und gefunden hatten, welche so die nachträgliche Füllung und Verkittung dieser Spalten bewirkt haben.

Diese Art der Erklärung ist durchaus keine rein theoretische Annahme, vielmehr stützt sie sich auf die Analogie der anderen, ebenfalls durch nachträgliche Eruptionen gangartig ausgefüllten Abbruchsspalten des Massivs, sowie auch auf die Ähnlichkeit eines in unmittelbarster Nachbarschaft der Dyngjufjöll beobachteten Beispielen.

Die untere Hälfte der Gehänge des jungen Schildvulkans Kolotta Dyngja wird von einer klaffenden Vulkanspalte durchzogen, die von den Herdubreiðarfjöll herabzieht und sich diesseits der Kolotta in den Dyngjutindar

fortsetzt. Die Spalte weist fast in ihrer ganzen Länge Spuren starker eruptiver Tätigkeit auf und ist sehr jung. Im Bereiche der Herdubreidarfjöll wie auch auf der Strecke, die Thoroddsen mit dem Namen Dyngjutindar belegt hat, trägt sie zahlreiche Eruptionsschlackenkegel; solange die Spalte im Bereiche des Lavaschildes selbst war, kam es jedoch nicht zur Kraterbildung, sondern nur an einzelnen wenigen Stellen zum Auswurf geringen, regellos angeordneten Schlackenmaterials. Dafür ist es hier am deutlichsten zu sehen, daß die Spaltenränder lokale Verschiedenheiten in der Höhe ihrer Ränder aufweisen und damit zu einer richtigen Verwerfungsspalte überleiten. Ich habe schon im ersten Kapitel darauf verwiesen, daß es mir nicht unwahrscheinlich erscheint, daß hier bei dem noch weiter arbeitenden Prozeß des Absinkens des Geländes die Anfangsstadien für die Herausmodellierung eines neuen Schildvulkanhorstes vorliegen. Denken wir uns diesen Prozeß beendet und das Innere des Berges kalderaartig gesenkt, nehmen wir ferner die zerstückelten Lavadecken der Bruchzone hinweg, so wird sich uns genau das Bild bieten, das uns heute der — sekundär vulkanisch gesenkte — Horst Askja im Verhältnis zu seinen Randgebirgen und in diesem Fall speziell zu seinem östlichen Randgebirge mit seinen Gängen zeigt.

Gehen wir in der Betrachtung des Randgebirges Dyngjufjöll weiter, so werden wir noch einen anderen Anhaltspunkt über die ursprüngliche Natur des Askjavulkans gewinnen können. Zunächst treten im Süden der beschriebenen Gangsysteme zahlreiche frische Bruchwände auf, die der Eruption von 1875 ihre Entstehung verdanken. Mit den an diesen Bruchwänden stattgefundenen Absenkungen schneidet der Einbruch der Knebelkaldera tief in das Gebirge hinein, dessen Breite auf diese Weise etwa die Hälfte seines ursprünglichen Ausmaßes verliert. Entsprechend sind die Böschungswinkel des Gebirges nach innen stets sehr steil, oft 90° erreichend, d. h. senkrechte Wände bildend, während der Abfall nach außen wie weiter im Norden ein mäßiger ist, und vielfach von altem Verwitterungsschutt bedeckte Halden bildet.

Am südlichen Ende der östlichen Dyngjufjöll erfolgt bei gleicher Geländeform in kurzem, scharfem Bogen, der von zahlreichen Brüchen und kleinen Verwerfungen sowie auch einzelnen unbedeutenden Gängen durchsetzt ist, ein scharfes Umbiegen um 90° ; damit betreten wir die südlichen Dyngjufjöll.

Diese erstrecken sich als Ganzes betrachtet in gerader Richtung, die nur ab und zu von kleineren Tuffvorsprüngen unterbrochen wird, etwa 20 km nach Westen. Zunächst bieten sie in ihren östlichen Teilen das gleiche Bild wie die südlichen Teile des Ostgebirges, da die gleiche Ursache, der Einbruch der Knebelkaldera 1875, ihr heutiges Relief geschaffen hatte (Taf. II, Fig. 4 und Taf. IV, Fig. 9). Wenn nun auch der nördliche Steilabbruch der südlichen Dyngjufjöll durch seine steile Böschung im Verein mit dem bröckligen losen Material, das ihn zusammensetzt, absolut unzugänglich ist, so kann man ihn doch vom See aus in mäßiger Entfernung in bester Weise überblicken. Zu einem solchen Überblick eignet er sich sogar weit besser, als die durch zahlreiche Abbrüche in Schollen zerlegten und ihrer Einheitlichkeit beraubten Ostwände. Auf den Einbruch selbst werde ich noch in einem späteren Kapitel zurückzukommen haben; hier genügt es, die Bruchwand selbst nach ihrer Zusammensetzung einer kurzen Prüfung zu unterziehen. Es sei hier vorweg bemerkt, daß die im folgenden beschriebenen Erscheinungen sich nicht nur auf die Südwand beschränken, sondern auch in den östlichen frischen Bruchflächen wiederkehren. Während sie jedoch an der Südwand leichter im Überblick betrachtet werden können, eignet sich der Osten wegen seiner leichteren Zugänglichkeit mehr für eine detaillierte Untersuchung. Die Bruchwände sind vielfach nicht ganz homogen, obgleich bei weitem der größte Teil ihres Gesteins aus Palagonit besteht; es zeigt nämlich der Palagonit besonders in seinen oberen und obersten Teilen Einlagerungen von Laven.

Diese Einlagerungen sind höchst merkwürdig; sie haben schicht- oder bankartiges Aussehen, und man ist leicht versucht, sie auf größere Entfernung als Lavaströme zu deuten, die auf einer früheren Landoberfläche geflossen waren und später wieder von Tuffen überlagert wurden. Dagegen spricht aber einmal das Fehlen oder Zurücktreten der gewöhnlich stark aufgelockerten Lavapartien an der oberen und unteren Begrenzungsfläche eines Stromes, wie sie in Gestalt des Schlackensackes der modernen Lavaströme zu erwarten wären, dann aber auch die sehr mangelhafte Ausbildung von Fließstrukturen an der Oberfläche; doch ließe sich gegen dieses Fehlen der Grund anführen, daß es sich in allen diesen Fällen — was schon wegen ihrer großen Zahl unwahrscheinlich ist — um eine ruhig geflossene Plattenlava handle. Die Südwand ist in ihren obersten Höhen außerordentlich reich an solchen schichtartigen Einlagerungen, deren Auskeilen

jedoch — mit Ausnahme der am Rande des Einbruchsfeldes gelegenen — stets an beiden Seiten des schmalen Höhenzuges beobachtet werden kann. Dadurch erinnern diese Laven an sehr flache breite Linsen, ohne jedoch in ihren mittleren Partien den bauchigen Charakter echter Linsen anzunehmen.

Um volle Klarheit über die Art dieser Einlagerungen zu gewinnen, untersuchte ich einige der bedeutendsten der von der Ostwand des Gebirges angeschnittenen Lavabänke eingehender, da diese nicht so unzugänglich waren wie die im Süden des Sees gelegenen. Möglicherweise hatten jedoch gerade bei der Entstehung dieser Lagen besondere, von dem gewöhnlichen Typ solcher Einlagerungen etwas abweichende Verhältnisse geherrscht, wie die abweichende Struktur des Materials, die sogleich noch angegeben werden wird, anzudeuten scheint. Doch war dies die einzige Stelle, von der ich unmittelbar bis an das Schnittprofil eines solchen größeren Lagerganges herandrängen konnte. Dabei zeigte es sich, daß der durch Einschlüsse eine Art grobe Bänderung aufweisende Tuff in unmittelbarer Nachbarschaft der Lava leichte Verbiegungen dieser Bänder aufwies, die jedoch stets nur lokal an den Stellen der Intrusion der Lava auftraten, während die Bänder sonst ihren geraden Lauf beibehielten. Durch diese Verbiegungen stellen sich diese stets ziemlich horizontalen oder ab und zu nur ganz schwach gebogenen oder geneigten Lavabänke als unzweifelhafte nachträgliche Intrusionen dar. Sie bieten so ein vollständig analoges Bild zu den Erscheinungen, die durch das Eindringen von Massengesteinen zwischen Sedimentgesteinen in Form von Lakkolithen bzw. Lagergängen hervorgerufen werden.

Damit erklärte sich mir auch die mir schon vom ersten Tag meines Aufenthaltes in der Askja an auffällige Rotfärbung des Tuffes in der allseitigen Umgebung mancher solcher Lavabänke im Tuff der Südwand, die ich wegen der Unzugänglichkeit dieser Stellen nicht näher untersuchen konnte. Sie ist mit dem Zeißglas vom See aus deutlich zu beobachten und stellt die Verbrennung des Palagonits an der Kontaktstelle mit intrusiver Basaltlava dar.

In dem vorher erwähnten Falle lag wohl die oberste mächtige Lavabank trotz ihres wahrscheinlich ebenfalls intrusiven Charakters vor 1875 an der Oberfläche. Denn über ihr folgen feine vulkanische Sande und der Bimsstein des damaligen Ausbruches in einer mehrere Meter mächtigen Schicht. Dieser Fall ist außerordentlich häufig und erklärt sich leicht dadurch, daß der zutage tretende Tuff sehr rasch der Verwitterung anheim-

fällt, während jede intrusive plattenartige Lavafläche, die bei diesem Prozeß freigelegt wird, einen spontanen praktischen Stillstand der Abtragung bewirkt. Die unmittelbar unter ihr folgenden flachen Lavalinsen lassen auch heute noch ihren intrusiven Charakter durch die Art ihrer Einbettung in den Palagonit unmittelbar erkennen.

Hier unterzog ich auch das intrusive Material einer etwas näheren Untersuchung, das in den Blockwällen am Fuße der Abbruchsstelle in frischen Stücken zahlreich vorhanden ist. Die Lava hat ein sehr merkwürdiges Aussehen und scheint auch insofern ein eigenartiges, von den übrigen Intrusionen abweichendes Verhalten gezeigt zu haben, als hier meines Wissens die einzige Stelle in der Askja ist, an der ein schöner, schwarzer, reiner Obsidian ansteht. Der Obsidian bildet an der Basis der Intrusion eine bis zu 30 cm mächtig werdende Schicht, an deren unterer Fläche kleine Stücke des benachbarten Tuffes fest angebrannt sind. Der Obsidian enthält auch zahlreiche Einschlüsse einer mir sonst aus der Askja nicht bekannten Lava mit großen weißen Einsprenglingen, die höchstens Ähnlichkeit mit einigen Einschlüssen der schon genannten N-S streichenden alten Eruptivgänge der östlichen Dyngjufjöll aufweisen. Die Stücke sind meist klein, etwa nußgroß, aber kantig, und kontakt metamorph wenig oder gar nicht verändert. Über den Obsidian geht die Intrusion in eine sehr gasreiche mächtige Bank vielfach braunrot gefärbter Lava über. Diese Lava bekundet ganz besonders durch ihr eigenartiges Aussehen ihre für größere Lavabänke ziemlich ungewöhnliche Entstehungsart als Intrusion, insofern als die durch die ganze Masse verteilten Gasbläschen sich rasch in größeren Partien sammelten, diese aber nicht nach oben entweichen konnten; so bildeten sich große linsenförmige Gasblasen in dem unterirdischen Lavastrom, die in der horizontalen Fließrichtung sehr lang gestreckt sind, aber stets sehr dünn bleiben, d. h. die Gase fanden nach oben keinen Ausweg, wurden vielmehr durch Druck von oben und unten komprimiert. Nur auf diese Weise läßt sich meiner Meinung nach die eigentümliche und sofort auffallende Struktur der ganzen Lavamasse mit ihren zahllosen bis zu 10 cm langen und meist in vertikaler Richtung wenig mächtigen, vollkommen verdrückt aussehenden Gasblasen erklären.

Solche Lavaeinlagerungen sind, wie gesagt, in diesem Teile der Dyngjufjöll ganz besonders häufig. Möglicherweise sind sie auch in anderen Teilen des Gebirges häufig, aber jedenfalls sind sie dort der Beobachtung durch

den Verwitterungsschutt vielfach entzogen. Zwei Momente sind bei ihrem Auftreten charakteristisch.

1. Sie bilden vielfach heute noch die Oberfläche des Gebirges, wofür ich meine Erklärung bereits gegeben habe. Ganz besonders häufig tritt uns dieser Fall im äußeren, also älteren Abhang der südlichen Dyngjufjöll vor Augen. Während am jungen übersteilen Innenhang senkrechte Anschnitte dieser Laven zutage liegen, sind am äußeren Hang mit dem Absinken der Umgebung auch diese Lavaschichten abgebrochen und bedecken als mehr oder weniger steil nach abwärts geneigte Schollen den Außenhang. Bei meinem Klettern unterhalb der Höhe dieses Hanges bereiteten sie dem Vorwärtskommen oft beträchtliche Schwierigkeiten.

2. Sie sind fast ausschließlich auf die oberen Teile des Gebirges beschränkt — mit Ausnahme der Fälle natürlich, in denen sie durch sekundäre Verschiebungen in ein tieferes Niveau versenkt wurden. Diese Höhenlage ist besonders auffällig und läßt — da es Intrusionen sind — keinen Zweifel darüber, daß mindestens in gleicher Höhe einst ein Vulkan gestanden haben muß, von dem diese Intrusionen ausgegangen sind.

Wir kommen damit abermals zu dem gleichen Schluß, den wir schon früher aus anderen Beobachtungen gezogen haben.

Diese Intrusionen sind nun noch geeignet, uns einen Fingerzeig über die Art des Vulkans zu geben, der sie geschaffen hat; und zwar wieder durch Vergleich mit anderen Vorkommnissen außerhalb der Askja.

Ein vortreffliches Vergleichsobjekt ist mir in der Südwand der Herdubreid bekannt. Genau wie hier wird dort das einförmige Braun der Palagonitwand nur wenig unterhalb des Beginns der extrusiven Lavadecken von einer Reihe schwarzer Basalteinlagerungen unterbrochen, die in Form und Aussehen genau den in den Dyngjufjöll beschriebenen gleichen. Diese Einlagerungen sind an der Herdubreid in unmittelbarster Nachbarschaft des Vulkanschlotes (Entfernung vom Krater zum Plateaurand etwa 1 km) angeschnitten, so daß über deren Herkunft kein Zweifel herrschen kann.

Diese Intrusionen sind auch geeignet, einiges Licht auf die Frage der Entstehung und ersten Betätigung der Schildvulkane im allgemeinen zu werfen. Die Intrusionen können nur erfolgt sein, entweder bevor das Magma zum erstenmal die Oberfläche erreichte, oder nachdem der Vulkan seinen

Aufbau bereits begonnen hatte. Besonders wäre für die letztere Annahme die Zeit in Betracht zu ziehen, in der der Vulkan mehr oder minder in seinem Aufbau bereits fertiggestellt war, weil dann der größte Druck der über den Intrusionslagen stehenden Lavasäule herrschte, der hauptsächlich bei einem nach oben geöffneten Vulkanschlot als aktiv wirksame Kraft in Betracht kommt. Betrachten wir jedoch zum Vergleich andere Vulkane, so werden wir finden, daß selbst lose gebaute Stratovulkane ein Vielfaches der Höhe des Herdubreidvulkans erreicht hatten, ehe der Seitendruck des Magmas genügte, seitliche Injektionen zu bilden. So steht der Vesuv noch durchaus im Alter der Gipfeleruptionen, wenn auch die ersten parasitischen Krater sich an seinen Außenwänden bilden. Erst für den 3330 m hohen Ätna scheint die Zeit der Gipfeleruptionen vorbei zu sein, während die festgebauten Lavavulkane von Hawai ihre Laven bis zu Höhen von fast 9000 m aus Gipfelkraterergüssen aufgebaut haben und erst in jüngster Zeit die Erscheinungen und Folgen von Flankeneruptionen, wie sie sich in Unregelmäßigkeiten der äußeren Form der Berge kennzeichnen, aufweisen. Und dies sind alles noch Injektionen des Eruptivkegels selbst, aber nicht horizontale Injektionen zwischen die Schichtfugen des Untergrundes. Herdubreid als Vulkan dagegen ist nur etwa 500—600 m hoch aus soliden Lavalagen aufgebaut, was die oben erwähnte Annahme über die Bildung der Intrusionen nach der Bildung seines Eruptionszentrums für sie, wie auch für die anderen ähnlichen Schildvulkanzentren Islands, wenigstens für die weitaus überwiegende Mehrzahl von Fällen als sehr unwahrscheinlich erscheinen läßt, bzw. sie überflüssig macht.

Folglich greife ich zu ihrer Erklärung auf die erste Annahme zurück, daß es sich um Intrusionen handele, die vor dem Durchdringen des Magmas zur Oberfläche gebildet wurden. Die Bildung geschah offenbar deshalb erst unmittelbar unter dem heutigen Massiv des Vulkans, also nur wenig unter der einstigen Oberfläche des Landes, weil erst in dieser Höhe das langsam aufwärtsdrängende Magma die Kraft hatte, feine seitlich ihm begegnende Schichtfugen auseinanderzudrängen und durch die eigene Lava um so fester zu verschließen. Diese Art der Intrusionen bildet eine starke Stütze für die Ansicht von der Bildung der Schildvulkane durch einen ohne Spalte langsam aufdringenden und sich durch das Gestein hindurchschmelzenden Lavapfropfen, der schließlich ohne heftige Explosion die Oberfläche erreicht und von diesem zentralen, sich selbst durch spä-

tere Ergüsse erhöhenden Rohr aus den Aufbau des Vulkanberges durchführt¹.

Die Theorie der Durchschmelzung der Erdkruste durch die nach Befreiung strebenden Gase des Schmelzflusses wird bekanntlich von Sueß vertreten. Seine Ansicht kann durch diese Beobachtungen nur gestützt werden, und damit vielleicht auch Brancas Wort der Verwirklichung einen Schritt näher gebracht werden, der in der Aufschmelztheorie einen Weg sieht, den herrschenden Streit über das Vorhandensein und die Bedeutung der vulkanischen Spalte friedlich zu schlichten².

Diese vergleichenden Betrachtungen über Intrusionen unter Schildvulkanen und die völlig gleichartigen Intrusionen der Askja sind demnach auch nur geeignet, einen ursprünglichen Schildvulkan über der Askja vermuten zu lassen. Sie führen uns aber dann auch zu dem ebenfalls schon einmal gezogenen Schluß, daß dieser Askjavulkan seinen Gipfel noch eine beträchtliche Anzahl von Metern über der heutigen Höhe der höchsten Randgebirge gehabt haben muß.

Fassen wir kurz die Ergebnisse zusammen, die sich bei der bisherigen Wanderung um das Grenzgebirge der Askja aus Beobachtungen und Vergleichen bezüglich des ursprünglichen Zustandes des einstigen Askjavulkans ergeben haben, so kommen wir zu dem Resultat, daß die Spalten und Gangsysteme der Dyngjufjöll in Abhängigkeit von den Abwärtsbewegungen der Umgebung gegen den festen Horst des selbständigen und von keiner nachweisbaren Spalte abhängigen zentralen Askjavulkans entstanden sind. Aller Wahrscheinlichkeit nach war dieser zentrale Vulkan ein Vulkan vom Typus der Schildvulkane, dessen Eruptionszentrum daher in zentraler Lage, höher als die heutigen Höhen der Tuffrandgebirge, über dem Askjakessel lag.

Kehren wir nun zu den südlichen Dyngjufjöll zurück. Ihr äußeres Gehänge ist in den östlichen Teilen sehr steil, während die westlichen

¹ Ursprünglich war ich bereits durch den Mangel explosiven Materials an der Basis der mir bekannten Schildvulkane zu dieser selben Ansicht gekommen. Hierin beruht ein Gegensatz zur Bildungsweise mancher allerdings viel kleinerer amerikanischer Lavavulkane, deren Dasein mit einer heftigen Explosion begann, wie die große Masse loser Produkte an der Basis der dann folgenden ruhigen Ergüsse zeigt (s. z. B. Russell, Bulletin Nr. 217 U. S. Geological Survey 1903).

² W. Branca, Vulkane und Spalten. Mexiko 1907.

etwa den Böschungsverhältnissen der nördlichen und östlichen Randgebirge entsprechen. Diese Übersteilung der östlichen Südgehänge legt bei der auffallenden Frische der Formen den Gedanken nahe, daß sie erst jüngst diese Formveränderung erhalten haben; dabei liegt es bei ihrer unmittelbar benachbarten Lage zu dem Einbruch der Knebelkaldera natürlicherweise am nächsten, diese sekundären Formveränderungen mit dem Einbruch des Jahres 1875 in Zusammenhang zu bringen. Dafür spricht auch, wie Spethmann betont, die Lagerung der basaltischen Blockmeere an ihrem Fuße, die sich bei der heutigen Anordnung der Höhenverhältnisse des Gebirges nicht gut erklärt, vielmehr jüngere staffelartige Abbrüche voraussetzt. Daß die Steilheit der Gehänge jedenfalls keine primäre mehr ist, erhellt außerdem noch ohne weiteres aus dem Vergleich mit der westlichen Fortsetzung der südlichen Dyngjufjöll, die mit den östlichen zusammen eine fast gerade Linie von etwa 20—25 km Länge darstellen, und deren inniger genetischer Zusammenhang außer Frage steht. Die weicheren, also älteren Formen des Gebirges stellen sich genau an der Stelle ein, wo der Einfluß des Einbruches des Jahres 1875 sein Ende erreicht.

Auffallend ist hierbei noch das Verhältnis der relativen Höhenzahlen der einzelnen Berge: da, wo nachträgliche staffelartige Absenkungen, verursacht durch die Ereignisse des Jahres 1875, stattgefunden haben, sollte man naturgemäß die geringsten Höhen des normalerweise ursprünglich auf weite Erstreckung hin annähernd gleich hohen Gebirgskammes erwarten, wie ich ihn schon von den nördlichen und östlichen Dyngjufjöll geschildert habe. Jedoch ist hier das Gegenteil der Fall. Gerade über dem Einbruch erreicht die Kammhöhe des Gebirges, in Zacken und Spitzen aufgelöst, ihre höchsten Höhenzahlen, während mit der Rückkehr zum einheitlichen flachen Gebirgskamm am Ende des jüngsten Einbruchfeldes eine deutliche Höhenabnahme Hand in Hand geht. Trotzdem also aus schon genannten Gründen staffelartige Versenkungen hier stattgefunden haben, scheinen sie wenig Einfluß auf die Kammlinie des Gebirges gehabt zu haben. Will man nicht eine lokale Aufstauung derselben durch die randlichen Versenkungen annehmen, so wird man wohl die große Erhebung der Tuffberge im SO der Askja als eine ursprüngliche ansehen müssen; aber jedenfalls haben die Einbrüche von 1875 weniger die Höhe des Gebirges beeinflußt als vielmehr seine Basis, deren Breite sie wesentlich verringert haben.

In den tieferen Teilen der südlichen Gehänge der Dyngjufjöll stehen ebensowohl wie auf der Hauptabbruchslinie am Fuße des Gebirges zahlreiche Kraterchen von durchschnittlich geringer Größe, deren Umrandungen, die aus fladenförmigen basaltischen Lavaschlacken bestehen, öfters durch den Ausfluß von Lava zerstört wurden. Die Laven ergossen sich nach Süden über das Vorland. Die Kraterchen sind deutlich von den Spalten des Gebirges abhängig und sehr jugendlichen Alters, wie ihr Erhaltungszustand nicht weniger als ihre Lage beweist. Auch eine kleine Vulkanreihe läuft hier aus dem Lavafeld in NO-SW-Richtung auf das Gebirge zu, um am Fuße desselben ihr Ende zu finden.

Nach Westen zu flachen die Höhen immer mehr gegen das Ódáðahraun ab, um in einem von rezenter Lava erfüllten Paß zu endigen. Jenseits des Passes beginnen die nach N streichenden, westlichen Dyngjufjöll. Ihr innerer Bruchrand begrenzt wiederum in einer langgestreckten annähernd geraden Linie, die gegen ihre Beendigung zu in kurzem Bogen auf die senkrecht zu ihrem Streichen liegenden nördlichen bzw. südlichen Dyngjufjöll zuläuft, den Askjakessel. — Die westlichen Dyngjufjöll sind noch völlig unerforscht; es fehlen jegliche Detailangaben über ihren Bau. Es ist nur das eine bekannt, daß auch sie durch ein Tal in zwei parallele N-S-Bergzüge zerlegt sind und insofern den östlichen Dyngjufjöll gleichen¹.

Nach dieser Betrachtung der vier paarweise rechtwinkelig zueinander streichenden Grenzgebirgszüge müssen wir noch ihren Schnittpunkten unsere Aufmerksamkeit schenken. Der quadratische Umriß des Gebirges wird, wie gesagt, dadurch etwas verwischt, daß die Gebirgszüge sich nicht scharf in rechten Winkeln schneiden, wie wir dies in den Kanten der rechtwinkelig zueinander streichenden Tafelbergwände sehen, sondern sozusagen kanten gerundet sind, indem die Enden der Gebirgszüge in kurzen Bogen ineinander übergehen. Es erscheint mir dies Verhalten als kein willkürliches oder zufälliges, sondern gewissermaßen als die Resultante zwischen zwei verschieden wirkenden Kräften, nämlich zwischen den

¹ Soeben geht mir Nachricht zu, daß in diesem Sommer von dem momentan noch auf Island weilenden Hrn. H. Erkes eine Durchwanderung der westlichen Dyngjufjöll durchgeführt wurde. Nach der schönen Schilderung zu urteilen, die er uns von seinem ersten Besuch der Dyngjufjöll seiner Zeit geliefert hat, darf man auf die Veröffentlichung seiner Beobachtungen sehr gespannt sein, zumal sie berufen sind, eine große Lücke in unserer mangelnden Kenntnis der westlichen Dyngjufjöll zu füllen.

Tendenzen geradlinigen Abbruches an den vorgezeichneten N-S-, O-W-Linien und der für vulkanische Einbrüche typischen Tendenz zu rundlichen Einbrüchen.

Die Schnittpunkte der Gebirgszüge sind danach den verschiedensten Spannungen ausgesetzt gewesen, deren Vorhandensein eine stärkere Auflockerung oder lokale Aufreißung des Gesteins bewirkte, und damit die Anlage zur Ausbildung der Hauptgebirgspässe der Dyngjufjöll gab. Diese Pässe liegen nämlich sämtlich in den Ecken des Gebirges, niemals in der langgestreckten Bergkette selbst. So der Jonskard im NW, Askja Op im NO, der Trölladyngjapaß im SW, während an der SO-Ecke zwar nicht die Bildung eines Passes erfolgte, wohl aber der große Einbruch des Jahres 1875.

Die Pässe stellen danach Linien des Ausgleichs der Spannungen zwischen den N-S- und O-W-Linien des vulkanisch-tektonischen Aufbaues dar. So erklärt sich auch ihre von dem allgemein herrschenden Streichen abweichende Richtung, die annähernd der Mittellinie zwischen den Gebirgsrichtungen zu folgen strebt und daher annähernd auf einen zentralen Punkt über dem Kessel der Askja zuläuft; dieser Punkt aber würde mit dem Eruptionspunkt des ursprünglichen Askjavulkans zusammenfallen.

Allerdings haben beide Kräfte nicht gleich stark gewirkt, denn die Richtung der Pässe ist nicht rein NO-SW bzw. NW-SO, sondern der Einfluß der tektonischen Richtlinien war zweifellos der stärkere, so daß wir z. B. im Jonskard nahezu ein Streichen NNO-SSW haben.

Eine Ausnahme von dieser Regel macht nur das im Osten gelegene Askja Op, doch liegen hierfür auch besondere Gründe vor. Askja Op streicht ziemlich rein O-W, parallel den es begrenzenden nördlichen Dyngjufjöll. Aber Askja Op ist gar nicht nach Art der anderen Pässe ins Tuffgebirge eingeschnitten, sondern stellt selbst eine Bruchlinie des Gebirges dar. Es ist in gewissem Sinne als Graben von etwa 1 km Breite aufzufassen, dessen S-Wand von Palagonit gebildet wird, während er im Norden von der bis 40 m hohen Bruchwand des seinerseits bereits im Tuffgebirge eingesenkten Lavaplateaus begrenzt wird. Überhaupt markiert der Nordosten der Dyngjufjöll die Stelle der größten Nachgiebigkeit und damit der stärksten Versenkungen.

Zuletzt sei noch auf einen Punkt hingewiesen, der sich aus dem allgemeinen topographischen Bild der Dyngjufjöll ergibt und für die relative Altersbestimmung der diversen Einbrüche von großer Bedeutung ist.

Es hat sich bisher ganz allgemein bei unseren Betrachtungen die Regel bestätigt, daß die durch die Abbrüche verursachten Geländeböschungen um so steiler sind, je jünger sie sind, umgekehrt um so flacher, je älter. Betrachten wir diese Verhältnisse in bezug auf den äußeren Abbruch des Gebirges gegen das Ódádahraun wie auch auf den inneren Abbruch gegen den Askjakessel. Zunächst die nördlichen Dyngjufjöll: die Breite des Gebirgszuges gemessen in der Richtung des Jonskardes beträgt etwa 11 km. Die höchsten Höhen liegen zwischen etwa 3 und 5 km von dem Rande der inneren Absenkung. Infolgedessen ist auch der Anstieg aus dem Askjakessel zur Höhe des Jonskardes unverhältnismäßig viel steiler als der Abstieg zum Ódádahraun. Das gleiche Bild zeigen die östlichen Dyngjufjöll, deren Abfall nach innen ebenfalls wesentlich steiler ist als nach außen. Die südlichen Dyngjufjöll zeigen in modifizierter Weise Ähnliches, indem naturgemäß die erst neu geschaffenen inneren Abbruchswände des Jahres 1875 bedeutend steiler sind als die höchsten modifizierten Außenwände. Die westlichen Dyngjufjöll sind diesbezüglich noch unbekannt. Ich schließe aus diesem Verhalten, daß die Einbrüche der Gipfelpartien des ursprünglichen Askjaschildvulkans nicht gleichzeitig mit der Absenkung seiner Umgebung stattfanden, sondern jünger, und zwar wesentlich jünger sind als diese, wie sich aus der wesentlichen Verschiedenheit der inneren und äußeren Böschungswinkel der Tuffgrenzgebirge ergibt.

Kapitel III. Die Askjakaldera.

Der Horstcharakter des Askjakessels. — Staufalten in der Lava im Süden des Kessels. — Die ursprüngliche Oberfläche und das Maß der späteren Auffüllung. — Die Form der Askja. — Das Kartenmaterial. — Struktur und Aufbau, erschlossen durch die nordwestlichen Wände der Knebelkaldera. — Das Alter der Askjakaldera. — Die jetzige Lavoberfläche. — Die Randkratere und ihre Tätigkeit.

Bei den vorangehenden Betrachtungen über die Dyngjufjöll habe ich schon mehrfache Beziehungen derselben zu dem von ihnen umschlossenen Askjakessel erwähnt.

Da ich ihn nach diesen für die versenkte Zentralpartie eines homogenen Vulkanmassives halte, ist er nach dieser Ansicht als Kaldera anzusprechen, und zwar als Einbruchskaldera (Taf. III, Fig. 8). Diese Annahme, daß es sich hierbei um den Einbruch, nicht etwa um die Explosion der zentralen Vulkanpartie handele, wird besonders durch den Mangel jeglicher Spur älteren explosiven Materials, selbst an den geschütztesten Stellen der Dyngjufjöll, bestätigt, zumal da eine Explosion solchen Umfanges ganz ungeheure Gesteinsmassen hätte ausschleudern müssen, die unbedingt auch bei hohem Alter noch größtenteils in der Umgebung ihres Ursprungsortes sich hätten erhalten müssen, da die Weiterbeförderung des Detritus durch strömendes Wasser in diesen Gegenden gänzlich in Wegfall kommt.

Von besonderer Wichtigkeit für den Nachweis des horstartigen Charakters des ganzen Gebirges, das seiner größeren Resistenz und Festigkeit gegenüber der Umgebung seine Entstehung verdankt, ist das horstartige Verhalten auch dieser versenkten Partie gegenüber den umgebenden Lavafeldern des Ódáðahraun. Hierfür einige Zahlen: der Nordabhang der nördlichen Dyngjufjöll beginnt bei etwa 800 m Höhe ü. d. M. Jenseits des Jonskards liegt der Südfuß der nördlichen Dyngjufjöll auf etwa 1200 m Höhe. Auch in der SW-Ecke der Askja liegt die Lavoberfläche auf etwa 1200 m Höhe. In der SO-Ecke trat 1875 eine nochmalige Versenkung ein, die erst später zu berücksichtigen sein wird. An ihrem Westrande liegt die Lava am Nordfuß der südlichen Dyngjufjöll etwa auf 1100—1150 m

Höhe. Der Südhang der südlichen Dyngjufjöll dagegen endet in etwa 700 m Höhe. Ähnlich ist es im Osten, wo an der niedrigsten Stelle der Askja die Lava bei etwas über 1000 m Höhe durch die Öffnung abströmt, während im Vorland die Stellen, die nicht von diesen Ergüssen erhöht wurden, auf etwa 700 m Meereshöhe liegen.

Wie vorher die Dyngjufjöll, so zeigt also auch der Boden der Askja seine stärkste Absenkung im Nordosten, bewahrt aber stets seinen horstartigen Charakter, indem er im Durchschnitt etwa 500 m über dem allgemeinen Niveau des Vorlandes steht und auch an der Stelle stärkster Senkung noch 200—300 m höher liegt als dieses.

Die heutige Höhendifferenz von 300 m ist nämlich etwas größer als die ursprüngliche, da sich durch das Askja Op noch nachträglich ein Lavastrom gewälzt hat, der weite Strecken des Vorlandes überschüttete und notwendig durch seine Masse den ursprünglichen Talboden erhöhte. Doch darf die dadurch verursachte Erhöhung auch nicht zu hoch veranschlagt werden, da das Askja Op keinesfalls einen günstigen Sammelplatz für das Magma bildete, sondern nur einen Durchgang mit nach außen zunehmendem Gefälle darstellte, durch den allein die auf eine weite Oberfläche verteilte Lavamasse des Kessels nach außen drängte, und auf diese Weise in der Enge selbst einen beschleunigten Abfluß notwendig machte.

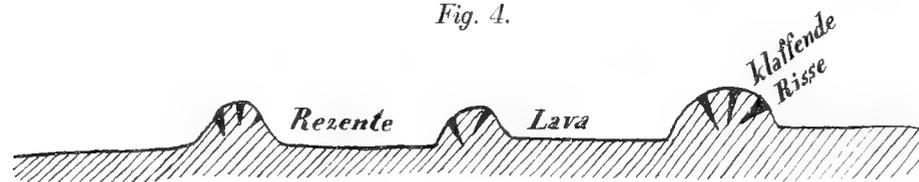
Diese Tatsache zeigt uns schon, daß die heutige Oberfläche der Askja nicht mehr die ursprüngliche Oberfläche der Einsenkung, d. h. des einstigen Schildvulkans ist. Dieser ist für immer durch die nachträgliche Lavaüberschüttung und Auffüllung des Kessels unseren Blicken entzogen. Auf die Eruptionspunkte dieser Laven werde ich noch zurückkommen; zunächst die Frage: wie weit wurde der Kessel von etwa 55 qkm Oberfläche nachträglich aufgefüllt? Bestimmtes läßt sich hierüber nicht ermitteln, aber immerhin führen einige Betrachtungen zu einer Idee über das ungefähre Maß der in Betracht kommenden Massen.

Zunächst scheint nicht eine lang anhaltende Reihe von Eruptionen die Auffüllung bewirkt zu haben, sondern, nach der Einheitlichkeit der bekannten Eruptionspunkte wie auch der geflossenen Lavamasse zu schließen, eine einzige Eruptionsphase. Der Lavastrom, der aus dem Askja Op herausfloß, ist durch seine scharf ausgeprägte, zerrissene Blocklavastruktur trotz der dichten Bimssteindecke in seinen ungefähren Grenzen recht gut zu

überblicken. Da jegliche genauere Messung fehlt, kann ich nur schätzen, daß seine Oberfläche keinesfalls einen größeren Flächenraum einnimmt, als der Askjakessel selbst besitzt, aus dem er entsprungen. Er gehört also bei weitem nicht zu den größten Lavaströmen der Insel. Ältere Ströme, die aus dem Askja Op stammen könnten, sind mir nicht bekannt.

Eine andere, höchst eigenartige und auffallende Stelle des Askjakessels gibt uns Gelegenheit, einen Blick auf ältere Schichten zu werfen, als die Oberfläche der letzten Ergüsse. Es ist dies nahe am Fuße der südlichen Dyngjufjöll an der Westgrenze der Einbruchszone von 1875. Auf

Fig. 4.



Profil durch die Staufalten in der Lava des Askjabodens
nahe bei dem SW-Rande der Knebelkaldera.

der Wanderung an der Grenze des Einbruchs nach Süden zu verläßt man unfern der südlichen Dyngjufjöll die rauhe Blocklava und stößt auf eine glattflächige Plattenlava, auf deren Oberfläche die alte Blocklava ausebbte. Diese Lava ist also älter; ihr Magma ist in merkwürdige Schlieren zerspalten, indem grellrot gefärbte, oft rundliche, oft unregelmäßig geformte, wie verbrannt aussehende Schlieren, mit tiefschwarzen Basaltpartien regellos wechseln. Aber besonders auffällig ist diese Lava durch ihre in seltener Reinheit ausgeprägten Stauungserscheinungen. Hohe stehende Lavafalten unterbrechen die glatte Oberfläche, meist durch die bei ihrer Bildung entstandenen übermäßigen Spannungen von radialen klaffenden Rissen durchzogen, wie sie das Profil (Fig. 4) schematisch anzeigt. Diese Falten machen von weitem den Eindruck mächtiger liegender Baumstämme; dem müden Wanderer bieten sie als durchschnittlich etwa 50—70 cm hohe Steinbänke einen recht bequemen Sitz.

Sie bestehen meist aus einer sehr dichten, in der erwähnten Weise schlierigen Lava und treten in mehreren Zügen in unregelmäßigen Abständen hintereinander auf. Sie sind in ihrer Entstehung völlig unabhängig vom Einbruch des Jahres 1875, denn sie werden von dessen Bruchspalten, zu denen sie quer streichen, angeschnitten und durchsetzt. Sie sind also älter

als dieser Einbruch. Die Anschnitte zeigen, daß diese im Mittel etwa 1 m Durchmesser aufweisenden Staufalten in ihrem Inneren vollständig ausgefüllt und kompakt sind. Sie können unmöglich als Fließerscheinungen eines Lavastromes gedeutet werden, denn die Lava dieser Gebilde kann bei ihrer Entstehung höchstens noch in minimalster Weise plastisch gewesen sein, d. h. eben noch plastisch genug, um eine derartige Aufwölbung kompakter Lavamassen ohne Aufbröckelung in Schollen und Bruchstücke zu ermöglichen. Weiter kann ihre Plastizität unmöglich gegangen sein, denn sonst hätte sich die oft bis an 90° heranreichende Steilheit der Böschungen ebensowenig wie die glattwandigen, nach unten spitz zulaufenden klaffenden Zerrungsspalten erhalten können.

Ich fasse daher die Bildung dieser Staufalten nicht als ein Produkt eines Lavaergusses auf — weder eines jüngeren, der den eingesenkten Lavakessel auszufüllen suchte, noch auch eines älteren, der dem ursprünglichen Askjavulkan angehörte —, sondern sehe in ihnen die Wirkung tektonischer Kräfte, indem bei der Absenkung des ursprünglichen Vulkanzentrums die angrenzenden südlichen Dyngjufjöll das Widerlager bildeten, durch dessen seitlichen Druck die Zusammenstauchung der — vielleicht eben erst gebildeten — Lavoberfläche auf engeren Raum bedingt wurde. Möglicherweise wurde auch die zur Aufstauung der Falten, d. h. zur Erreichung der Plastizität nötige Wärme durch vulkanische Wärmezufuhr aus der Tiefe unter dem zentralen ursprünglichen Krater geliefert, denn es scheint unzweifelhaft, daß gerade durch den Einbruch eine neue Tätigkeit des Vulkans entlang seiner Abbruchsspalten geweckt wurde, worauf die noch zu besprechenden Randkratere hinweisen.

Durch diese Darstellung habe ich schon meine Ansicht bekundet, die ich von dem Alter dieser Lava habe. Ich halte sie für ein Stück Plattenlava, das der fertigen Bodenoberfläche der Zentralpartie des ursprünglichen Askjavulkans angehörte, welches schon unweit des Fußes der Dyngjufjöll in nur ganz unbedeutend geneigter Lage unter die jüngeren sekundären Blocklavaergüsse des eingesenkten Askjakessels untertaucht. Für diese Ansicht spricht, daß der ruhige Oberflächencharakter der Lava, trotz der Verschiedenheit im Detail, dieselbe dem als Oberflächenrest bereits erkannten Lavaplateau im Norden wesentlich näher stellt als den gänzlich verschiedenen rauhen Blocklaven der jüngsten Ergüsse. Auch die Stelle des Vor-

kommens ist dieser Auffassung günstig: diese liegt nämlich im äußersten Süden des Kessels, der Abfluß der jüngeren Laven und die Stellen tiefster Versenkung dagegen gerade gegenüber an der NO-Seite der Askja.

Von diesen Betrachtungen ausgehend, komme ich besonders auch unter Berücksichtigung der in allen Profilen klar zutage tretenden fast horizontalen Lagerung der älteren Basaltbänke im Innern der Dyngjufjöll zu dem Schluß, daß wahrscheinlich die sekundäre Lavaauffüllung der Askjakaldera keine sehr tiefe Auffüllung des Kessels bedeutete; denn auch nach der Bodengestaltung in der Umgebung des Askja Op sowie nach der Masse der aus der Askja geflossenen Lava zu urteilen, lag die ursprüngliche Einsenkungsoberfläche keinesfalls sehr tief unter der heutigen; andererseits erreichen die jüngsten Blocklaven noch nicht den Gebirgszug, der den Kessel im Süden begrenzt, sondern lassen zwischen sich und dem Gebirge, wenigstens an der von mir untersuchten Stelle, noch eine Zone ihrer älteren Unterlage zutage treten. Daraus ergibt sich weiter, daß der ursprüngliche Askjavulkan nicht wesentlich unter das heutige Niveau des Askjabodens versenkt wurde.

Betrachten wir nun noch kurz die Form dieses Kessels. Der Isländer nennt ihn »Askja«, d. h. Kiste, Kasten, und wollte damit offenbar seine Form zum Ausdruck bringen. Er hat auf diese Weise mit vorurteilslosem Blick Form und Wesen der Askja richtig erkannt, die dann allerdings im Laufe ihrer Erforschung auf Karten und in Beschreibungen recht verschiedenartig behandelt worden sind. Auf Islands ältester wissenschaftlicher Karte sehen wir die Dyngjufjöll hufeisenförmig eine nach Osten geöffnete Talschlucht umfassen¹. Watts beschreibt sie 1876 als dreieckiges Gebirge. Eine noch im gleichen Jahre erfolgte genauere Vermessung des dänischen Leutnants Caroc² dagegen gibt die Form der Askja in einer der Wirklichkeit wesentlich näherkommenden Weise wieder. Seine Karte im Maßstab von 1:80000 ist meines Erachtens die beste bestehende Karte des Askjakessels; leider sind die umrandenden Dyngjufjöll nicht mehr auf derselben mit eingetragen. Einige kleinere Fehler haften ihr auch noch an; so weist die südliche Begrenzungslinie bei weitem nicht die Ausbuchtungen und Verbiegungen auf, die ihr hier zugeschrieben werden. Mög-

¹ Björn Gunnlaugsson, »Updráttur Islands«. 1844.

² Siehe Johnstrup, Indberetning om den af Professor Johnstrup foretagne Under-søgelserese paa Island i Sommeren 1876. Kjøbenhavn 1877.

licherweise änderten sich aber auch an dieser Stelle seit der Kartierung die Terrainverhältnisse. Auch die östliche Grenze läuft in einer wesentlich mehr der N-S-Linie genäherten Richtung.

Jedenfalls ist aber auf dieser Karte eine charakteristische Eigenschaft der Askja schon schwach angedeutet, deren klare Erkenntnis wohl aus der gewohnheitsmäßigen Anschauung bis heute zurückgedrängt wurde, daß vulkanische Versenkungen rundlich sein müßten: nämlich die Geradlinigkeit der Begrenzungslinien und ihr Ineinandergehen in kurzen Bogen. Es scheint, als ob auch Caroc, wie mancher spätere Beobachter, bei der Bearbeitung seines Materials zwischen der Niederlegung seiner Beobachtungen und der seiner theoretischen Betrachtungen geschwankt hätte; denn so schloß er das Kompromiß, diese Geradlinigkeit wohl noch zum Ausdruck kommen zu lassen, wenn auch sehr geschwächt durch die übermächtige Ausdehnung der bogenförmigen Stücke des Gebirgszuges.

Einen wesentlichen Schritt vorwärts tat Th. Thoroddsen¹, der 1884 diese Gegend durchforschte. Mit geübtem Auge erkannte er die rechteckige Grundform des Askjakessels und trug sie deutlich erkennbar in dieser Weise in seine große Karte Islands ein.

Spethmann übernahm in seiner Arbeit Carocs Karte der Askja bis in alle Einzelheiten, mit Ausnahme der schon erwähnten übermäßigen Ausbuchtungen im Süden. Durch diese Verbesserung tritt die schon bei Caroc angedeutete Geradlinigkeit noch etwas klarer hervor — trotzdem nennt auch Spethmann die Askja in seiner Beschreibung »eine kreisförmige Figur . . .«, im einzelnen mit »natürlich mancherlei Abweichungen von der symmetrischen Form«.

Die zuletzt erschienene Karte der Askja und Dyngjufjöll endlich ist eine von Erkes nach Augenmaßaufnahme veröffentlichte Skizze, die leider durch die veraltete Art der Zeichnung wesentlich an der für wissenschaftliche Zwecke nötigen Übersichtlichkeit und Klarheit verloren hat. Auch er sieht in dem Einbruch einen kreisförmigen Kessel, obgleich auch auf seiner Karte von einer kreisförmigen Kontur der Askja nicht die Rede sein kann.

Ich habe dagegen bereits im Vorgehenden auf die geraden Linien des Askjaeinbruches und auf die kurze bogenförmige

¹ Th. Thoroddsen, Eine Lavawüste im Inneren Islands. Peterm. Mitt. 1885.
Phys.-math. Klasse. 1910. Anhang. Abh. II.

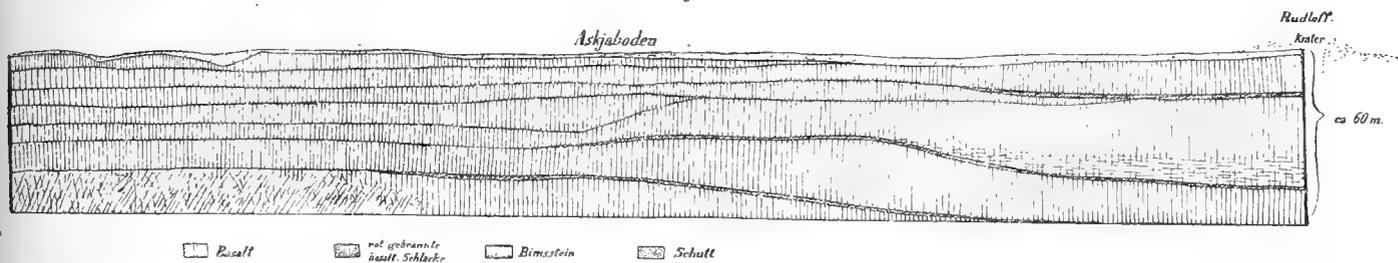
Verbindungsstrecke dieser sich senkrecht schneidenden Linien hingewiesen. Diese Linien sind überall Bruchlinien, die dem äußeren Bruchrande wie auch der Kammlinie des Teiles der Dyngjufjöll, dem sie anliegen, parallel laufen. Damit betrachte ich auch die Grundform der Askja gleich der der Dyngjufjöll als ein Rechteck, das — noch immer horstartig im Verhältnis zur weiteren Umgebung — in den großen Horst der Dyngjufjöll sekundär eingesenkt wurde. Dabei weist die Parallelität der jüngeren inneren Bruchlinien zu den älteren äußeren unmittelbar auf ihre Abhängigkeit von diesen bei ihrer Entstehung hin.

Ich habe versucht, das Bild der Askja, wie es sich mir bei meinem dortigen Aufenthalt ergab, in beifolgender Kartenskizze wiederzugeben, bei deren Zusammenstellung ich nicht nur meine eigenen barometrischen Höhenmessungen, sondern auch die von meinen Vorgängern veröffentlichten Zahlen verwandte (vgl. Fig. 1 und 2, S. 4 und 5).

Durch die jüngsten Lavaergüsse wäre uns jeder Einblick in den inneren Bau der Askjakaldera unmöglich gemacht, wenn nicht durch einen späteren Einbruch in ihren südöstlichen Teilen ein herrliches, etwa 60 m hohes bogenförmiges, mehrere Kilometer langes Profil mit senkrechten Wänden geschaffen worden wäre, das uns in einwandfreier Weise den inneren Bau des Kessels erkennen läßt. Taf. V, Fig. 11 und 12 sowie Taf. VI, Fig. 13 lassen die dort angeschnittene Basaltwand deutlich hervortreten. Sie zeigt übereinandergetürmt Basaltbank über Basaltbank, die einzelnen Lagen oft durch grellrot gefärbte Bänder getrennt. Dieses Profil ist im ganzen betrachtet völlig analog dem 40 m hohen Profil des Basaltplateaus im Norden der Askja. Stellt jenes eine abgesenkte, mehr randliche Partie des ursprünglichen Askja-Schildvulkans dar, so haben wir in diesem die noch tiefer versenkte Zentralpartie des gleichen Vulkans, die uns in einer Mächtigkeit von 60 m erschlossen ist. Um wieviel diese Zahl noch hinter der Gesamtmächtigkeit der Laven zurückbleibt, ist unbekannt. Ein Punkt erscheint mir noch erwähnenswert: Während die Lavabänke an der Nordwand der Askjakaldera auf weite Strecken gleiche Mächtigkeit bewahren, ist dies an der Wand der Knebelkaldera nur zum Teil der Fall; die Basaltbänke nehmen mit dem Vorschreiten gegen Westen und Süden an Zahl zu und harren dort länger in gleicher Mächtigkeit aus als weiter im Osten. Dies veranschaulicht das beigegebene schematische Profil der Bruchwand, das bei der Bootfahrt von

unterhalb des Rudloffkraters entlang der Bruchwand aufgenommen wurde (Fig. 5). In nächster Nähe dieses Kraters, in dessen unmittelbarer Nachbarschaft die Basaltwand plötzlich ihr Ende findet, ist die Zahl der Basaltbänke am geringsten, ihre Mächtigkeit am größten und veränderlichsten. Der Unterschied tritt beim Vergleich der Fig. 12 und 13 besonders deutlich hervor: Nach Süden zu verliert die Bruchwand mehr und mehr an Höhe. Dort sind ausgezeichnete Abbruchsstaffeln mit zahlreichen Rissen und Sprüngen und meterweit klaffenden Verwerfungsspalten ausgebildet, an

Fig. 5.



Profil durch die Basaltabbruchswand im N und W der Knebelkaldera.

denen sich die schalenförmig abgebrochenen Schollen dem Seeufer zuneigen (Taf. VI, Fig. 14).

Dieses Profil gestattet durch seine Größe und Frische sowie durch seine Wiederholung in höherer Lage am Nordrande des Kessels, sich ein völlig klares Bild über den Bau des Untergrundes der heutigen Askja zu machen.

Dieselbe besteht bis zu einer Tiefe von mindestens 60 m aus kompakten Basaltlagen, die ihrer Struktur nach ebenso wie die bisher schon angeführten Punkte unzweideutig auf einen einst über der Askja gelegenen Schildvulkan hinweisen.

Die Morphologie der Dyngjufjöll zeigte uns bereits, daß der Einbruch des Askjakessels jünger ist als die Herausmodellierung des gesamten Horstgebirges aus dem Ódáðahraun. Letztere haben wir ins älteste Postglazial versetzt. Die große Jugendlichkeit der Askja im Verhältnis hierzu zeigt sich nun auch an ihrer nördlichen Abbruchswand in einem schönen Beispiel. Dort fällt ein Bach in brausendem Fall über die senkrechten Basaltwände herab, um durch das Op seinen Abfluß zu nehmen. Es ist ein unbedingter Beweis der Jugendlichkeit dieses Falles, daß er sich noch in keiner Weise

durch das Gestein zurückschneiden oder auch nur die oberste Lavabank durchsägen konnte. Da aber gar kein Grund oder Anzeichen dafür spricht, daß dieser Bach erst wesentlich nach der Entstehung der Askja sich ihr zuwandte, so sehe ich in der Jugendlichkeit seines Falles gleichzeitig einen Beweis für die Jugendlichkeit des Askjaeinbruches selbst.

Die heutige Oberfläche der Askjakaldera stellt eine unpassierbare wildzackige Fläche zerrissener Blocklava dar, die ohne Ausnahme alle etwa einst vorhandenen Unebenheiten des Kessels ausgefüllt hat. Sie ist in geringem Maße (nach Thoroddsen $1^{\circ}26'$) gegen NO geneigt, wo ihre Laven durch das Op einen Ausweg fanden. Einige Oberflächenerscheinungen hat speziell von diesem Punkte Spethmann in seiner Arbeit bereits beschrieben, weshalb ich mich hiermit nicht aufzuhalten brauche. Im übrigen zeigt sich auch dieser Lavafluß in seinem Verhalten völlig analog den zahlreichen anderen Massenergüssen von Island, deren Oberflächenformen und Struktur ich bereits in meiner Arbeit über »Isländische Masseneruptionen« eingehend beschrieben habe.

Zuletzt seien noch die randlichen Kratere des Askjakessels erwähnt, welche diese Laven geliefert haben. Sehr hübsch hat Spethmann dieselben bereits geschildert und die Gleichzeitigkeit ihrer eruptiven Tätigkeit hervorgehoben. Nur über ihre Verteilung seien noch einige Worte angefügt. Sie sitzen auf den Abbruchspalten der Askja auf, und Spethmann glaubt, daß auf ihnen nach isostatischen Gesetzen durch das Gewicht des zentralen Einbruchs Magma randlich emporgepreßt und ausgequetscht wurde, eine Ansicht, der ich mich voll und ganz anschließe. Aber entsprechend den Abbruchlinien liegen die Vulkane nicht in einem Kreise um den Askjakessel angeordnet, sondern auf und an zwei sich rechtwinklig durchschneidenden Spaltensystemen. Die Vulkane häufen sich besonders an der Stelle des stärksten Abbruches, also im Nordosten. Sie sind in der Nähe des Askja Op am häufigsten und begleiten auch die Abbruchswand des nordöstlichen Basaltplateaus bis zu den bereits von dort erwähnten Krateren des äußeren Gebirgsrandes. Dabei haben vulkanische Kräfte auch des öfteren den horizontalen Aufbau des Plateaus gestört und einzelne Schollen steil aufgestellt, wie es an der Bruchwand im Profil am deutlichsten zum Ausdruck kommt. An der gesamten Ost- und Nordwand der Askja sind die oft halb zerstörten Kraterchen nicht selten, scheinen dagegen der Südwand zu fehlen, was auch mit meiner Beobachtung älterer

Laven an ihrem Fuße übereinstimmt. Ob die auf den äußeren Randspalten oder auf den Staffelbrüchen der Dyngjufjöll stattgehabten Eruptionen gleichzeitig mit den soeben erwähnten stattgefunden haben, gelang mir nicht nachzuweisen, doch ist dies, nach dem Erhaltungszustande der Schlackenkegel zu urteilen, mindestens möglich und scheint mir sogar wahrscheinlich. Auf die Notwendigkeit der Annahme, daß die randlichen Kratere als Folge des Einbruchs der Kaldera, also nach demselben erfolgten, hat ebenfalls Spethmann bereits hingewiesen.

Als wichtiger allgemeiner Gesichtspunkt ergibt sich aus dem Vorangehenden, daß nach der tektonischen Zersplitterung des einst einheitlichen und selbständigen Vulkanmassives jegliche spätere Äußerung vulkanischer Kräfte auf den Verwerfungsspalten der Abbrüche stattfand — ein Punkt, auf den ich sofort beim Rudloffkrater zurückzukommen haben werde.

Während aber beim Rudloffkrater eine gewaltige Explosion die Ursache des Einbruchs der Knebelkaldera wurde — wie ich noch zu zeigen habe —, war hier umgekehrt der Einbruch der zentralen Partien des Askjavulkans die Ursache für den Austritt von Magma an den Bruchrändern.

Kapitel IV.

Der Rudloffkrater.

Der Rudloffkrater und seine Beziehungen zu seiner Umgebung. — Die tektonische S-N-Linie. — Ihre Erklärung. — Spethmanns Ansicht. — Der Kraterwall. — Die jüngeren tektonischen Linien. — Die Wände des Kraterschlotes. — Die Abhängigkeit des Rudloffkraters von der Tektonik der Dyngjufjöll. — Geschichte des Rudloffkraters. — Schilderung nach meinen Beobachtungen im August 1908. — Das Eruptionsmaterial. — Beschaffenheit. — Verbreitung. — Fossiler Schnee. — Erdfälle. — Die Wärmeentwicklung des Rudloffkraters in ihren Beziehungen zur Verbreitung des fossilen Schnees wie zu Spalten.

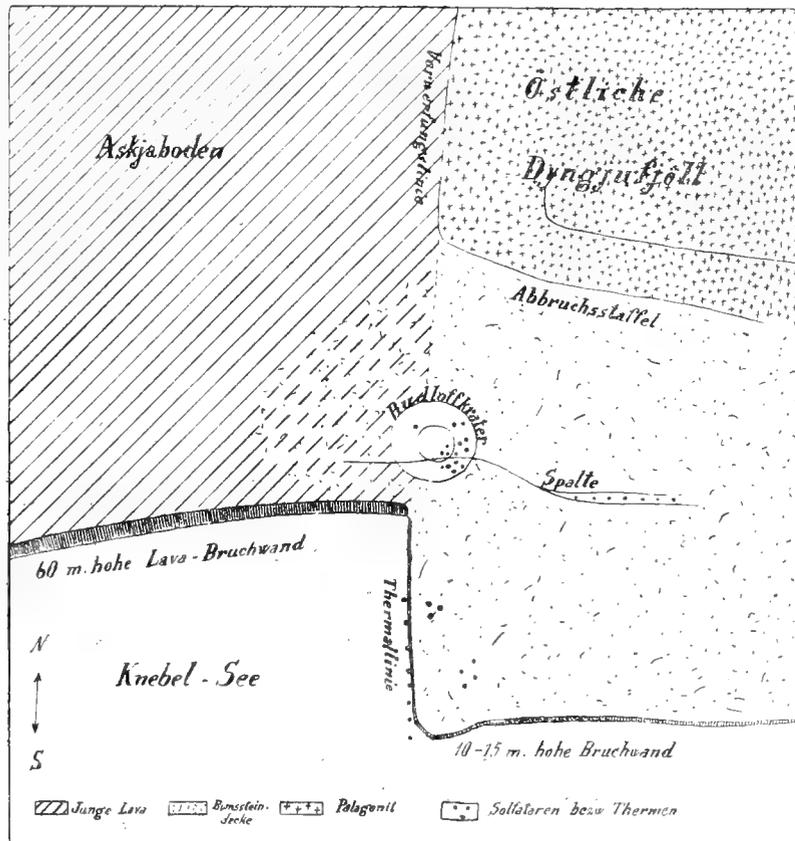
Der Rudloffkrater steht unter den Eruptionspunkten der Askja hauptsächlich dadurch im Vordergrund des Interesses, daß er in historischer Zeit, am 29. März 1875, durch eine der gewaltigsten jemals beobachteten Explosionen ausgeblasen wurde. Ebenso bedeutungsvoll ist seine Stellung im Verhältnis zu den anderen Eruptionspunkten sowie zu den tektonischen Linien des Massivs.

Betrachten wir zunächst sein Auftreten in Beziehung zu seiner nächsten Umgebung. Gerade in seiner Nähe treten die geologischen Leitlinien dieser Umgebung besonders deutlich zutage. Diese Verhältnisse zeigt größtenteils Fig. 3 in Spethmanns Arbeit in schöner Weise. Die hier beigegegebene Skizze diene hierzu zur Erläuterung sowie zur Ergänzung (Fig. 6).

Beim Ritt entlang dem nach Süden streichenden inneren Fuß der östlichen Dyngjufjöll treten plötzlich die Bergwände nach Osten zurück. Wir befinden uns damit im Einbruchsgebiet der Knebelkaldera, die tief in die Ostberge einschneidet. Daß der S-N streichende Fuß der Dyngjufjöll die tektonische Linie darstellt, an der das Zentralmassiv in die Askjakaldera abgesunken ist, habe ich schon ausgeführt. Geht man von der Stelle des Zurücktretens des Gebirges gegen Osten nur wenige 100 m in gerader Richtung (N-S) weiter, so stößt man auf den Rudloffkrater. Aber damit ist nicht etwa die tektonische N-S-Linie zu Ende. Jenseits des Kraters bricht in seiner unmittelbaren Nähe plötzlich die von Westen heranstreichende 60 m hohe Basaltbruchwand scharf ab. Dafür greift nahezu rechtwinklig zu dieser Wand, wiederum von einer N-S-Linie begrenzt, das

Land weit vor in den Einbruch des Knebelsees. Daß es sich hierbei um tatsächliche Bruchwände handelt, beweist ohne weiteres ihr senkrechtcs Fallen sowie das scharfe Abstoßen der 60 m hohen Basaltwand an dem genannten Eck. Ferner ist gerade entlang dieser Bruchlinie die Temperatur

Fig. 6.



Kartenskizze der Umgebung des Rudloffkraters.

des Wassers des Sees deutlich erhöht, und derselbe dampft stellenweise leicht, wodurch der Zusammenhang dieser Linie mit einem tiefgreifenden Bruch noch besonders klar wird.

Die Entstehung dieser in den See weit hinausgreifenden Scholle, die auf Taf. VII, Fig. 15 abgebildet ist, während ihre N-S-Bruchwand auf Taf. VII, Fig. 16, in größerer Nähe aufgenommen, deutlich hervortritt, ist nicht

schwer zu erklären. Der harte, massive Basalt erhält sich viel leichter als der weichere Tuff, auch in übersteiler Böschung. Daher die geschlossene Basaltwand, welche vom Rudloffkrater gegen Westen und Süden zieht, die nur in ihren westlichen Teilen in schmalen, schalenförmigen Stücken abgebrochen, dem See sich zuneigt. Dahingegen ist der Tuff zur Bildung einheitlicher hoher Wände nicht geeignet; er bricht in langen, breiten Staffeln zum See ab, wie dies besonders Taf. VIII, Fig. 17 in klarer Weise zeigt. Auf Taf. VII, Fig. 15 tritt auch deutlich hervor, daß dieser Absenkungsprozeß an Bruchlinien keineswegs beendet ist; denn die vorderen Partien sind bereits abermals von der hinteren Hauptscholle getrennt und neigen sich dem See zu. Die völlige Trennung der Schollen findet dann durch einen plötzlichen, unerwarteten Absturz statt, der endlich die in den vorhergehenden Stadien, während derer sich die Abbruchsspalte immer mehr erweitert, entstandene und sich immer mehr vergrößernde Spannung auslöst. Ich konnte diesen Prozeß an einer während meiner Anwesenheit in der Askja etwas weiter im Osten sich loslösenden und zuletzt mit mächtigem Getöse verschwindenden großen Tuffscholle Schritt für Schritt verfolgen.

Eine derartig abgesunkene und noch absinkende Staffel der östlichen Dyngjufjöll stellt auch die beschriebene, weit in den See hinausgreifende Scholle dar. Dabei ist sie so weit dem Seespiegel genähert, daß die Bruchwand im Durchschnitt nur noch etwa 10 m Höhe hat. Diese 10 m bestehen größtenteils aus feinen Aschen und Sanden sowie einer mächtigen Bimssteindecke des Jahres 1875. Darunter tritt ab und zu noch ein Stück einer Basaltbank zutage.

Der Grund für das N-S-Streichen der Abbruchswand ist nach dem Vorangehenden lediglich in dem Beharren der Abbrüche an einer vorgezeichneten Linie zu suchen.

Diese Linie tritt durch den scharfen Kontrast des sie begrenzenden Gesteins hier ganz besonders klar vor die Augen. Links die Basaltebene der Askja, die an einer 60 m hohen Wand senkrecht abbricht, rechts eine steile Böschung hinab zu der nur noch etwa 10 m hohen Scholle am Fuße der östlichen Dyngjufjöll! Diese Linie ist aber nichts anderes als die Verlängerung der inneren Abbruchlinie dieser Berge gegen die Askja; und auf dem schmalen, kaum 1 km breiten Landstreifen zwischen dem Eck der Dyngjufjöll und dem Eck des Knebelsees steht der Rudloffkrater! In nächster Nähe des Vulkans ist also im Norden wie im Süden eine gewaltige

Verwerfungsspalte zu sehen, nur in der unmittelbarsten Umgebung desselben ist es nicht möglich, sozusagen den Fuß über die Spalte zu setzen, da sie dort vom Schlammuff und den Bimssteinmassen des Kraters zugeeckt ist. Sollte aber nicht bei dieser Sachlage schon durch die Betrachtung der Umgebung die Annahme unabweisbar sein, daß der Rudloffkrater auch wie alle anderen Krater der Askja auf der großen Abbruchsspalte des Askjakessels aufsitzt?

Wenden wir uns nun der Betrachtung des Eruptionspunktes selbst zu, »so weist schon eine morphologische Würdigung desselben auf Störungen hin, die er nach seinem Entstehen erlitten hat. Der Tuffwall nämlich, der ihn umkränzt, liegt im Süden auffallend tiefer denn im Norden. Diese beachtenswerte Tatsache sticht noch schärfer hervor, wenn man bedenkt, daß während des Ausbruchs westliche Winde wehten, vermöge derer eine Höhendifferenz zwischen der Ost- und Westseite des Kraterwalles theoretisch zu erwarten gewesen wäre, aber nicht eine solche im Norden und Süden.«

Diese Spethmannsche Beobachtung über die höhere Lage des nördlichen Kraterlandes ist sehr richtig, und auch ich nehme an, daß diese Störung eine nach der Bildung des Kraterwalles durch Einsenkung gegen den Seespiegel zu entstandene ist. Diese Störung tritt auch nach Osten zu deutlich als klaffende Spalte zutage, die ihre näheren Beziehungen zum Rudloffkrater noch dadurch beweist, daß eine Reihe ganz geringer Wasserdampfexhalationen zwischen den Lücken ihrer Bimssteinwände hervortritt. Aber zwei Punkte berücksichtigt Spethmann hierbei nicht:

1. Er vergißt, daß die Beurteilung der Mächtigkeit des Kraterwalles doch nicht nur auf der Betrachtung der Höhenlage seines Randes basieren darf, sondern auch von der Lage seiner Unterlage abhängt. Daher ist es nötig, zur Entscheidung dieser Frage auch einen Blick in den Krater zu werfen. Das Innere des Kraters wird durch die beiden Photographien Taf. III, Fig. 7, und Taf. IV, Fig. 10, dargestellt, aus denen ohne weiteres erhellt, daß die nach Spethmann nur theoretisch zu erwartende größere Mächtigkeit des Tuffwalles im Osten gegenüber der im Westen auch tatsächlich vorhanden ist; und zwar übertrifft die Mächtigkeit des blaugrauen Schlammuffes im Osten diejenige im Westen um einen ganz wesentlichen Betrag.

2. Spethmann geht stets von dieser jüngeren Störung aus, deren Vorhandensein nicht zu bezweifeln ist, ohne auch nur die Frage zu berühren, ob nicht außerdem noch eine ältere Störung vorliegen könnte!

Er schreibt: »Die Verwerfung kann erst nach Ablagerung des Tuffes, d. h. nach dem Vulkanausbruch, eingetreten sein, da sonst der Tuff ungestört lagern würde. Sohin ist die Spalte das sekundäre, der Vulkan das primäre Phänomen.«

In diesem Satz identifiziert Spethmann zudem noch »Spalte« und »Verwerfung«. Es mag sein, daß Spethmann eine scharfe Trennung dieser Begriffe für weniger notwendig hielt. Der Geologe hat jedoch prinzipiell zwischen diesen beiden Begriffen in allen Fällen eine scharfe Grenze zu ziehen, und ein Vulkan, der von einer Verwerfung unabhängig ist, muß deshalb noch lange nicht von der Spalte unabhängig sein, auf der doch möglicherweise erst später diese Verwerfung stattfinden konnte!

Nach diesen Berichtigungen kann ich mich Spethmanns Beweisführung von der Unabhängigkeit des Rudloffkraters von einer Spalte überhaupt leider nicht anschließen. Ihm waren ja, wie er selbst sagt, die Nord-Süd gerichteten tektonischen Linien im Gebiete der Dyngjufjöll nicht aufgefallen, so daß er wohl bei seinen Arbeiten keine weiteren Störungen in der Nähe des Rudloffkraters vermutete und alle seine Beobachtungen auf die jüngeren Brüche der Knebelkaldera bezog.

Werfen wir nun nochmals einen Blick in den Rudloffkrater. Die Schlammausbrüche, die Verschüttungen durch abgebröckeltes Material sowie die zersetzende Wirkung der scharfen vulkanischen Gasexhalationen haben dafür gesorgt, daß eine Spalte im Krater selbst heute nicht mehr offen zutage tritt. Die Tatsache jedoch, daß von außen betrachtet der westliche Kraterrand höher steht als der östliche, daß aber umgekehrt das Kraterwallmaterial im Osten bedeutend mächtiger ist als im Westen, weist allein darauf hin, daß hier schon vor der Eruption ganz auffallende Niveaudifferenzen bestanden. Ein Vergleich der in ihrem Gesteinscharakter so gänzlich verschiedenen östlichen und westlichen Wände (vgl. Fig. 7 und 10) läßt endlich keine andere Erklärung mehr zu, als daß hier — gerade durch den Vulkan hindurch — eine gewaltige Verwerfung zieht. Die ganze Ostwand sowie auch die größten Teile der Süd- und Nordwand sind in den Palagonittuff eingesprengt, während die westliche Wand die Anschnitte einiger mächtiger Basaltdecken zeigt, die nur den Basaltlagen der versenkten Askjakaldera angehören können.

Erwähnt sei noch, daß an dieser Seite der Vulkan auch einige kleine Gänge von nur ganz geringer Mächtigkeit anschneidet, die zumeist unter

einer Basaltbank endigen. Alle Verhältnisse weisen jedoch darauf hin, daß diese mächtigen Decken keinesfalls von diesen Gängen gespeist wurden; die Gänge scheinen vielmehr bei der Einsenkung des Askjabeckens injiziert worden zu sein und an dem Widerstand der Basaltdecken ihre Kraft erschöpft zu haben, so daß sie hier nicht zur Erdoberfläche empordringen konnten, wie sie es im Nordosten der Askja getan haben.

Aus den vorangegangenen Beobachtungen und Ausführungen ergibt sich mit Notwendigkeit, daß die Explosion des Rudloffkraters, ebenso wie alle nach der Zerstückelung des ursprünglichen Askjavulkans zur Eruption gekommenen vulkanischen Kräfte, auf den durch diese Zerstückelung lokal geschaffenen Schwächelinien, d. h. Verwerfungsspalten, die Erdoberfläche erreicht haben.

Sonach bieten uns die Dyngjufjöll ein klares Beispiel dafür, wie ein selbständig geschaffenes Vulkanmassiv gerade durch seine Festigkeit und Widerstandskraft gegen tektonische Bewegungen die Ursache zur Ausbildung von lokalen, nur durch dessen Dasein hervorgerufenen Spalten an seinem Rande wird, die dann nach der Verfestigung des Vulkankerns sämtlichen späteren Eruptionen zum Ausweg dienten.

Die Geschichte des Rudloffkraters ist uns durch die Mitteilungen der gelegentlich dorthin vordringenden Expeditionen in großen Zügen von seiner Entstehung an bekannt. Der Tag der Entstehung des Rudloffkraters dürfte der 29. März 1875 sein, an welchem man im ganzen Nordland die Erschütterung einer gewaltigen Explosion verspürte und an welchem das ganze Ostland bis zum Meere hin unter einer mächtigen Bimssteindecke begraben wurde, deren ungefähre seitliche Grenzen ich für das Gebiet der Dyngjufjöll auf der Karte eingezeichnet habe.

Elf Berichte von verschiedenem Datum bringen über die Geschichte der Askja von diesem Tage bis heute wichtige Nachrichten. Eine ausgezeichnete Zusammenstellung aller hierher gehörigen historischen Literatur hat Erkes in seiner Arbeit gegeben, auf die ich hier ausdrücklich verweise. Ich möchte in den folgenden Zeilen nur eine knappe Zusammenstellung der wichtigsten Daten meiner Arbeit einfügen:

1875, 29. März. Entstehung des Rudloffkraters durch eine ungeheure Bimssteineruption.

1875 kurz nach der Eruption spie nach dem Bericht von vier Isländern, die jedoch nicht bis zum Krater vordringen konnten, derselbe Gestein und Schlamm mehrere 100 Fuß hoch in die Luft.

1875, Mitte Juli, sah Watts eine qualmende Ausbruchsöffnung von 400 m Umfang.

1876 beschreibt Jon Thorkelsson einen etwa 190 m tiefen und ebensoviel im oberen Durchmesser messenden trichterförmigen Kessel mit flachem Boden, in den eine zentrale Vertiefung von etwa 4 m Durchmesser eingesenkt war, in welcher es gewaltig kochte.

1876 war auch Johnstrup am Rudloffkrater, welcher Schlamm und große erstickende Dampfmassen über seinen Rand spie, so daß es gefährlich war, sich ihm zu nähern.

1878 herrschte nach Lock noch immer sehr heftige Dampfbildung, während

1880 der gleiche Autor den Krater in voller Ruhe vorfand.

1881 war bei der Anwesenheit Morgans der Krater in einen Schlamm-
pfuhl umgewandelt, in dem Schlamm und Wasser hoch aufspritzten. Dieser Autor gibt den Durchmesser des Kraters oben zu etwa 50 m, unten zu etwa 25 m, seine Tiefe zu 70—100 m an.

1884 fand Thoroddsen bei seinem Besuch der Askja einen grau-grünen Tonbrei vor, aus dem im Süden unter Sausen und Zischen eine dichte Dampfsäule entsprang. Der Durchmesser des Kraters betrug 90 m, die Tiefe 45 m. An den Wänden waren zahlreiche Solfataren.

1907 traf Spethmann im wesentlichen das gleiche Bild an. In der südlichen Hälfte des Wasserpfuhles waren 2 Thermen tätig, am Ostrand sprang ein 30 cm hoher Wasserstrahl empor. Die Ostwand des Kraters war reich an Solfataren. Seine Tiefe wird auf 50 m angegeben.

1908 gibt Erkes keine Veränderungen an; er schätzt die Tiefe auf 40 m, den Durchmesser auf 150 bzw. 90 m.

1908 war ich einige Wochen später als Erkes in der Askja und traf im wesentlichen auf das gleiche Bild. Doch unternahm ich zur genaueren Orientierung und Feststellung der Tiefe des Kraters wie auch der Temperatur des kleinen Sees einen Einstieg in denselben. Derselbe ist nur mit einer Sicherung durch Seil in einer schmalen und sehr steilen Erosionsrinne möglich, die sich an der Nordostseite befindet (Taf. IV, Fig. 14). Rechts und links davon fallen Palagonitklippen fast senkrecht in die Tiefe.

Das Gestein in der Rinne ist ein ungemein glatter, zäher, blaugrauer Ton und besteht zum größten Teil aus dem Bimssteinschlamm des Kraterwalles, der durch das fließende Wasser hereingeschwemmt wird. Der Zufluß ist nur gering, da die Rinne nur ein sehr kleines Einzugsgebiet für Schmelzwasser hat. Ein Teil des Seewassers, das diesen in Dampfform verläßt, wird auch durch die steilen Kraterwände aufgefangen und kondensiert und so dem Becken wieder zugeführt; hierzu kommt auch noch ein geringer Tribut an kondensiertem Wasser von den Solfataren der Kraterwände.

Das Niveau des Sees scheint jedoch von der Höhenlage des Grundwasserspiegels unabhängig zu sein, der vielleicht die Höhe des Kraterbodens noch gar nicht erreicht hat und daher von ihm nicht angeschnitten wird, oder aber durch die zähe, wasserundurchlässige Tonschicht der Kraterwände wie auch des Bodens vom Zutritt zum Kratersee abgesperrt wird, und vielleicht nur den Wasserdampf der Solfataren liefert.

Ich schließe das weniger aus den stark variierenden bisherigen Höhenangaben, die alle nur auf Schätzung beruhen, als vielmehr aus dem Vergleich meiner Aufnahmen mit einer von Spethmann herrührenden Photographie aus dem Jahre 1907, die in der Zeit seines Aufenthalts in der Askja angefertigt wurde; danach ist das Niveau des Sees innerhalb eines Jahres um etwa 1 m gestiegen. Vergleicht man diese Tatsache mit den von Jahr zu Jahr stets niedriger werdenden geschätzten Tiefenzahlen des Kraters, so kommt man zu dem Resultat, daß das Niveau des Sees im Rudloffkrater von Anfang an stetig und langsam gestiegen ist¹.

Meine Messungen ergaben eine Höhendifferenz von etwa 52 m zwischen dem Niveau des Sees und dem höchsten Punkte des Kraterrandes, eine Zahl, welche mit den letzten Schätzungen vortrefflich übereinstimmt.

Dagegen ist mir nichts von einem ähnlichen Steigen des Wasserspiegels im Knebelsee bekannt; überhaupt läßt die Entwicklungsgeschichte der beiden vulkanischen Seen nichts von einem jeweils korrespondierenden Ansteigen ihrer Wasseroberflächen erkennen, das vielmehr in beiden selbst-

¹ Soeben erfahre ich durch liebenswürdige private Mitteilung sowohl von Hrn. Erkes als auch von Hrn. Spethmann, der ebenfalls in diesem Jahre wiederum die Dyngjufjöll besuchte, eine weitere Bestätigung dieser Angaben, indem das Niveau des Sees im Rudloffkrater seit meiner Anwesenheit dortselbst abermals merklich gestiegen ist, während eine Veränderung in der Lage des Seespiegels im Knebelsee nicht konstatiert werden konnte.

ständig und mit verschiedener Geschwindigkeit vor sich gegangen zu sein scheint. Die langsame, allmähliche und ständige Höhenzunahme des Wasserspiegels im Rudloffkrater ist meines Erachtens aber weit weniger ein Hinweis auf die Zufuhr juvenilen Wassers als vielmehr darauf, daß von seinen, durch den Tonschlamm zersetzten Gesteins undurchlässig gewordenen Wänden großenteils die auf die obenerwähnte Weise zugeführten vadosen Wassermengen im Kraterbecken zurückgehalten werden. Diese Erscheinungen stehen durchaus im Einklang mit dem ebenfalls steten Steigen des den Grundwasserspiegel darstellenden Seespiegels des Knebelsees selbst, der bis heute noch stets in tieferem Niveau eingestellt war als der Seespiegel des Rudloffkraters. Das Steigen des Seespiegels im Rudloffkrater müßte ein noch wesentlich rascheres sein, wenn nicht die starke Evaporation bei den starken Temperaturdifferenzen zwischen Seewasser und Luft in hohem Grade in entgegengesetztem Sinne wirken würde, und nicht anderseits doch vielleicht auch ein gewisses Maß unterirdischen Wasserabzuges vorhanden wäre.

An einzelnen Stellen steigen vom Grunde des Kraters durch das Seewasser Gase empor und verursachen lokale, heftige und dauernde Aufwallungen des Sees, die sich besonders auf drei Stellen im südlichen Teil desselben konzentrieren; die Dämpfe steigen in großen Blasen zur Oberfläche empor und platzen dort, nachdem sie dieselbe flach glockenartig emporgewölbt haben. Der von Spethmann hart am Ostufer des Sees beschriebene, etwa 30 cm hoch springende Wasserstrahl war zur Zeit meiner Anwesenheit offenbar auch schon unter die Wasseroberfläche des Sees geraten, denn gerade dort kochte es heftig am Rande und kleine Wasserstrahlen wurden ständig einige Zentimeter hoch in die Luft geschleudert¹.

¹ Spethmann nennt dieses Vorkommen eine »Springbrunnenquelle« und definiert es als einen Übergang von einer gewöhnlichen Quelle zu einem Geysir. Über die Herkunft des Wassers, ob es vados oder juvenil sei, macht er keine Angaben. Von den zahlreichen neuen Namen, die Spethmann in seinen Arbeiten als termini technici vorgeschlagen hat, muß ich diesen für einen der unglücklichsten halten; denn nach seiner Definition verbindet er zweierlei Begriffe, die zueinander in gar keinem engeren notwendigen Zusammenhang stehen: die Begriffe Quelle und Geysir. Dies erhellt schon aus der großen Zahl völlig verschiedener Erscheinungsformen, die sich unter dieser Definition vereinigen lassen. So z. B. wäre jeder auf längere Zeit ohne Unterbrechung springende Geysir ebenso wie jede intermittierende Quelle eine Springbrunnenquelle, anderseits würde auch jeder artesische Brunnen sich obiger Definition ohne weiteres anpassen. Diese Beispiele werden zur Genüge zeigen, daß die gegebene Definition des Wortes Springbrunnenquelle so vielerlei Deutungen zuläßt,

Die Temperatur des Sees ist eine wohl ausgeglichene; ich maß an verschiedenen Stellen wenige Zentimeter unter der Oberfläche 61° C. Über die heutige Tiefe des Sees kann ich keine Angaben machen. Jedenfalls aber hat sich der Kraterboden durch Verwitterungsschutt und eingeschwemmten Schlamm seit seiner Entstehung nicht unwesentlich erhöht, was auch gleichzeitig wieder als ein Faktor zu berücksichtigen ist, der den Wasserspiegel selbst hob. Durch Einstoßen eines Stockes nahe dem Ufer konnte ich konstatieren, daß dicker Tonschlamm die Unterlage des Wassers bildet. Jedes Einstoßen des Stockes rief ein starkes Freiwerden von Gasen hervor, die in Gestalt zahlreicher Blasen an die Oberfläche drangen. Auch Steinwürfe in die Mitte des Sees verursachten ein momentanes kurzes Aufwallen des Wassers.

Der etwa 90 m im Durchmesser messende See hat eine trübe, grau-blaue bis milchig graue Farbe, die jedenfalls von dem zerkochten Tonschlamm herrührt; auf seiner Oberfläche schwimmen feine Schwefelschüppchen herum. Auch die Solfataren, die hauptsächlich an der Ostwand konzentriert sind, setzen etwas Schwefel ab. Einige Solfataren sind auch an der Südwand tätig, einige wenige ebenso an einer Stelle der Nordwand, die sonst ebenso wie die Westwand von Solfataren frei ist. Die Dämpfe, die vom Seespiegel oft in dichten Wolken aufsteigen, sind stark schwefelig sauer; man hat deshalb beim Einstieg in den Krater stets vorher die herrschende Windrichtung zu beobachten.

Die Tätigkeit der Solfataren an den Wänden wie auch die Dampfentwicklung im See war während meiner Anwesenheit eine mehrfach wechselnde ebenso wie auch die der Solfatarenfelder des Knebelkalderarandes, die ich im nächsten Kapitel noch zu erwähnen haben werde.

Der Rudloffkrater gehört zu der großen Zahl von Vulkanen kleineren Maßstabes, die ihre Kraft in einmaligem Paroxysmus erschöpft zu haben

daß dieses sich als terminus technicus so lange nicht verwenden läßt, bis seine Definition seinem Begriffe engere Grenzen zieht.

Ich möchte gleich an dieser Stelle auf einen anderen terminus technicus hinweisen, den Spethmann vorschlägt: das Wort »gjá«. Dieses heißt zu deutsch »offene Spalte«. Damit ist jedoch schon ein derartig eingebürgerter und zugleich klarer Begriff bezeichnet, der keinerlei Mißdeutung zuläßt und auch durch keinerlei neue Beobachtung überholt ist, daß ich keinen Grund dafür finden kann, warum er durch einen fremdsprachlichen, allgemein unbekanntem Ausdruck ersetzt werden sollte. Dies wird auch dadurch nicht geändert, daß schon vor Spethmann u. A. T. Anderson (Volcanic Studies, London 1903, S. 118) diesen Namen durch sein Buch einzuführen versucht hat.

scheinen. Wenigstens deuten alle Anzeichen, die sich aus dem Vergleich der historischen Angaben ergeben, auf eine seit der plötzlichen gewaltsamen Entstehung stetig abnehmende Aktivität. Nach dem Verhalten zahlreicher ähnlicher Kratere Islands zu schließen, ist auch eine zukünftige Eruption an diesem Punkte nicht mehr zu erwarten.

Die gewaltige Menge des im wesentlichen an einem Tage ausgespienen Materials, die Thoroddsen auf 3—4 cbkm veranschlagt, besteht im wesentlichen aus Bimsstein. Der Bimsstein bildet im allgemeinen regellose Bruchstücke von silberweißer und goldgelber Farbe. Vereinzelt sind die Stücke von ziemlich massigem Aussehen, aber schon eine nähere Betrachtung der Oberfläche, wie auch das geringe spezifische Gewicht lassen deutlich erkennen, daß die glasige Grundmasse von zahllosen feinen Poren durchsetzt ist. Dies sind jedoch Ausnahmefälle, ebenso wie es auch nur vereinzelt vorkommt, daß Bimssteinstücke die rundliche Form von Bomben annehmen, dabei auch durch den wechselnden Luftdruck hervorgerufene Deformationen der Außenseite sowie klaffende Kontraktionsrisse aufweisen.

Im allgemeinen ist der Bimsstein von großen, regellos angeordneten Dampfporen reichlich durchsetzt, die ihm eine grobmaschige Struktur verleihen. Sein spezifisches Gewicht bleibt hinter dem des Wassers zurück, wie die zahlreichen auf dem Wasser des Knebelsees umherschwimmenden Bimssteine ohne weiteres beweisen. Die Bimssteine werden vom Wind in den Buchten des Sees zusammengetrieben, um bei eintretender Änderung der Windrichtung wieder als streifenförmige Inseln auf die Seefläche hinausgetrieben zu werden (vgl. Taf. VIII, Fig. 18). Eigentümlich ist das metallisch klingende, melancholische Geräusch der aneinanderschlagenden und sich reibenden Bimssteine im Wasser. Frisch in den See gefallener Bimsstein ist nicht unwesentlich leichter als das Wasser, und es dauert viele Wochen lang, bis seine Poren sich soweit voll Wasser gesogen haben, daß er, den Einflüssen der Schwerkraft erliegend, zu Boden sinkt.

Naturgemäß liegen die größten Blöcke in unmittelbarer Nachbarschaft des Kraters besonders reichlich aufgehäuft und verlieren mit zunehmender Entfernung vom Eruptionspunkt an Größe. Diese Größenabnahme fällt bei einem Marsch nach Osten, in welcher Richtung entsprechend den bei der Eruption wehenden Westwinden der Bimsstein fiel, deutlich auf. So sind Bimssteinblöcke von 50 cm Kantenlänge in der Umgebung des Kraters keine Seltenheit. Jenseits der Dyngjufjöll übersteigt die mittlere Korngröße des

Materials kaum mehr den Durchmesser einer Faust, während an den Herdubreidartögl ein Grus meist rundlich abgeriebener Körner von etwa Haselnußgröße die Lava bedeckt. Der feinste Staub der Eruption wurde damals in wenig mehr als 21 Stunden in den oberen Luftschichten bis nach Stockholm entführt.

Unmittelbar nach dem Ausbruch war das ganze Ostland von Bimsstein tief bedeckt, doch führten die Gletscherflüsse des Hochlands sowie Regen und Wind von dem leicht transportablen Material in kürzester Frist große Massen ins Meer. Immerhin zerstörte dieser Ausbruch etwa 17 Farmen, von denen heute noch 5 brachliegen. Auch jetzt ist das Ódádahraun im Osten der Dyngjufjöll noch von einer stellenweise mehrere Meter dicken Bimssteinschicht überzogen. Diese Decke allein ermöglicht es, die rauhe Blocklava, die sie unter sich birgt, zu Pferde zu passieren, wenn auch bei meinem Ritt hierüber mehr als einmal ein Pferd plötzlich bis über den Leib in ein darunter liegendes Loch einbrach.

Der Bimsstein verwittert sehr rasch und zerfällt dann zu feinem vulkanischen Staub, dessen glasharte feine Körnchen mit anderem Verwitterungsstaub von den Winden aufgegriffen, oft in gewaltigen Sandstürmen über das Land gefegt werden und ein mächtiges erodierendes Agens auf Island darstellen. Besonders häufig sind auch Wirbelwinde in diesen Gegenden, zufolge denen man oft eine ganze Anzahl sand- und staubbeladener Windhosen über das Hochland treiben sieht. Vielfach sind die Bimssteinstücke des Jahres 1875 schon soweit zersetzt, daß sie in der Hand zerbröckeln.

Das Bimssteinmaterial läßt im Gang der Eruption des Rudloffkraters scharf zwei Phasen erkennen. Die Eruption begann mit dem Auswurf schneeweißer, feinkörniger Bimssteinsande, die in allen Anschnitten die im Mittel etwa 2 m mächtige untere Schicht des Eruptionsmaterials bilden. Erst die zweite Phase des Ausbruchs brachte die ebenfalls mehrere Meter mächtige Schicht des grobkörnigen Bimssteines zum Ausbruch, der in den Profilen gewöhnlich scharf von den unteren feinen Sanden getrennt ist und wesentlich dunklere Farbe hat. Noch anders endlich ist das Bimssteinmaterial, das den Kraterwall zusammensetzt. Es ist ein blaugrauer, erhärteter, durch vulkanische Dämpfe zersetzter Schlamm; er ist nach meiner Meinung größtenteils erst nach dem stärksten Paroxysmus des Vulkans gebildet, denn im allgemeinen steht die Heftigkeit des Ausbruchs im um-

gekehrten Verhältnis zum Maße der Akkumulation am Rande der Eruptionsöffnung; ferner verbürgen uns auch die Berichte der ersten Askjabesucher, daß der Krater noch lange nach der Haupteruption Gesteinsschlamm über seinen Rand emporwarf.

An den Gehängen des Kraters finden sich endlich auch Stücke von Obsidian und Bruchstücke basaltischer Laven. Letztere tragen fast durchweg Spuren einer mehr oder weniger weitgehenden Metamorphose, so daß eine Identifikation dieser Stücke mit irgendwelchem anstehenden Gestein mir nicht gelang. Sie sind im allgemeinen klein, jedoch fand ich z. B. auch eine dicke viereckige Platte von etwa 70 cm Kantenlänge. Sie können also entweder von den tieferen Lagen der Laven des Askjakessels stammen, oder aus Lavaeinlagerungen im Palagonit; eine dritte Möglichkeit endlich läge in ihrer Losreißung von dem Basaltuntergrunde, auf dem die Askja wie ganz Island ruht.

Der Bimsstein des Rudloffkraters bildet ein vortreffliches Wärme-Isolierungsmaterial; denn nur so ist es verständlich, daß unter seiner Bedeckung eine Schneeschicht des Jahres 1875 sich bis heute erhalten konnte. Durch diese Tatsache liegt hier das geologische Kuriosum vor, daß Wasser als Gesteinsschicht an einem Vulkan auftritt und anderen Schichten zwischengelagert ist. Diese, wie auch die zwei Bimssteinschichten in ihrem Hangenden, zeigt Taf. VIII, Fig. 19.

Vor der Eruption des Jahres 1875 waren die Dyngjufjöll unter einer starken Schneedecke begraben. Durch die bei der Eruption auffallenden heißen Gesteinsstücke müssen große Teile der oberen Schichten geschmolzen sein, während das abfließende Wasser beim Durchsickern der unteren Schneeschichten deren Verfirnungsprozeß eingeleitet haben mag. Dieser Prozeß setzte sich, nachdem eine direkte Wärmeeinwirkung des überlagernden Gesteins aufgehört hatte, dieses vielmehr die Wirkung der kurzen sommerlichen Wärmeperiode in den Dyngjufjöll auffing, allein durch die Wirkung des überlastenden Gesteinsdruckes fort. Dieser ist nun bei dem leichten spezifischen Gewicht des Bimssteines auch bei einer Mächtigkeit von 5—7 m kein sehr bedeutender, so daß bis heute der Verfirnungsprozeß noch nicht sehr weit vorgeschritten ist. Mit der Verfirnung dieses fossilen Schnees geht aber eine Luftabgabe und somit Volumenverminderung Hand in Hand; diese mag durch eine geringe Abschmelzung von der Oberfläche her noch beschleunigt werden. Eine Abschmelzung durch innere Wärme scheint heute

und auch schon seit geraumer Zeit hierbei nicht mehr mitzuwirken, denn sonst müßte man eine merkliche Abnahme der Mächtigkeit der Schneeschicht nach 35jährigem Liegen erwarten; doch weist nichts auf eine solche Reduktion in dieser Zeit hin, da ja sogar in verfirntem Zustande der Schnee lokal noch immer eine Mächtigkeit bis zu 6 m besitzt. Irgendwelche bedeutende Wärmezufuhr von unten kann also heute, wie durch das alleinige Vorhandensein dieser doch recht ansehnlichen Schneeschicht bewiesen wird, überhaupt nicht mehr stattfinden.

Durch das Vorkommen fossilen Schnees im Askjakessel an den Stellen der jüngsten eruptiven Tätigkeit erscheint es mir fraglich, ob die Tatsache, daß der Askjakessel früher von Schnee frei zu sein pflegt als seine Umgebung, auf innere Wärme zurückzuführen ist. Der Askjakessel ist an und für sich durch seine allseitig von hohen Bergen umschlossene Lage für ein rascheres Abschmelzen des Schnees besonders begünstigt; zudem erhält sich an der einzigen Stelle, an welcher der Wind freien Zutritt zum Kessel hat, im Askja Op und in dessen Umgebung, der Schnee bedeutend länger als an den anderen Stellen, ein Zeichen, daß äußere Einflüsse, nicht aber vulkanische Erwärmung, die frühere Abschmelzung des Schnees im wesentlichen bedingen. Während aber die Auflagerungsfläche der Schneeschicht einen durchaus einheitlichen Charakter trägt, soweit sie sichtbar ist, macht sich über der Schneeschicht die Bildung von Hohlräumen bemerkbar. Im Gebiete der Bruchzone der Knebelkaldera sind nämlich fast überall östlich vom Rudloffkrater Erdfälle eine häufige Erscheinung. Auch Spethmann fielen sie auf, der sie in gleicher Weise wie ich auf die Ursache der langsamen Volumenverminderung des begrabenen Firns zurückführt; auf diese Weise entstanden Hohlräume zwischen der Schneeschicht und dem überlagernden Bimsstein, der dadurch seinen Halt verlor und in die Höhlung nachstürzte (vgl. Taf. II, Fig. 5).

Diese Schicht fossilen Schnees verdient auch deshalb ein besonderes Interesse, weil ihr wechselnder Erhaltungszustand im Gebiete der Knebelkaldera uns einige Aufschlüsse über die Wärmeverteilung im Boden der damaligen Oberfläche gibt. Denn da die schützende Bimssteinschicht überall ziemlich gleich dick ist, können nicht nachträgliche atmosphärische Einflüsse eine wesentliche Ungleichheit in der Mächtigkeit der Schneeschicht auf große Erstreckungen hin erzeugt haben, sondern solche erklären sich im wesentlichen wohl nur aus der wechselnden Bodentemperatur ihres

Untergrundes, allerdings nur unter jedesmaliger Berücksichtigung etwaiger tektonischer Abbrüche und dadurch hervorgerufener Lageveränderungen.

Dabei zeigt sich folgende Verteilung: In der nächsten Umgebung des Rudloffkraters fehlt die Schneeschicht völlig (vgl. Taf. VII, Fig. 16). Die schneefreie Zone mag einen Radius von etwa 500 m haben. Weiter gegen Osten zeigen sich an den Anschnitten der Schollen wenige Meter über dem Spiegel des Sees die ersten Vorkommnisse von fossilem Schnee. Bei etwa 800—1000 m vom Rudloffkrater hat die Schicht im Durchschnitt etwa 50 cm Durchmesser und nimmt von da ab gegen Osten an Mächtigkeit beständig zu (vgl. Taf. VIII, Fig. 19). In den östlichsten Partien der Kaldera ist die Schicht am mächtigsten und erreicht nach Spethmann 6 m.

Diese Angaben zeigen, daß für die Erhaltung des fossilen Schnees einzig und allein seine Entfernung vom Rudloffkrater maßgebend war; d. h. mit anderen Worten: die vulkanische Wärme des Bodens ging im März 1875 im wesentlichen nur vom Rudloffkrater aus.

Zahlreiche Schollenabbrüche haben wohl sogar in den meisten Fällen den fossilen Schneehorizont erst im Laufe der Jahre an seine heutige Stelle gebracht, aber dies ändert nichts an dem genannten Resultat, da eben auch im höheren Niveau, in dem der Schnee damals lag, sich die gleichen Einflüsse geltend machten. Die damalige Abschmelzung der Schneeschicht muß wohl zu jener Zeit größtenteils durch innere Wärme veranlaßt worden sein und geschah jedenfalls sehr gleichmäßig, wie der ebene Verlauf der Unterlage wie des gesamten Schneebandes beweisen, das innerhalb der einzelnen Abbruchschollen völlig ungestört lagert und nur eine Zunahme an Mächtigkeit nach Osten hin erkennen läßt. Dies ist um so merkwürdiger, als gerade im Osten der Knebelkaldera nahe bei der Stelle der größten Mächtigkeit des fossilen Schnees bereits am 3. Januar Ausbrüche vorgekommen waren. Die Beeinflussung des Bodens durch diese Eruptionspunkte infolge von Wärmeentwicklung muß infolgedessen schon 2 Monate nach ihrer Eruption völlig aufgehört haben.

Anders der Rudloffkrater, der heute noch durch die Wirkung heißer Gase aus seiner Tiefe nicht nur seine Gehänge schneefrei hält, sondern auch die Spalten, mit denen er verknüpft ist. Ein zweitägiger Schneefall während meines Aufenthalts in der Askja ließ mich diese Verhältnisse klar erkennen. Nicht nur die junge, klaffende Spalte, die von Osten nach Westen

auf den Krater zuläuft, bleibt schneefrei, sondern auch eine Anzahl von Punkten, die vom Rudloffkrater nach Süden ziehen und also der bereits geschilderten N-S-Bruchspalte am Seeufer parallel gehen. Diese Punkte liegen ebenfalls alle ganz nahe am Seeufer, so daß es sich hierbei wohl um eine verdeckte kleine Nebenspalte im Verhältnis zum Hauptbruch handelt, der ja auch von einer Thermenlinie begleitet wird. Im ungestörten Boden dagegen reicht die oberflächlich erkennbare Wärmeentwicklung des Rudloffkraters heute nicht mehr über die Gehänge des Vulkans hinaus.

Fassen wir die Resultate obiger Betrachtungen kurz zusammen, so ergibt sich, daß die Lage des Rudloffkraters im Askjakessel durchaus keine beliebige, sondern durch die Hauptabbruchsspalten des Massivs bedingt ist. Die Eruption des Rudloffkraters war eine der gewaltigsten, die wir seit historischer Zeit auf Island kennen; sie trat plötzlich ein und war in der Hauptsache fast an einem Tage beendet, währenddessen der Krater Bimsstein auswarf, der nach der scharfen Trennung der von ihm gelieferten Bimssteindecke in zwei Lagen von gänzlich verschiedenem Korn und anderer Farbe zwei deutlich getrennte Phasen der Eruption erkennen läßt. Bedeutende Magmamassen scheinen bei dieser sowie bei den unweit davon kurz vorhergehenden Eruptionen nicht bis nahe unter die Oberfläche mit emporgedrungen zu sein, da die Erhaltung und Verteilung des fossilen Schnees aus dem Eruptionsjahr gegen jede bedeutende Erwärmung des Bodens durch innere Wärme spricht.

Die Lava scheint vielmehr an einem anderen Punkte ihren Weg zur Oberfläche gefunden zu haben, wie ich im nächsten Kapitel darzulegen versuchen werde.

Kapitel V.

Die Knebelkaldera.

Zeit der Entstehung. — Kritische Betrachtungen der Ansichten Erkes' und Spethmanns. — Die Kaldera als unmittelbare Folge des Ausbruchs. — Die Sveinagjáausbrüche in ihren Beziehungen zu den Ausbrüchen in den Dyngjufjöll. — Periphere Vulkanherde und lokale Magmanester. — Die Knebelkaldera eine Einbruchskaldera. — Die Spalten und Verwerfungen im Bereiche der Knebelkaldera. — Der Knebelsee. — Seine Geschichte. — Temperaturmessungen. — Tiefenmessungen. — Die Formen des Einbruchbeckens unter der Seeoberfläche.

Die jüngste Phase in der Entwicklungsgeschichte der Dyngjufjöll ist die Bildung der Knebelkaldera mit dem Knebelsee. Aus der ungefähren Gleichzeitigkeit des Ausbruchs des Rudloffkraters und des Einbruchs der unmittelbar benachbarten Kaldera ergibt sich ohne weiteres ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen beiden. Bei der Bedeutung, die eine möglichst genaue Feststellung der historischen Daten für die Klarlegung der Entstehungszeit von Krater und Kaldera hat, ist es unumgänglich notwendig, einen Blick auf die einschlägige Literatur zu werfen, um so mehr, als die Wichtigkeit dieser Frage weit über den Rahmen der Dyngjufjöll hinausgreift und bedeutsames Licht auf die allgemein vulkanologische Frage der Korrelation von Einbruch und Ausbruch zu werfen geeignet erscheint.

Die Meinungen über die Zeit der Entstehung des Einbruchs gehen recht weit auseinander, doch ist es gerade wichtig, hierüber zu einem abschließenden Urteil zu kommen, da über die Zeit des Ausbruchs des Rudloffkraters kein Zweifel besteht. Die beiden Arbeiten, die im letzten Jahrzehnt über die Askja verfaßt wurden, stammen von Spethmann 1908 und Erkes 1909. Beide haben bereits die Quellschriften verarbeitet, und doch kommen beide zu einem recht verschiedenen Resultat.

Spethmann setzt die Genesis des Einbruchs zwischen Sommer 1875 und Januar 1876. Später erwähnt er nochmals die Entstehung von Einbruch und See im Herbst 1875.

Erkes dagegen, wohl einer der besten deutschen Kenner der isländischen Literatur, verlegt auf Grund ausführlicher Auszüge aus einer großen Zahl von Quellschriften die Entstehung in eine frühere Zeit und

schließt sich der Ansicht älterer Autoren an, daß die Senke teilweise schon vor dem Jahre 1875 bestanden habe. Diese Meinung vertrat zuerst Johnstrup, ohne sie jedoch irgendwie näher zu belegen. Auch Thoroddsen steht noch auf dem Boden dieser Anschauung, obwohl ihm die große Frische der Bruchwände deren große Jugendlichkeit als sicher erscheinen ließ.

Erkes kommt nun zu dem Schluß, daß die Senke jedenfalls nicht lange vor 1875 entstanden sei. Auch er begründet diese Anschauung leider nicht näher, sondern erwähnt lediglich die Möglichkeit eines Zusammenhangs ihrer Entstehung mit den großen Erdbeben von 1872 und 1874. Für diese Auffassung liegt jedoch, solange keine tatsächlichen Hinweise auf einen solchen Zusammenhang oder wenigstens auf die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammenhanges geltend gemacht werden können, keinerlei Grund vor. Im Gegenteil scheinen mir mehrere Punkte dagegen zu sprechen.

Die Beben von 1874 wurden mit der Eruption am 3. Januar sofort deutlich schwächer. Daraus aber erhellt nur, daß die Spannung im Innern der Erde durch die Eruption eine Entlastung bekommen hatte, bringt sie aber nicht mit einem Einbruch vor der Eruption in Zusammenhang. Wäre andererseits der frühere Einbruch der Kaldera die Ursache der Beben gewesen, so wäre die entfernte Lage der hauptsächlichsten Erschütterungsgebiete vom Einbruchsfeld höchst auffallend, andererseits stände auch die geringe Größe des Senkungsfeldes in einem höchst unwahrscheinlichen Verhältnis zur Größe des Erschütterungsgebietes und der Gewalt der dortigen Erschütterungen. Wenn aber dort tatsächlich solche Spannungen in der Erdkruste bestanden hätten, daß durch eine kleine Ursache so gewaltige Wirkungen ausgelöst wurden, warum haben dann diese Beben nicht bereits die Einbrüche in der ihnen doch viel näher liegenden Sveinagjá veranlaßt, die 1875 erst eintraten, als dort mächtige Lavamassen zur Eruption gekommen waren? Sollte nicht analog der Einbruch auch hier erst entstanden sein, nachdem der vorangehende Ausbruch den nötigen Raum zum Einbruch geschaffen hatte? Denn an und für sich war gerade damals unter den Dyngjufjöll kein leerer Hohlraum zu erwarten, wie die gewaltige Dampfspannung der unmittelbar folgenden Explosionen zeigt.

Ich kann sonach rein theoretisch die genannten Erdbeben weder als Ursache noch als Wirkung der Entstehung der Knebelkaldera betrachten; jedenfalls müßten aber erst irgendwelche Gründe für die Wahrscheinlichkeit

der Entstehung des Einbruchs vor 1875 geltend gemacht werden, wenn man seine Genetik in eine frühere Zeit versetzen will.

Ein solcher Versuch wird durch keine beobachtete Tatsache gestützt. Im Gegenteil sind alle Berichterstatter darüber einig, daß mindestens eine gewaltige Vertiefung der Senkung nach 1875 stattgefunden haben müsse. Durch direkte Beobachtung läßt sich natürlich nicht entscheiden, ob eine Bruchlinie aus dem Jahre 1874 oder 1875 stammt. Daß der Rudloffkrater älter ist als die ihn durchsetzende O-W-Spalte, wurde schon erwähnt. Die heutige Form und Größe der Kaldera ist daher außer allem Zweifel jünger als die Eruption, wie auch aus den noch immer stattfindenden Abbrüchen großer Schollen zum See hinab klar hervorgeht. Einen Grund zur Annahme einer vorher schon vorhandenen Senke könnte ich aber nur dann anerkennen, wenn die Masse des Ausbruchs geringer gewesen wäre als das Volumen des Einbruchs; denn sonst bleibt die Annahme, daß eine vulkanische Einsenkung, die zweifellos nach dem Ausbruch in bedeutendem Maße stattfand, schon vorher angelegt war, eine rein willkürliche Hypothese. Eine Vergleichung des Volumens der beiden hier in Betracht kommenden Massen geht begreiflicherweise nicht über den Rahmen einer rohen Schätzung hinaus und hat auch nur insofern Wert, als sie einen ungefähren Begriff darüber geben soll, ob die in Betracht kommenden Zahlen sich auch nur annähernd das Gleichgewicht halten.

Gehen wir bei der Schätzung des Volumens der Knebelkaldera vom Niveau der Askjaebene aus, nehmen wir die Länge des Sees zu 4,5 die Breite zu 3 km und die größte Tiefe zu 300 m an, bei einem Gefälle des Bodens von 15° bis zur 200-m-Linie, während der Rest dem Boden einer flachen Schale gleichen möge¹, so kommen wir zu einem ungefähren Volumen von 1,000,000,000 cbm, Thoroddsen dagegen hat das Volumen des ausgespieenen Bimssteins zu etwa 3,000,000,000 cbm berechnet. Aus diesen Zahlen ergibt sich, daß der durch die Eruption entstandene Massendefekt keinesfalls geringer ist als das Volumen der gesamten Einsenkung der benachbarten Kaldera.

Aus diesen Gründen kann ich mich der Ansicht Erkes', daß die Kaldera ganz oder zum Teil schon vor dem Jahre 1875 entstanden sei, nicht anschließen.

¹ Auf die Berechtigung dieser Annahme werde ich in den folgenden Seiten noch zurückkommen.

Ich habe nun noch die Angaben Spethmanns, der die Entstehung der Kaldera etwa in den Herbst 1875 verlegt, einer kurzen kritischen Betrachtung zu unterziehen. Obwohl ich mich dem Spethmannschen Grundgedanken, daß die Kaldera nach dem Ausbruch und als dessen Folge entstanden sei, voll und ganz anschließe, bin ich nach der vorliegenden Literatur zu einer anderen Ansicht über die genauere Zeit der Entstehung gekommen. Es ist von vornherein sehr auffällig, daß die Folge eines so gewaltigen Ausbruches, wie ihn die Explosion des Rudloffkraters darstellt, erst nach etwa einem halben Jahr einsetzen sollte, um sich dann rasch und ruckweise zu einem gewaltigen Einbruchskessel auszubilden. Spethmann gründet seine Ansicht vornehmlich auf zwei Berichte: Als Jon Thorkelsson im Februar 1876 in der Askja war, war die Senke bereits vorhanden; als jedoch Watts im Juli 1875 dort weilte, soll sie nach Spethmanns Angabe noch nicht existiert haben, weil Watts nicht sie beschrieb, sondern nur den Rudloffkrater erwähnte, man aber notwendig erwarten sollte, daß ein derart auffallendes Phänomen auch ihm der Erwähnung wert erschienen haben müßte.

Ich kann mir diesen Irrtum Spethmanns nur aus der Annahme erklären, daß ihm Watts Buch unbekannt war; denn er zitiert nur dessen kurzen Bericht, der im Journal der Royal Geographical Society 1876 abgedruckt ist, in dem freilich der Rudloffkrater flüchtig erwähnt ist. Aber Watts Buch¹ selbst läßt keinen Zweifel darüber, daß er die Knebelkaldera gesehen. Erkes verdanken wir in seiner Arbeit einen ins Deutsche übertragenen Auszug der hier einschlägigen Stellen; es genügt deshalb, auf diesen zu verweisen und hier nur einige der wichtigsten Sätze zu wiederholen:

Watts kam über die östlichen Dyngjufjöll zur Askja: »Wir standen auf dem Gipfel und hatten unter uns eine Hölle von Dampf und fürchterlichem Getöse. . . . Offenbar stürzten die Seiten des Kraters ein, und gewaltig breite Risse, selbst wo wir standen, zeigten, daß unsere Lage nicht sehr sicher war. . . . Eines war zweifellos: Dies war der Vulkan Öskjugjá und wir standen auf dem Ostrande seines Kraters! Anscheinend eine englische Meile (1.6 km) nördlich von uns sahen wir den tief unter uns liegenden (jenseitigen) Kraterand, und während wir ihn betrachteten, öffnete sich am Rande ein breiter Riß, und langsam und verhältnismäßig geräuschlos löste sich ein großer Felsabschnitt und glitt in die Tiefe, wo

¹ Across the Vatna Jökull. London 1876.

Phys.-math. Klasse. 1910. Anhang. Abh. II.

er unseren Blicken entschwand. Der Nebel hellte sich weiter auf, und nun sahen wir in der NNO-Ecke des Tales jenseits des Kraterrandes eine Ausbruchsöffnung, ähnlich der Mündung eines Kohlenschachtes, woraus eine Säule pechschwarzen Rauches aufstieg. . . . Nunmehr brach die Sonne durch. . . . Wir konnten jetzt den ganzen Krater und seine Umgebung sehen. . . . Dieser Krater, den wir vielleicht Öskjugjá oder »Schachtelkluft« nennen dürfen, ist dreieckig¹ und hat ungefähr fünf englische Meilen (8 km) Umfang. Die Grundlinie des Dreiecks liegt im NW und ist annähernd $1\frac{1}{4}$ englische Meile (2 km) lang. Von dieser Grundlinie, die ziemlich auf der gleichen Ebene mit dem Askjaboden liegt, schneidet eine senkrechte Felswand nach unten alle Verbindung mit dem Kraterboden ab, der sich in einer Tiefe von wahrscheinlich 400—500 Fuß (120—150 m) unterhalb der beschriebenen Ebene allmählich zum Mittelpunkte neigt. . . . Die Ost- und Westseite des Kraters ist nach Süden ausgebuchtet und von hohen Bergen eingeschlossen, die bis zu 1000 Fuß (305 m) steil über die Askjaebene aufsteigen, so daß es aussieht, als sei die Innenseite dieser Berge von der Gewalt des Vulkanausbruchs glatt weggeschoren worden und nichts übriggeblieben als die gewaltig hohen senkrechten Felsen. . . . An einer Stelle schien es mir möglich, den Kraterboden zu erreichen, und da es uns einen großen Umweg ersparte, wenn es uns gelang, dort hinüber zu kommen, . . . kletterten wir an einem sehr steilen Bimssteinhang etwa 750 Fuß (228 m) abwärts; dann fanden wir unseren Weg durch den schon erwähnten Innenrand des Kraters abgeschnitten. . . . Als wir endlich die Höhe erreicht hatten, gingen wir längs der Felsen an der Ostseite des Kraters. . . . Hierauf untersuchte ich den Schacht, den ich am Morgen bemerkt hatte und der oberhalb der Einsenkung liegt; er hat ungefähr $\frac{1}{4}$ englische Meile (400 m) im Umfang. . . .«

Aus diesen Daten, die ich noch vermehren könnte, geht unzweifelhaft hervor, daß der Einbruch der Knebelkaldera im Juli 1875 in allen Hauptzügen bereits vollendet war.

¹ Eine sich als Dreieck von der Umgebung abhebende Geländeform gibt es in den Dyngjufjöll überhaupt nicht. Aber offenbar war bei der starken Dampfentwicklung das Einbruchsgebiet nur schwer zu überblicken, und es kann von den fernen Bergen im Osten aus die gegenüberliegende bogenförmige Basaltwand leicht als gerade aufgefaßt worden sein, von deren beiden Endpunkten dann die gerade Südwand und die heute wenigstens ziemlich ausgebuchtete Ostwand als die Schenkel des genannten Dreiecks auf den Beschauer zulaufen.

Ich kann mich also auch der Ansicht Spethmanns nicht anschließen, sondern komme zu dem Resultat, daß die Knebelkaldera sich in unmittelbarem Anschluß an die eruptiven Vorgänge im Askjakessel als deren direkte Folge gebildet hat.

Nun entsteht dadurch, daß die eruptiven Vorgänge von 1875 nicht auf den 29. März 1875 beschränkt waren, sondern bereits durch einige Explosionen im äußersten Südosten der Kaldera eingeleitet wurden, immerhin noch ein gewisser Spielraum für die Entstehungszeit der Kaldera. Diese Eruptionen fanden am 3. Januar 1875 statt; es wurden dabei hauptsächlich nur die Gesteine des Untergrundes herausgeschleudert, scheinbar etwas vermischt mit wenig vulkanischem Material. Diese Eruptionenpunkte sind 1884 das letztmal von Thoroddsen erwähnt worden; seitdem sind sie unter das steigende Niveau des Knebelsees gerückt und damit der Beobachtung unzugänglich geworden. Aber nach der Karte Carocs in Johnstrups Arbeit zu schließen, muß die Verbreitung des hier entstandenen eruptiven Materials nur eine sehr geringe gewesen sein; die rasche, völlige Beruhigung und Erkaltung dieser Eruptionenpunkte habe ich schon im Zusammenhang mit der Verbreitung des fossilen Schnees erwähnt. Aus diesen Betrachtungen scheint mir hervorzugehen, daß sie im Verhältnis zu der $2\frac{1}{2}$ Monate später erfolgten Hauptexplosion von nur geringer Bedeutung waren; doch ist durch ihr Vorhandensein zweifellos die Möglichkeit gegeben, daß die erste Anlage der Knebelkaldera bereits im Anschluß an ihre Eruption entstand.

Daß dies tatsächlich der Fall war, scheint mir aus einem Berichte von 4 Isländern hervorzugehen, die im Anschluß an diese mit starken Erdbeben verknüpften Eruptionen die Dyngjufjöll Mitte Februar besuchten. Ich entnehme der Übersetzung Erkes' folgende Daten:

»Der Hauptkrater befand sich jetzt in der Südecke der Berghöhe, im Westen unterhalb des östlichen Gebirgsrandes; er warf Gestein und Schlamm mehrere 100 Fuß hoch in die Luft, und wegen des Ausbruchs konnten die Männer nicht an den Krater herankommen, der 60—70 Faden tief war (113—132 m)¹. In der Nähe sahen sie noch mehrere kleinere Krater; aus

¹ Sollte die Schätzung der Tiefe des Kraters nicht Phantasie sein? Denn wie kann man die Tiefe eines Kraters sehen, an den man nicht herankommen kann? Es sei auch nebenbei bemerkt, daß nicht etwa die steile Abbruchswand der heutigen Kaldera die Isländer am Vordringen zum Krater hinderte, wie sie später Watts überall hindernd ent-

einigen von ihnen kochte eine Wasserflut heraus, die zwischen der Lava einen Teich bildete Überall ringsum war die Lava zerklüftet und auseinandergerissen; es hatten sich breite Spalten und Risse gebildet, und an einigen Stellen war der Lavaboden eingesunken.«

So ungenau und unklar dieser Bericht auch sein mag, jedenfalls scheint mir doch aus dem letzten Satz mit ziemlicher Deutlichkeit das eine hervorzugehen, daß damals eine irgendwie große und einheitliche Senkung noch nicht bestand, daß vielmehr ihre Bildung durch die vorangegangenen geringeren Eruptionen höchstens eben erst eingesetzt hatte.

Ich komme daher zu dem Resultat, daß die ersten Anfänge der Bildung der Knebelkaldera auf den Januar 1875 zurückgreifen, keinesfalls aber älter sind, daß dagegen die eigentliche Kaldera erst dem Ausbruch des 29. März ihre Entstehung verdankt.

Danach würde auch der jeweiligen Eruption eine der Bedeutung und Größe dieser Eruption einigermaßen entsprechende Einsenkung gefolgt sein.

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die Zeiten der mir bekannten vulkanischen Kraftäußerungen des nordöstlichen Islands während der fraglichen Jahre. Sie wurde hauptsächlich im Anschluß an die Angaben Johnstrups und Erkes' zusammengestellt.

Die Zusammenstellung zeigt jedoch nicht nur, daß bis zum ersten Ausbruch in den Dyngjufjöll die Spannungen in der Erdkruste stetig zunahmen; sie zeigt auch nicht nur den Zusammenhang zwischen Ausbruch und Einbruch in der Askja, sondern die vulkanischen Erscheinungen in den Dyngjufjöll lassen auch deutliche Beziehungen zu den Eruptionen in der Sveinagjá erkennen; denn sowohl auf die Eruptionen vom 3. Januar folgten nach etwa 5 Wochen Ausbrüche auf der etwa 60 km weiter nach Norden gelegenen Spalte, die mehrere Wochen anhielten und dabei nach Norden fortschritten, als auch auf die Explosion des Rudloffkraters am 29. März, auf die schon nach einer Woche die Spalte durch Magmaerguß, diesmal in weiter nach Süden zu aufreißenden Teilen, reagierte.

In den Dyngjufjöll kam nur explosives Material, und zwar fast ausschließlich ein weiß bis gelber Bimsstein, zum Ausbruch. Bei der Spalten-

gegentrat, sondern nur der Auswurf von Gestein! Auch Erkes fiel es schon anlässlich der Beschreibung der Form der Askja auf, daß der gedruckte Bericht eine deutliche Beeinflussung durch spätere Angaben von Watts zeigte.

Tabellarische Übersicht
der vulkanischen Erscheinungen in Nord- und Zentralisland 1872—1876.

Jahr	Monat	Tag	Nord- und Zentralisland	Askja (Explosionen)		Sveinagjá (Spalteneruption)				Höhenlage der Erup-tionspunkte in Metern etwa
				Ausbrüche	Einbrüche	Ausbrüche d. nördl. Krater	Ausbrüche d. mittl. Krater	Ausbrüche d. südl. Krater	Einbrüche	
1872	—	—	Erdbeben	—	—	—	—	—	—	—
1873	Jan.	—	Ausbruch im Vatna Jökull	—	—	—	—	—	—	—
1874	—	—	Erdbeben im nördl. u. östl. Island	—	—	—	—	—	—	—
1874	Dez.	—	Erdbeben stets stärker werdend	—	—	—	—	—	—	—
1875	Jan.	2.-3.	Bes. heftige Erdbeben	Eruption der südl. Krater	—	—	—	—	—	1040
1875	Jan.-Febr.	—	Deutl. Nachlassen der Erdbeben	Dampfentwicklung in den Dyngjufjöll	—	—	—	—	—	—
1875	Febr.	15.	—	—	Konstatierung der ersten Anfänge in der Bildung der Knebelkaldera	—	—	—	—	—
1875	"	28.	—	—	—	Ausbruch basalt. Lava	—	—	Den Ausbrüchen folgten Einbrüche von nicht näher bekanntem Datum	403
1875	März	10.	—	—	—	Ausbruch basalt. Lava	—	—	—	390
1875	"	28.	—	Bes. starke Dampfentwicklung	—	—	—	—	—	—
1875	"	29.	—	Bimssteinausbruch des Rudloffkraters	—	—	—	—	—	1130
1875	April	4.	—	Dampfentwicklung	—	—	—	Ausbruch basalt. Lava	—	440
1875	Juli	15.	—	—	Watts konstatiert das Vorhandensein d. Knebelkaldera in allen ihren wesentlichen Zügen	—	—	—	Den Ausbrüchen folgten Einbrüche von nicht näher bekanntem Datum	—
1875	Aug.	15.	—	—	—	—	—	Ausbr. basalt. Lava m. stärkeren explosiven Erscheinungen	—	440

eruption der Sveinagjá dagegen traten die explosiven Erscheinungen, wie dies bei Masseneruptionen stets der Fall ist, sehr in den Hintergrund; dagegen wurden ungeheure Massen basaltischen Magmas als weite Decken über die Umgebung der Spalte gebreitet¹.

Diese scharfe Trennung im petrographischen Charakter des Eruptionsmaterials zweier Eruptionspunkte, die allem Anschein nach in unterirdischem Zusammenhang miteinander stehen, ist auf Island nicht einzeln dastehend. Ein Analogon ist mir in der Eruption der sehr jungen (von unbekanntem Datum) Obsidianlavaströme und Bimssteine im Liparitgebirge des Torfajökull im Südland und der gleichfalls sehr jungen basaltischen Massenergüsse aus Spalten am Fuße dieses Gebirges (ebenfalls von unbekanntem Datum) aus eigener Anschauung bekannt. Ein weiteres gemeinsames Charakteristikum, das nach meiner Meinung den Schlüssel zur Erklärung dieser Verhältnisse liefert, kommt ebenfalls beiden Lokalitäten zu. Die Eruptionspunkte des spezifisch leichteren Bimssteins und Obsidians liegen stets wesentlich höher als die Eruptionspunkte der schweren, gasarmen, basischen Basaltmagmen. Diese Verhältnisse weisen auf irgendwelchen Zusammenhang der Magmaherde, die beide Eruptionspunkte speisten, hin. Über die Art des Zusammenhangs können wir naturgemäß bei unsern heutigen Kenntnissen über das Verhalten magmatischer Schmelzflüsse über Vermutungen nicht hinauskommen. Immerhin hat schon Johnstrup eine Erklärung gegeben, die mit den tatsächlichen Verhältnissen sich sehr gut deckt. Den treffenden Vergleich, bei dem man den Schaum auf dem Bier dem gasdurchtränkten Bimsstein auf dem schweren Schmelzfluß gegenübergestellt hat, wendet Johnstrup zur Erklärung dieser Erscheinungen an. Er glaubt, daß eine leichtere, von Gasen besonders reich imprägnierte Schicht auf dem Schmelzfluß schwamm, die dann im höheren Niveau zum Ausbruch kam, während der schwere Basaltschmelzfluß sich nicht mit zur Höhe hob, sondern sich in tieferem Niveau seinen Weg bahnte.

¹ Über die Berichte dieser Eruptionen ist als Literatur besonders anzuführen:

Th. Thoroddsen, Island. Peterm. Mitt. 1905.

Johnstrup, Indberetning om den af Professor Johnstrup foretagne Undersøgelse-reise paa Island i Sommeren 1876.

Auch meine »Isländischen Masseneruptionen« geben die hierhergehörigen Angaben wieder sowie auch die im folgenden angeführte Analogie zwischen diesen Ausbrüchen und einigen Eruptionen im Südland. (Kokens geolog. u. paläontolog. Abhandl. 1910, Heft 2.)

Verfolgen wir diesen Gedanken etwas ausführlicher, so ergibt sich, daß er alle in Betracht kommenden Faktoren im Prinzip berücksichtigt. Zunächst ist aus dem Zusammenhang der eruptiven Erscheinungen wohl sicher auf einen unterirdischen Zusammenhang der die Eruptionsstellen speisenden Magmen zu schließen.

Dabei sind zweierlei Annahmen möglich: einmal kann sich ein großer Magmaherd unter dem rezent vulkanischen Gürtel unter der Oberfläche mindestens von der Gegend der Dyngjufjöll bis zu dem nördlichen Ende der Sveinagjá erstrecken, was einer ungefähren Längenerstreckung von 80 km entspricht. Da auch außerhalb dieses speziellen Gebiets, das durch die Eruptionen von 1875 einen gewissen Zusammenhang verriet, sowohl in unmittelbarer Nähe wie auch auf größere Entfernung hin zahlreiche historisch junge, also geologisch als gleichzeitig aufzufassende Eruptionspunkte liegen, so wäre gar kein Grund vorhanden, diesen Magmaherd mit den beiden Oberflächenendpunkten Askja und Sveinagjá zu begrenzen. Denn lediglich die gleichzeitige Reaktion dieser beiden Punkte ist an sich noch kein Grund hierfür; wenn man nämlich hier einen Magmaherd unter einem von zahlreichen Vulkanen besetzten Gebiet annimmt, so wird man das auch für andre Gebiete, die unter ähnlichen Erscheinungen der Erdoberfläche aufsitzen, tun müssen. Island ist aber geradezu der Typus eines stark vulkanischen Gebiets. Tatsache aber ist auch, daß in keinem Gebiet der Erde, das von zahlreichen Vulkanen besetzt ist, alle gleichzeitig oder in unmittelbarer Folge tätig sind. Vielmehr äußert sich die vulkanische Eruptionstätigkeit stets nur an einem oder an einigen voneinander abhängigen Punkten, deren Zahl und Lage sogar wechseln kann. Da man nun in diesem Fall keinen besonderen Grund hätte, den Magmaherd mit Askja und Sveinagjá enden zu lassen, vielmehr die Gleichartigkeit und relative Gleichzeitigkeit der Eruptionen sowie die durchweg gleiche Beschaffenheit des Eruptionsmaterials auf kontinuierliche Verhältnisse der diese Eruptionspunkte speisenden Quellen hinweisen, so hätte man allen Grund, die Grenzen dieses angenommenen einheitlichen Magmaherdes noch weiter zu ziehen und seine Grenzen etwa mit der Grenze seiner eruptiven Wirksamkeit an der Oberfläche zusammenfallen zu lassen. Man könnte sogar theoretisch noch weiter gehen von dem Gesichtspunkte aus, daß die Eruptionspunkte aller dieser auf gleiche Weise zur Oberfläche beförderten gleichaltrigen und gleichartigen Eruptionsprodukte in einer breiten Zone liegen, die quer durch die

Insel streicht, und die nur in dieser Zone der Störung einem weit über die Grenzen derselben hinausgehenden Magmaherd die Eruption seiner Massen gestattete.

Doch selbst wenn wir von dieser die Grenzen des einheitlichen Magmaherdes noch erweiternden Annahme, die auch durch die Vulkanlosigkeit der begrenzenden Hauptabbruchsspalten nicht gerade gestützt wird, absehen, kommen wir zu der Frage: Ist ein so großer, einheitlicher Magmaherd wahrscheinlich?

Zunächst wäre es unter dieser Annahme nach einfachen physikalischen Grundsätzen doch nur als wahrscheinlich zu bezeichnen, daß ein sehr großer einheitlicher Vulkanherd tiefer liegen würde als etwa ein kleines, nur mit einem Vulkanzentrum an der Oberfläche verbundenes Magmanest liegen könnte. Sodann aber müßten im ersteren Falle doch sämtliche Eruptionen des Gebietes von der Oberfläche dieses Magmaherdes ausgehen, also mehr oder minder in einem einheitlichen Tiefenniveau ihren Ursprung nehmen.

Erstarrte Schmelzflußherde bieten sich unsern Blicken in den ihrer Deckschichten beraubten Lakkolithbergen dar¹. Aber dieselben weisen fast nie eine Differenzierung in eine obere saure und eine untere basische Schicht auf. Den Grund hierfür kann man doch kaum nur in der vollen Auskristallisation des Gesteins suchen, sondern man muß wohl schon ein im allgemeinen einheitliches Gemenge der Flüssigkeiten des Schmelzflusses vor der Erstarrung annehmen.

Wie verhalten sich nun die tatsächlich zu beobachtenden Erscheinungen auf Island zu diesen Betrachtungen? Einmal möchte ich hier sogleich anführen, daß Sapper auf Grund seiner Untersuchungen auf Island² zu der Ansicht gekommen ist, daß die benachbarten Eruptionen der Eldgjá und von Laki derartig verschiedene Kraftentwicklung an der Oberfläche voraussetzen notwendig machen, daß die vulkanischen Kräfte vermutlich nicht aus gleicher Tiefe kamen. Dieser Ansicht konnte ich mich aus eigener Anschauung völlig anschließen.

¹ Vgl. hierüber auch H. Reck, „Über Erhebungskratere“. Monatsber. d. Deutsch. Geol. Ges. 1910. In dieser Arbeit wird speziell auf mehrere Beispiele hingewiesen, in denen der Zusammenhang von Vulkanen an der Erdoberfläche mit magmatischen Lakkolithintrusionen klar hervortritt.

² Sapper, Über einige Vulkanspalten usw.

Ferner wird noch Licht auf diese Frage geworfen durch das gänzlich verschiedene Verhalten zweier völlig gleichartiges Material liefernden Vulkanarten, die in unmittelbarster Nachbarschaft auftreten: der Spalteneruptionen und der Schildvulkane.

Die Spalteneruptionen lassen ja doch unzweifelhaft das Magma auf langen Spalten zutage treten, die demnach Risse, d. h. Schwächelinien, darstellten und so dem Magma den leichtesten, wenn auch nicht immer kürzesten Weg zur Oberfläche wiesen. Bei einem einheitlichen Herd, der seinen Überdruck in einem so spaltenreichen Gebiet, wie es das nordisländische ist, durch Spalteneruptionen entlasten kann, wäre gar kein Grund denkbar, der das Magma nötigen könnte, sich außerdem noch in spaltenlosen Röhren durch das Gestein selbständig langsam durchzuschmelzen, wie es bei den Schildvulkanen der Fall ist. Die Spaltenlosigkeit der isländischen Lavaschilde dürfte ja wohl nach den schon anderwärts von mir angeführten Beobachtungen und Tatsachen als erwiesen zu betrachten sein, und ebenso weist alles darauf hin, daß der Schmelzfluß selbst, nicht etwa ein Gasüberschuß desselben, diese Vulkane ins Leben rief. Dies besagt, daß sie nicht durch Explosionen, sondern durch langsames Durchschmelzen des überlastenden Gesteins entstanden sind, wofür besonders der Mangel jeglicher Ansammlung von explosivem Material an der Basis der Vulkane wie auch die zahlreichen schicht- bis linsenartigen Injektionen von Magma (wie sie auch bei Lakkolithen häufig auftreten) nahe unter der Basis dieser Vulkane sprechen.

Ich vermag es nicht, diese sich gegenüberstehenden Erscheinungen auf eine gleichartige Magmaoberfläche und damit auf einen gemeinsamen Schmelzherd zu beziehen.

Bei der Annahme eines einheitlichen Herdes finden auch noch einige andere Erscheinungen nur schwer ihre Erklärung. So müßte man doch vermuten, daß bei einem unmittelbaren unterirdischen Zusammenhang zweier oder mehrerer Eruptionspunkte ihre gegenseitige Bewirkung sich ebenfalls unmittelbar folgen sollte. Tatsächlich ist dies aber sehr oft nicht der Fall. So auch in der Askja, wo dem Ausbruch der südlichen Askjakrater erst nach 5 Wochen der Magmaerguß in der Sveinagjá folgte. Auch bei der zweiten Eruption in der Askja erfolgte in der Sveinagjá erst nach einer Woche der Ausbruch. Was aber dabei noch unverständlicher ist — bei der Annahme eines einheitlichen Herdes —, ist ein Umstand, der in der

Tabelle klar zum Ausdruck kommt: auf die jeweiligen Ausbrüche in der Askja folgten der Menge dieser Ausbrüche proportionale Einbrüche an Ort und Stelle, und erst hierauf der Ausbruch basaltischen Magmas an anderer Stelle.

Diese zeitliche Abhängigkeit ist besonders für die erste geringere Eruption durch Beobachtung verbürgt; daß auch bei der Explosion des Rudloffkraters der Einbruch in unmittelbarer Folge kam, habe ich bereits dargelegt; jedenfalls war er sicher vor dem kurze Zeit später erfolgten zweiten Erguß in der Sveinagjá in allen wesentlichen Zügen bereits vorhanden. Die Einbrüche waren also offenbar die Folgen der Ausbrüche und entstanden infolge des durch diese hervorgerufenen Massendefektes.

Warum aber das flüssige Magma eines einheitlichen Vulkanherdes, der unter derartigen Spannungen steht, daß Explosionen wie die des Rudloffkraters stattfinden können, nicht sofort den durch die entweichenden Gase geschaffenen Raumüberschuß ausfüllte, ist mir unerklärlich.

Nach diesen Ausführungen muß ich es als sehr unwahrscheinlich betrachten, daß auch nur die Vulkane Nordislands von einem einheitlichen Vulkanherde unmittelbar gespeist werden.

Alle diese Schwierigkeiten werden beseitigt, sobald man sich der zweiten Möglichkeit zuwendet und eine größere Anzahl kleinerer Magmanester im unmittelbaren Untergrunde Islands annimmt, die erst ihrerseits zum Teil eine Verbindung mit den entsprechend tieferliegenden, von Stübel sogenannten sekundären Vulkanherden haben.

Diese Magmanester können zunächst in den verschiedensten Tiefen liegen. So scheint es mir wahrscheinlich, daß die Herde der Schildvulkane außerhalb des Bereiches der oberflächlichen Spalten liegen, weil sie sämtlich in regelloser Verteilung, lediglich der Zone stärkster vulkanischer Betätigung folgend, ohne Spalten entstanden sind und auch, nach der Dünnbankigkeit ihrer Laven zu urteilen, auf eine noch höhere Temperatur ihres Magmas schließen lassen als die Spalteneruptionen, die durch die Einbrüche der Oberfläche in ihrer Richtung bestimmt werden.

Natürlich erscheint es mir ferner, daß leichte saure Schlicren des Schmelzflusses und noch mehr die überschüssigen Gase desselben in die Höhe drängen, und so die der Erdkruste am nächsten gelegenen Herde bilden, die sie bei stetig wachsendem Druck durch Nachschub von unten in einem gegebenen Momente sprengen. Daher die besonders große Zahl selbständiger Explosions-

krater, die durch einen einzigen Gewaltakt entstehen und sich erschöpfen, und die dazu einer Spalte nicht bedürfen. Im Falle des Rudloffkraters freilich war eine solche Spalte in den Bruchstufen des Massivs gegeben, die dann die Gase auch benutzten.

Vielleicht ist es auch kein Zufall, daß diese Gase sich gerade unter dem Massiv eines einstigen Schildvulkans sammelten; denn mit dem Aufhören seiner eruptiven Tätigkeit geht eine Erstarrung und Zusammenziehung seines Magmas Hand in Hand, die Gelegenheit zur Bildung von Hohlräumen geben. Mögen für die Bildung dieser Hohlräume auch noch andere Gründe angegeben werden, immerhin ist ihre besonders häufige Entstehung gerade unter den Zentralpartien der Schildvulkane durch die so oft zu beobachtenden zentralen Einbrüche nicht zu verkennen. Einen solchen Einbruch bildet ja auch die Askja selbst.

Aber dies sind alles stets nur lokale vulkanische Einbrucherscheinungen; die ganzen Zentralpartien dieser Vulkane sind niemals versenkt, wie Thoroddsen dies behauptet hat, vielmehr habe ich ja gerade im Gegenteil die Horstnatur derartiger Gebilde aus ihrer Resistenz gegen Abbrüche zu erklären gesucht. Aber diese vulkanischen Höhlungen im Grunde der Berge, wie auch gerade ihr festes Dach, machen sie besonders geeignet zur Aufstapelung der leichtesten Produkte der tieferliegenden basaltischen Magmaherde, bis durch einen zu gewaltigen Überdruck plötzlich das Dach gesprengt wird.

Vielleicht steht in dieser Beziehung die Askja nicht einzig da. So selten die durch stärkere Gaseruptionen sich von den Masseneruptionsformen unterscheidenden Stratovulkane auf Island sind, gerade die in ihren basalen Teilen einem Schildvulkan ähnliche Ketildyngja änderte nach Thoroddsen später plötzlich ihre typischerweise gasarme Eruptionsform und wandelte sich in einen Stratovulkan um. Sind es im Südländ auch nicht die harten Basaltdecken eines Schildvulkans, durch die die Obsidian- und Bimssteingüsse erfolgten, so sind doch auch die Sammelpunkte des Magmas von dem dort ebenfalls die höchsten Berge bildenden massigen unzerbrochenen Trachytgebirgsstock des Torfajökull überdeckt gewesen.

Jedenfalls weist die Tatsache, daß die sauren Eruptionen in Island stets auf höherem Niveau stattfinden als die basischen, mit großer Wahrscheinlichkeit darauf hin, daß ihre Sammelpunkte untief und unmittelbar unter diesem Bergmassiv liegen, und zwar höher als die Eruptionsschicht des

Basalts; denn sonst wäre ihre Höhenlage an der Oberfläche nicht zu verstehen. Diese Höhendifferenzen der Eruptionspunkte sind ganz wesentliche: Im Südland betragen sie 150 bzw. 270, in Askja und Sveinagjá 600—700 m. Doch stehen ihre Herde in gegenseitiger, wenn auch vielleicht nicht stetiger, behinderter Kommunikation.

Ersteres beweist die gegenseitige Beeinflussung derselben, letzteres das zuerst stark verzögerte Eintreten der Reaktion, die beim zweitenmal bereits wesentlich rascher eintrat, ebenso wie auch das Einstürzen der Decke in einem unterirdischen Hohlraum, der rascher vollzogen war als eine etwaige Auffüllung durch neue eruptionsfähige Massen.

Im Anschluß hieran möchte ich noch auf das Beispiel der beiden in unmittelbarer Nachbarschaft mit einer Höhendifferenz von fast 4000 m zutage tretenden Lavasäulen des Mauna Loa und Kilauea hinweisen¹. Sie folgen offenbar nicht den hydrostatischen Gesetzen, also ist ihre Zurückbeziehung auf eine ungehinderte Kommunikation mit einer gemeinsamen Herdoberfläche nicht wohl möglich. Aber trotzdem zeigen beide Kratere, wenn sie auch oft völlig unabhängig voneinander in Tätigkeit treten, doch auch ebensooft gemeinsame Beziehungen zu dem unten lagernden Herd.

Ich halte es auf Grund obiger Ausführungen für sehr wahrscheinlich, daß im nord- und zentralisländischen Vulkangebiet die vulkanische Kraft der einzelnen Eruptionszentren von den ihnen in verschiedener Tiefe unterlagernden Magmanestern ausgeht, die erst ihrerseits in einer in wechselndem Maße behinderten Kommunikation mit einem größeren, tiefer gelegenen peripheren Vulkanherde stehen.

Wenigstens scheint mir nur diese Annahme alle an der Oberfläche zu beobachtenden vulkanischen Erscheinungen zu erklären, während dies bei Annahme eines peripheren Herdes allein, ohne die Zwischenschaltung lokaler Magmanester, mir nicht möglich erscheint.

Kehren wir nun nach diesen theoretischen Betrachtungen, zu denen mich hauptsächlich die Prüfung der durch die Korrelation von Ausbruch und Einbruch geschaffenen Verhältnisse geführt hat, zur Knebelkaldera zurück.

¹ Vgl. hierüber die Monographie dieser beiden Vulkane von W. T. Brigham: »The Volcanoes of Kilauea and Mauna Loa.« Mem. of the Bernice Pauahi Bishop Mus. Vol. II, Nr. 4. 1909.

Das Bild der Knebelkaldera gibt ein Oval wieder, dessen breitere basale Teile durch den Anschnitt der Basaltwände im Norden und Westen gegeben werden, während es gegen Osten zu tief in das Grenzgebirge der Dyngjufjöll einschneidet und dessen junge Steilabbrüche gegen den See zu veranlaßt hat. Im Süden zeigt sich auch dieser frische Steilabfall, doch schneidet der Einbruch nicht tiefer in das Gebirge ein, dessen nahezu gerade O–W streichende Grenzlinie dadurch erhalten wurde, und die ovale Gesamtgestalt des Einbruchs etwas deformiert, wie Taf. II, Fig. 6 zeigt.

Eine weitere bedeutsame Deformation liegt, wie ich dies schon bei der Entstehung des Rudloffkraters ausgeführt habe, in dem markanten zungenartigen Vorsprung der abgesunkenen Schollen des östlichen Grenzgebirges gegen die zurücktretende kompakte Basaltwand des Askjakessels vor.

Sämtliche Bruchlinien zeigen eine große Frische ihrer Ränder und begrenzen oft senkrechte Steilabstürze, was bei dem verhältnismäßig rasch denudierbaren Palagonittuff die außerordentliche Jugendlichkeit des gesamten Gebildes beweist. Es weist auch nicht eine der von mir beobachteten Verwerfungen auf eine Entstehung älteren Datums hin. Ich habe dieses Faktum schon bei der näheren Beurteilung der Frage nach der genauen Zeit der Entstehung der Kaldera berücksichtigt.

Die Bodenform der Kaldera ist unseren Blicken durch das Wasser des Knebelsees entzogen. Die jetzige Tiefe des Sees ist nicht bekannt, ich konnte nur, wie die unten folgenden Messungen zeigen, feststellen, daß sie eine sehr bedeutende ist. In der Beurteilung der Bodenformen wie auch des Alters des Sees und der stetigen Zunahme seiner Tiefe sind wir daher auf historische Nachrichten angewiesen, die uns glücklicherweise die Hauptzüge in der Entwicklung dieses Einsturzbeckens überliefert haben.

Bevor ich jedoch hierauf eingehe, möchte ich der Vollständigkeit halber noch begründen, daß es sich hier tatsächlich um einen Einbruch handelt, nicht aber etwa um eine Explosionskaldera, wie ich dies bisher bereits stets stillschweigend angenommen hatte. Dieser Beweis gestaltet sich ganz analog wie bei der Askjakaldera selbst; dort verrät zwar keine bisher beobachtete Erscheinung den näheren Grund des Einbruchs, ich suche ihn daher auch nicht in einer einzelnen Erscheinung an der Oberfläche, sondern in dem durch die zahlreichen Eruptionen unter dem Magmaherd geschaffenen Massendefekt, mit dem eine allmähliche Erschöpfung des Herdes Hand in Hand ging, so daß, noch beschleunigt durch die Folgen der Raumverminderung

der im Innern sich langsam abkühlenden Magmamassen, der Gewölbedruck des überlastenden eruptiven Gebirges immer stärker wurde, bis er in einem gegebenen Moment durch den Einbruch sich auslöste. Denn die Annahme eines Einbruchs und nicht etwa einer Aussprengung durch Explosionen war notwendig durch das völlige Fehlen jeglicher explosiver Materialien, seien sie nun magmatischer Natur oder Gesteine des herausgeschleuderten Untergrundes. Diese aber müßten in einem so jungen Gebiet, wie es dieses zweifellos postglaziale Gebirge darstellt, notwendig vorhanden sein, besonders da das Gebiet durch keinerlei Flüsse drainiert wird.

Genau das gleiche gilt von der Knebelkaldera, nur daß wir hier den Grund und sogar die schrittweise Entwicklung des Einbruchs an der Hand historischer Nachrichten verfolgen konnten. Es fehlt auch in der Umgebung der Knebelkaldera außer dem Bimsstein des Rudloffkraters jegliches mit dem Einbruch gleichalterige Eruptionsmaterial. Sonach ist die Knebelkaldera notwendig als reine Einbruchskaldera aufzufassen.

Die ersten Spuren von Wasseransammlungen zwischen den Krateren des 3. Januar 1875 erwähnt der Bericht der 4 Isländer, die um die Mitte des Monats Februar die Askja besuchten.

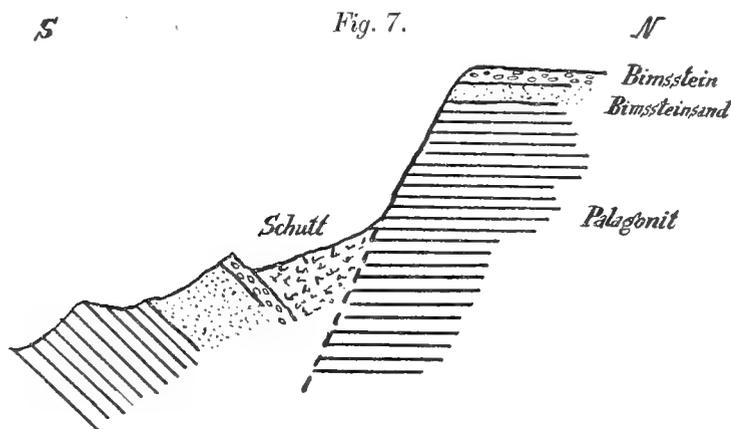
Als Watts im Juli nach dem großen Bimssteinausbruch die Dyngjufjöll besuchte, waren diese ersten Wasseransammlungen durch die neuerdings eingetretene Zerreißung des Bodens wohl wieder verschwunden, wenigstens erwähnt sie Watts' Bericht nicht. Aber die Tiefe der Senke war schon damals eine sehr bedeutende.

Watts berichtet von seinem Überblick, den er auf dem spaltenzerissenen östlichen Gebirgskamm gewann, daß die Ost- und Westseite¹ des Kraters von 1000 Fuß hohen Bergen umgeben war. Oberhalb der Südecke schien ihm der höchste Punkt des Kraterrandes gelegen, den er auf 4500 Fuß mit dem Aneroid bestimmte (1370 m). Weiter erzählt er, daß er, jedenfalls ganz in der Nähe dieses Punktes, einen Abstieg zum Krater unternahm und an steilen Gehängen etwa 230 m tief kam; dort trat ihm der Innenrand, also die Absturzwand des »Kraters« (Kaldera) entgegen, dessen Tiefe er nochmals auf ungefähr 300 Fuß, also annähernd 100 m schätzte. Die

¹ Diese Richtungsangaben sind verständlich unter dem Gesichtspunkt, daß Watts die Kaldera als dreieckig auffaßte. Er stand dann etwa im Schnittpunkt der beiden Schenkel des Dreiecks im Süden und betrachtete die Gebirgszüge als östlichen und westlichen Schenkel desselben.

Fläche der Kaldera gibt er zu 6—8 qkm an, was jedenfalls eine geringere Zahl darstellt, als wir heute antreffen.

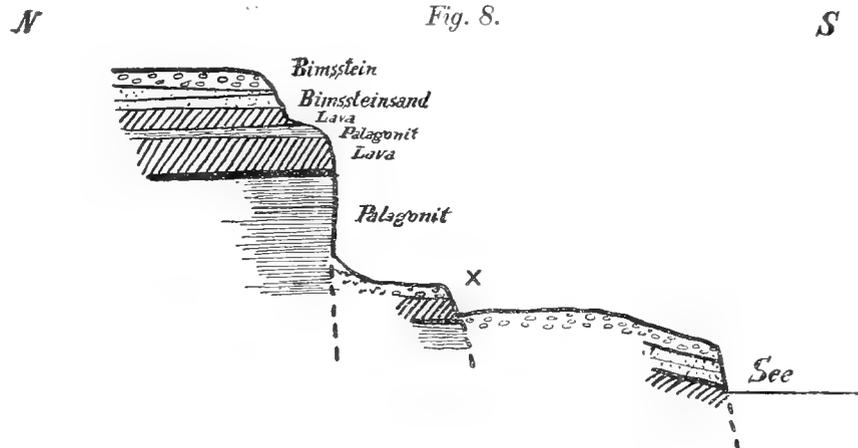
Doch ist es nur natürlich und von mir auch schon erwähnt worden, daß bei der übermäßigen Steilheit der Gehänge das Areal durch Abbruch neuer Schollen noch jetzt stetig an Umfang gewinnt. Denn auch nur so kann ich mir die Erhaltung der fossilen Schneeschichten im Bruchfeld der Kaldera, heute nur wenige Meter über dem Spiegel des Sees gelegen, erklären. Dieselben konnten, soweit wir sie jetzt noch sehen, unmöglich schon bei den ersten Abbrüchen, als vulkanische Dämpfe und Wärme das Innere der Kaldera erfüllten, in diesem tiefen Niveau gewesen sein, sondern können nur später an Staffelbrüchen vom oberen Rande des Gebirges her



N-S-Profil der Abbruchswände des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer. (Unweit des Rudlofkraters.)

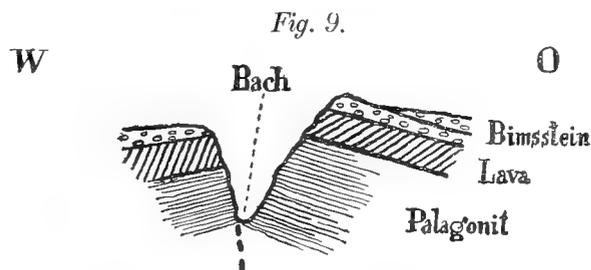
nachgerutscht sein. Diese Staffelbrüche begrenzen große, im ganzen einheitlich gebliebene Schollen, wie dies Fig. 17 besonders klar erkennen läßt an den großen Felsstreifen, die vom hohen Ostgebirge her gegen den See zu absanken. Sämtliche großen Staffelbrüche laufen in ihrer Längserstreckung den Ufern des Sees ungefähr parallel, es sind also konzentrische Sprünge, die sämtlich nur auf diesen Einbruch als Ursache ihrer Entstehung zurückzuführen sind. Daß auch der Basalt stellenweise in Staffeln abbrach, zeigt Fig. 14. Doch blieb die Basaltwand, im ganzen betrachtet, ihrer kompakten Beschaffenheit und geringeren Höhenlage zufolge ziemlich einheitlich, und bricht in einer senkrechten Wand 60 m tief zum Seespiegel ab (Fig. 11 und Profil 5, S. 51). Die Verhältnisse beim Abbruch der Tuffschollen dagegen

möge obenstehendes Profil der Ostwand unweit des Rudloffkraters etwas detaillierter angeben (Prof. 7). Unweit dieser Stelle gegen Osten stürzt der beschriebene Wasserfall über eine Wand herab, die folgendes interessante Profil zeigt (Fig. 8):



N-S-Profil der Abbruchswände des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer (bei dem Wasserfall).

Senkrecht dazu zeigt sich das Profil an der mit Stern — x) — bezeichneten Stelle etwa folgendermaßen (Fig. 9):



O-W-Profil der Abbruchwand des Palagonittuffgebirges am nordöstlichen Seeufer. (Senkrecht zu Profil Fig. 8 durch die mit x bezeichnete Stelle gelegt.)

Diese Profile lassen erkennen, daß die konzentrischen Staffelbrüche auch von radialen Sprüngen durchzogen werden. An solchen Verwerfungslinien fanden die seitlichen Bewegungen der einzelnen Schollen gegeneinander statt, ebenso wie auch geringe Verschiebungen innerhalb der Schollen selbst. Letzteres zeigt besonders das Profil 9 sehr klar. Der Verwerfungslinie folgte hier, wie es auch anderwärts häufig ist, das Wasser, das auf

dieser Schwächelinie sein Bett besonders rasch zu vertiefen vermochte. Im allgemeinen jedoch spielen radiale Spalten keine große Rolle im Bau der Askja, und die Beträge der Verwerfungen, die an ihnen stattfanden, sind im allgemeinen gering; im vorliegenden Fall beträgt sie zur Zeit etwa 1 m. Das Profil 7 zeigt sehr schön, daß die Bewegungen der Schollen keineswegs stets ungestörte und gleichartige waren, sondern auch Stauungen als nicht seltene Erscheinungen deutlich erkennen lassen, wodurch ihre Schichten ein inverses Einfallen erhalten können.

Im allgemeinen liegt konkordant unter dem Bimsstein des 29. März der feine weiße Bimssteinsand gleichen Alters, und dieser seinerseits ruht auf der alten Palagonitoberfläche. Er ist daher in allen mir bekannten Fällen und ganz besonders deutlich bei starken Verwerfungen mit seiner Unterlage verworfen. Dies heißt, er ist älter als diese Verwerfungen: der Einbruch erfolgte nach dem Ausbruch.

Kehren wir nun zur Geschichte des Knebelsees zurück. Die ältesten Nachrichten über die heute das Becken anfüllende Wassermasse datieren vom Februar 1876 von Jon Thorkelson. Er fand einen kochend heißen See vor, dessen Umfang er — wohl übertrieben — auf 7.5 km schätzt, was einem Durchmesser von fast 2 km entsprechen würde. Johnstrup fand im Juli des gleichen Jahres den See ebenfalls noch mit einer Temperatur von 40° C vor, während die Größe seines Umfangs nach der gleichzeitigen Karte Carocs wesentlich reduziert und daher wohl richtiger erscheint.

Die Temperatur des Sees ist seit seiner Entstehung in stetem Abnehmen begriffen gewesen. 1878 betrug sie nur mehr 18—19° C, 1881 maß Morgan 11°, 1884 Thoroddsen 14°. Als von Knebel im Juli 1907 zur Askja kam, schwammen noch Eisschollen auf der Oberfläche des Sees.

Während meines Aufenthalts im August 1908 bemühte ich mich bei meinen Fahrten auf dem See eine Reihe von möglichst genauen Beobachtungen über die heutigen Tiefen- und Temperaturverhältnisse desselben zu gewinnen.

Zunächst die Temperaturverhältnisse: Der See ist von einem Gürtel von Solfatarenfeldern, die teilweise dem Erlöschen nahe sind, umgeben. Sie liegen auf Bruchspalten auf, oder mindestens in nächster Nachbarschaft derselben, an mehreren Stellen gerade auf den Bruchspalten, die heute das Ufer des Sees bilden; die stärkste Tätigkeit aber entwickeln außerhalb des Sees gelegene Felder, ganz besonders eines im Süden. Im Osten treten

die Solfataren in der verschiedensten Höhenlage bis zur Kammhöhe des Gebirges hinauf auf. Nur da, wo die Solfataren unter den Wasserspiegel gerückt sind, macht sich eine wesentliche Beeinflussung der Seetemperatur durch sie bemerkbar, die in allen Fällen aber nur lokal meßbar bleibt.

Die über Wasser liegenden Solfataren erwärmen nur durch ihre heißen Abflüsse leicht das Wasser ihrer unmittelbaren Umgebung. Die heißeste Stelle, auf die ich traf, lag auf der Thermenlinie, welche der Verlängerung der Spalte folgt, auf welcher der Rudloffkrater steht. Dort maß ich 15°C unweit der Basaltwand. Mit der Landzunge, die sich nach Süden in den See erstreckt, hat auch die höhere Erwärmung des Wassers ein Ende. Unweit nach Norden davon maß ich 8.5° .

Von Interesse ist auch die vertikale Verteilung dieses heißen Wassers. Es scheint nur an wenig Stellen lokal emporzukommen und sich als dünne Oberflächenschicht über das kältere Seewasser auszubreiten. Wenigstens maß ich bereits 10 cm unter der Stelle der Seeoberfläche, die 15° ergab, nur noch 8° !

An der Thermenstelle, die ich an der Ostwand, nahe der Mündungsstelle des Baches, fand, betrug die Temperatur 8° . Weiter gegen Osten, an der Einmündung der kleinen Bucht, mit der der See im Osten endigt, 7° . Im äußersten Osten des Sees, wo er auch am flachsten ist, empfängt der See heiße Zuflüsse, die sich durch eine leichte Temperaturerhöhung bemerkbar machen: 8° , mit zunehmender Entfernung vom Ufer dann 7.8° , 6.8° , **6.5°** . Letzteres stellte die normale, mittlere Temperatur der großen Wassermasse während meiner Anwesenheit dar. Ich maß in den mittleren Teilen des Sees noch mehrfach an verschiedenen Stellen diese Zahl. Dies ist jedoch nicht nur die Oberflächentemperatur. Etwa in der Mitte des Sees maß ich 6.5° bei 0, 0.5, 1, 1.5 und 2 m Tiefe unter der Oberfläche. Bei den Solfataren der Südwand erhöht sich die Temperatur wiederum auf 11° .

Das allgemeine Bild, das sich aus diesen Messungen ergibt, ist also folgendes: Der See hatte im August 1908 eine mittlere Temperatur von 6.5° , die nach außen durch unterirdische Wärmezufuhr auf den Bruchrändern an zahlreichen Punkten eine schmale Zone erhöhter Temperatur zeigt. Strömungen oder heiße Quellen im offenen See habe ich nirgends bemerken können.

An zahlreichen Stellen des Sees habe ich auch versucht, die Tiefenverhältnisse desselben zu erkunden, soweit ich sie messen konnte. Die

Länge meiner Lotleine genügte leider an keiner Stelle, die Tiefe in größerer Entfernung vom Ufer als höchstens 400 m festzustellen, eine Zahl, die bei der etwa 3:4.5 km betragenden Oberflächenerstreckung des Sees als minimal bezeichnet werden muß. Bei den meisten Messungen waren jedoch die 140 m meiner Leine, von der ich später noch dazu etwa 30 m verlor, schon in etwa 200—250 m Entfernung vom Ufer erschöpft. Den Messungen der Abstände vom Ufer kommt keine absolute Genauigkeit zu. Die Abstände wurden auf folgende Weise festgelegt: Ich maß am Ufer die Entfernung, die ein kräftiger, ausgezogener Ruderschlag das Boot vorwärts trieb, zu etwa 3 m und nahm darauf die Messungen in einer durch Visierung eines Richtungspunktes am gegenüberliegenden Ufer leicht einzuhaltenden Geraden nach je 25 solchen Ruderschlägen, also in je etwa 75 m Abstand voneinander.

Die Richtungen, in denen die Messungen vorgenommen wurden, stoßen jeweils in rechtem Winkel vom Ufer ab und sind die gleichen, in denen auch die Temperaturzahlenwerte des Seewassers gewonnen wurden. Sie zeigen folgende Zahlen:

I.	II.	III.	IV.	V.
48 m	30 m	22 m	11 m	13 m
90 "	46 "	69 "	> 110 "	26 "
> 140 "	> 140 "	100 "		80 "
		110 "		> 110 "
		> 140 "		

Denkt man sich nach den so gewonnenen Zahlen die Tiefenkurven der randlichen Partien des Sees ausgezogen, so zeigt sich zunächst, daß der Grund allseitig steil gegen die Mitte des Sees zu abfällt. Die Kurven sind in den westlichen Partien des Sees einander mehr genähert als in den östlichen. Am engsten drängen sie sich an der Südwand in deren westlichen Teil zusammen. Dort scheint gegen das Zentrum des Sees zu die tiefste Stelle zu liegen. Dies deckt sich auch mit den älteren Kartenangaben; denn wo auch dort der See schon verzeichnet ist, als er den Kalderaboden noch lange nicht völlig bedeckte, liegt er über dieser Stelle.

Die Unregelmäßigkeit der Tiefenzunahme, die sich in den Zahlenreihen, wie z. B. 30, 46, > 140 oder 13, 26, 80, > 110, äußert, die doch bei gleichen Abständen gemessen sind, weist deutlich darauf hin, daß auch unter dem Seespiegel die staffelartigen Steilabbrüche sich fortsetzen. Die erste Kurve

zeigt meist einen größeren Abstand vom Lande als von der nächsten Tiefenkurve; dieses randliche geringere Gefälle dürfte sich aus der Einschwemmung von Material vom Ufer her erklären. In den meisten Fällen beginnt der Steilabsturz erst bei der zweiten Tiefenkurve. Eine Ausnahme hiervon macht die östliche Einbuchtung des Sees, in der die Kurven im allgemeinen die weitesten Abstände, die Böschung also das geringste Gefälle aufweist. Im Durchschnitt beträgt diese etwa 35° . Den Kalderaboden habe ich mit meinen Messungen nirgends erreicht. Auf seine Lage können wir nur schließen, wenn wir die verschiedenen historischen Daten darüber, die zu einer Zeit gewonnen waren, als das Wasser des Sees ihn noch nicht bedeckte, kritisch prüfend vergleichen. Leider beruhen diese Angaben alle nur auf Schätzungen. Übereinstimmend aber bezeichnen alle Autoren den Kraterboden als flach.

Watts Bericht habe ich schon erwähnt. Er stieg von einer Höhe von 1370 m etwa 230 m abwärts. Damit befand er sich ungefähr auf dem Niveau der Askjakaldera (1130 m). Von dort blickte er in einen etwa 100 m tiefen Abgrund. Doch kam Watts von Osten, wo die weniger tiefen Teile des damals dampferfüllten Kessels zu liegen scheinen, so daß es sehr wohl möglich ist, daß der Einsturz weiter im Westen größere Tiefen hatte. Jedenfalls aber ist diese Zahl im Verhältnis zur heutigen Tiefe des Sees zu gering, so daß voraussichtlich auch nach Watts' Anwesenheit die Senkungen sich noch fortsetzten. Carocs Karte aus dem Jahre 1876 gibt den See als einen Teich von etwa 1200 m Durchmesser wieder, der wohl kaum tief gewesen sein konnte, da er sich doch am flachen Kraterboden angesammelt hatte. Von der Oberfläche des Teiches bis zum Askjarand betrug die Höhendifferenz 230 m. Bis 1878 muß das Niveau des Sees bereits bedeutend gestiegen gewesen sein, denn damals füllte er nach Lock bereits die ganze Niederung und sein Niveau lag noch etwa 600 Fuß (etwa 180 m) unter dem Askjaboden. 1880 war das Niveau abermals um 12 m gestiegen. Thoroddsen gibt 1884 die Tiefe der Einsenkung zu 300—400 m an.

Soweit scheinen mir die Daten aus der Literatur einigermaßen genau und daher bedeutungsvoll für die Erkenntnis der fortschreitenden Wasserauffüllung der Knebelkaldera zu sein. Denn ungenaue Angaben, wie die Thorkelssons, der vor den korrigierenden Messungen Johnstrups den See für fast doppelt so groß, als er später vermessen wurde, und ebenso für sehr tief hält, und ähnlich die Schätzungsangabe Morgans, der den

See 300 Fuß tief sein läßt, haben, da sie auf keinerlei begründeten Tatsachen oder gar Messungen beruhen, nur wenig Wert.

Zur Zeit meiner Anwesenheit war der Wasserspiegel noch ungefähr 60 m unterhalb des Niveaus der Askja.

Aus diesen Angaben geht deutlich hervor, daß der Knebelsee seit seiner Entstehung in ständigem Steigen begriffen war. Er stellt ein abflußloses Sammelbecken für das Regen- und Schneeschmelzwasser der gesamten südlichen Askja und der begrenzenden Berge dar und wird deshalb voraussichtlich — wenn nicht dem Grundwasser sich schon vorher ein unterirdischer Abflußweg darbietet — sein Niveau weiter erhöhen, bis es zur Höhe des Askjabodens gelangt ist. Dann erst wird sich ihm ein oberflächlicher Abfluß bieten, der einen Entwässerungskanal längs dem Fuße der östlichen Dyngjufjöll durch die Öffnung im Osten ins Lavafeld des Ódáðhraun leiten wird. Dieser Prozeß des Ansteigens der Seeoberfläche wird durch eine Auffüllung seines Bodens infolge des Abbruchs randlicher Schollen und die von den Höhen mit großer Gewalt und in großer Zahl niedergehenden Steinlawinen stark beschleunigt. Auch wird in großer Masse dem See durch Wind, Regen und Schnee Bimsstein zugeführt, der eine Zeitlang, ausgedehnte Inseln bildend, auf dem Wasser umhertreibt, um dann nach seiner Durchtränkung und Kantenabstoßung durch gegenseitiges Aneinanderreiben zur Tiefe zu sinken. Diese Auffüllung des Seebodens hat jedoch bei der weiten Entfernung der Seemitte von den Rändern des Sees bei einer Tiefenschätzung desselben jedenfalls nur untergeordnete Bedeutung, da die randliche Schuttkegelbildung die zentralen Tiefenverhältnisse kaum merklich beeinflussen kann.

Vergleichen wir daher die oben gegebenen Zahlen mit den Messungen des heutigen Böschungswinkels des Sees bis zu einer Tiefe von 140 m, so ergibt sich, daß die einst unersteigliche Steilwand, die Johnstrup zu 230 m angibt, jetzt mit einer durchschnittlichen Neigung von 35° in verschiedenen Staffeln zum Seeboden sich neigt, den wir uns nach allen Angaben als flach vorzustellen haben, dessen tiefster Punkt uns jedoch nicht bekannt ist, da er schon 1876 von einer unbekannt tiefen Wassermasse überdeckt war, die jedoch voraussichtlich keine bedeutende Tiefe hatte.

Diese könnte ihr eventuell nur dann zukommen, wenn sich im flachen Boden dieses Einbruchs noch einmal ein steiler Einbruch eingesenkt haben sollte, worauf jedoch keinerlei Angaben hinweisen; be-

rücksichtigen wir ferner, daß noch etwa 60 m die Oberfläche des Sees von der Oberfläche der Askjakaldera trennen, so resultiert, daß der See eine Tiefe von mindestens 170 m besitzt, wahrscheinlich jedoch etwas mehr.

Diese Zahl würde ihrerseits im Vergleich mit dem mindestens über 140 m betragenden Steilabbruch des Kalderarandes bestätigen, daß der Boden des Sees ein nur sehr flach geneigter ist, dessen größte Tiefe nach früheren Hinweisen etwa in der Verbindungslinie zwischen dem größten Solfatarenfeld am südlichen Seerande und dem Rudloffkrater im Norden zu erwarten wäre, also jedenfalls sehr nahe in der Richtung der N-S-Bruchlinie der Askjakaldera, auf der auch der Rudloffkrater aufsitzt.

Danach hat die Knebelkaldera auch unter Wasser ihre jugendlichen Formen, die der Abbruch des Jahres 1875 schuf, bewahrt, indem einerseits die Tiefenmessungen scharf ausgeprägte Terrassen in der Nähe des Ufers erkennen ließen, anderseits auch kein allmählicher Übergang von der Wand zum Seeboden stattzufinden scheint, sondern ein ziemlich starker Geländeknick.

Kapitel VI.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate.

Die vorhergehenden Ausführungen über den geologischen Bau der Dyngjufjöll und die Entwicklung ihrer heutigen Oberflächenformen lassen sich im wesentlichen in folgende Sätzen zusammenfassen:

1. Die Dyngjufjöll bilden nach Form, Höhenlage und Gesteinszusammensetzung ein völliges Analogon zu den übrigen Tafelberghorsten des isländischen Hochlandes, mit der einzigen Modifikation, daß in ihrem Zentrum nach Herausbildung des Horstcharakters des Gebirges, also sekundär, zwei ineinandergeschachtelte Einbruchskalder auftreten.

2. Der geologische Bau, die Form und die Höhenlage der Dyngjufjöll stehen in durchaus natürlichem und gesetzmäßigem Zusammenhang mit dem Bau und Bild ihrer weiteren Umgebung, d. h. der Bruchzone des rezent vulkanischen Gürtels Nordislands.

3. Diese gesetzmäßigen Beziehungen lassen sich an der Höhenlage der oberen Palagonittuffgrenze verfolgen, welche die alte Landoberfläche darstellt. Auf ihr bauten sich Schildvulkane auf. Das gesamte Bruchfeld stellt eine etwas windschief nach Norden und Osten, besonders aber nach Norden geneigte Tafel dar. Analog mit den langgestreckten Tuffgebirgszügen nimmt auch die Höhenlage der oberen Tuffgrenze der Tafelberge nach Süden und Westen zu. Die Tuffgrenze bei den einzelnen Tafelbergen liegt dabei stets höher als bei den benachbarten Tuffgebirgszügen, weil erstere kompakte, in sich unzerbrochene, durch Lavakappen geschützte Komplexe darstellen, während letztere meist stark gestört, zersplittert und ihrer Lavadecke beraubt sind.

4. Diese Gesetzmäßigkeit der Höhenverhältnisse bei Tafelbergen macht die Annahme unmöglich, daß es sich um vulkanische Auftreibungen handle.

5. Die Dyngjufjöll bildeten, wie die Tafelberghorste, ehemals ein selbständiges, schildvulkanähnliches Eruptionszentrum, das in keinerlei Ab-

hängigkeit von präexistierenden Spalten entstand und zugleich Islands größtes Vulkanzentrum darstellt¹.

6. Sämtliche vulkanischen Kraftäußerungen, die nach der Herausbildung des Horstcharakters dieses Vulkanzentrums von ihm ausgingen, fanden auf seinen lokalen, d. h. nicht über den Bereich der Dyngjufjöll hinausreichen Abbruchspalten statt; fremde Spalteneruptionen, die von außen auf das Gebirgsmassiv zuliefen, stoßen an seinem Fuße ab und finden damit ihr Ende, ohne jemals ins Massiv selbst einzugreifen.

7. Die Dyngjufjöll verdanken ihrem ursprünglichen Schildvulkancharakter ihre Herausbildung als tafelbergartiges Horstgebirge und ihre Resistenzfähigkeit gegenüber den Bewegungen der sinkenden Erdschollen ihrer Umgebung.

8. Die Dyngjufjöll bilden sowohl nach den Grundzügen ihres Baues, wie auch nach ihrem Verhalten gegenüber den Absenkungsvorgängen in ihrer Umgebung ein völliges Analogon zu den anderen Tafelberghorsten des isländischen Hochlandes.

9. Die erste Entwicklungsphase war danach die Bildung eines Schildvulkans über den heutigen Höhen der Dyngjufjöll; sein Eruptionsschlot lag über dem heutigen Boden der Askja, einzelne dislozierte und abgesenkte Schollen dieses Vulkans sind heute noch erhalten. Dieser Schildvulkan war postglazial.

10. Die zweite Entwicklungsphase war die Herausbildung des rechteckigen Horstes der Dyngjufjöll.

11. Es folgte drittens der Einbruch der Askjakaldera an, den äußeren parallelen, Bruchspalten.

12. Hierauf viertens die jüngere Lavaüberschüttung des gesenkten Bodens der Askja aus randlichen Krateren, die auf den N-S, O-W gerichteten Bruchspalten aufsitzen.

13. Als fünftes Stadium folgten die Explosionen im Südosten der Askja (Rudloffkrater, südöstliche Krater).

14. Endlich sechstens als Folge dieser Ausbrüche der ovale, jedoch lokal deformierte Einbruch der Knebelkaldera, die völlig jugendliche und

¹ Die Beweise für die Notwendigkeit der Annahme der spaltenlosen Entstehung der Schildvulkane habe ich in meinen beiden Arbeiten: »Ein Beitrag zur Spaltenfrage der Vulkane« (Zentralbl. f. Min. usw. 1910 Nr. 6) und »Isländische Masseneruptionen« (Købens geolog. u. paläontol. Abhandl. 1910 Heft 2) niedergelegt.

einheitliche Formen in der Zone ihres Abbruchs aufweist und als einheitliches, keinesfalls vor 1875 entstandenes Gebilde aufzufassen ist.

15. Als siebentes und letztes Entwicklungsstadium ist die fortschreitende Auffüllung der entstandenen Senke mit atmosphärischem Wasser zu nennen. Ihre Tiefe beträgt über 230 m, die Tiefe des Sees über 170 m. Die Temperatur fiel seit seiner Bildung mit ziemlicher Regelmäßigkeit und betrug im August 1908 im Mittel 6.5°C . Die höchste gemessene Temperatur betrug (lokal) 15°C .

16. Der Rudloffkrater ist seit seiner Entstehung in stetig schwächer werdender Tätigkeit.

17. Ein Vergleich der historischen Angaben über die Ausbrüche in der Askja sowie die ihnen ebendort folgenden Einbrüche macht die Annahme einer Korrelation zwischen beiden Erscheinungen in unmittelbarer Folge notwendig.

18. Es ergibt sich auch eine Korrelation dieser Erscheinungen mit Aus- und Einbrüchen in der Sveinagjá. Während in der Askja Bimsstein- und Gasausbrüche in hohem Niveau stattfanden, traten in der Sveinagjá gasarme basische Massen in tiefem Niveau auf. Diese Erscheinungen lassen sich nicht aus einem gemeinsamen peripheren Herd unter dem rezent vulkanischen Gürtel Nordislands erklären, sondern machen die Annahme lokaler Magmanester unter den einzelnen Vulkanen und Vulkangruppen bzw. Vulkanreihen notwendig.

19. Die Verbindung dieser Magmanester kann keine ununterbrochene sein, daher ist die Annahme einer mittelbaren, d. h. behinderten Kommunikation der Magmanester notwendig.

20. Die Bewirkung des Ausbruchs in der Sveinagjá durch die Ausbrüche in der Askja war nur eine behinderte und temporäre, d. h. mittelbare, während sich an den beiden Eruptionspunkten der Askja selbst Ausbruch und Einbruch jeweils unmittelbar folgten.

Inhaltsverzeichnis.

Kapitel I.		Seite
Die Dyngjufjöll in ihren geologischen Beziehungen zu ihrer Umgebung		3
Einleitung		3
Die räumliche und zeitliche Verteilung der eruptiven Tätigkeit auf Island . .		3
Der rezent vulkanische Gürtel		7
Geologischer Bau desselben		9
Die Höhenverhältnisse		10
Das Verhältnis zu den Dyngjufjöll		11
Bemerkungen über die einstige Lavaüberdeckung der Höhen		11
Das Alter		13
Die Horste und die damit verbundenen Erscheinungen		14
Die Dyngjufjöll ein Horst		15
Die Richtungen der Vulkanlinien auf Island und ihr Verhältnis zu den Dyngjufjöll		17
Die Dyngjufjöll ein selbständiges Eruptivzentrum		18
Tektonik und Vulkanismus		20
Kapitel II.		
Das Randgebirge Dyngjufjöll		22
Die Lavaterrassen und Höhenverhältnisse der nördlichen Dyngjufjöll		22
Das Lavaplateau		24
Der ursprüngliche Askjavulkan		25
Die postglazialen Verwitterungsverhältnisse		29
Gänge in den östlichen Dyngjufjöll		32
Die Lavaschollen und -einlagerungen der südöstlichen Dyngjufjöll		34
Schlußfolgerungen aus dem Auftreten der intrusiven Einlagerungen		37
Zusammenfassung der Resultate über die Natur des ursprünglichen Askjavulkans		39
Die südlichen Dyngjufjöll		39
Die westlichen Dyngjufjöll		41
Die Pässe des Gebirges		42
Alter der inneren Abbrüche in den Dyngjufjöll		43
Kapitel III.		
Die Askjakaldera		44
Der Horstcharakter des Askjakessels		44
Staufalten in der Lava im Süden des Kessels		46
Die ursprüngliche Oberfläche und das Maß der späteren Auffüllung		48
Die Form der Askja		48
Das Kartenmaterial		48

	Seite
Struktur und Aufbau, erschlossen durch die nordwestlichen Wände der Knebelkaldera	50
Das Alter der Askjakaldera	51
Die jetzige Lavoerfläche	52
Die Randkrater und ihre Tätigkeit	52

Kapitel IV.

Der Rudloffkrater	54
Der Rudloffkrater und seine Beziehungen zu seiner Umgebung	54
Die tektonische N-S-Linie	54
Ihre Erklärung	56
Spethmanns Ansicht	57
Der Kraterwall	57
Die jüngeren tektonischen Linien	57
Die Wände des Kraterschlotes	58
Die Abhängigkeit des Rudloffkraters von der Tektonik der Dyngjufjöll	59
Geschichte des Rudloffkraters	59
Schilderung nach meinen Beobachtungen im August 1908	60
Das Eruptionsmaterial	64
Beschaffenheit	64
Verbreitung	65
Fossiler Schnee	66
Erdfälle	67
Die Wärmeentwicklung des Rudloffkraters in ihren Beziehungen zur Verbreitung des fossilen Schnees, wie zu Spalten	67

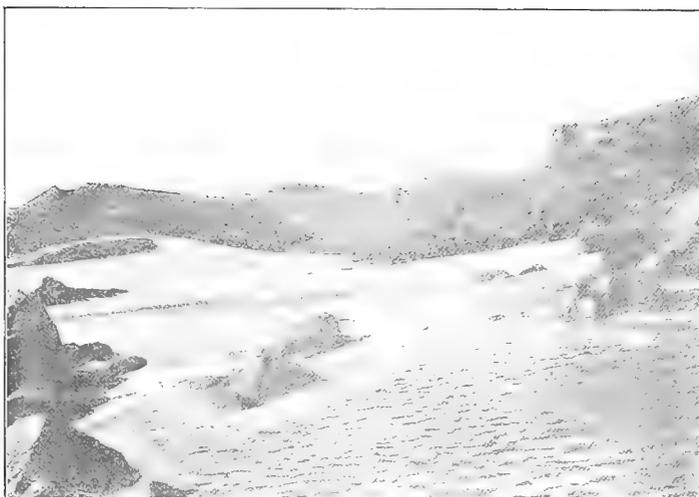
Kapitel V.

Die Knebelkaldera	70
Zeit der Entstehung	70
Kritische Betrachtungen der Ansichten Erkes' und Spethmanns	70
Die Kaldera als unmittelbare Folge des Ausbruchs	75
Die Sveinagjá-Ausbrüche in ihren Beziehungen zu den Ausbrüchen in den Dyngjufjöll	76
Periphere Vulkanherde und lokale Magmanester	79
Die Knebelkaldera eine Einbruchskaldera	84
Die Spalten und Verwerfungen im Bereiche der Knebelkaldera	85
Der Knebelsee	86
Seine Geschichte	89
Temperaturmessungen	89
Tiefenmessungen	90
Die Formen des Einbruchsbeckens unter der Seeoberfläche	91

Kapitel VI.

Zusammenfassung der wichtigsten Resultate	95
---	----

Fig. 1.



Die nördliche Abbruchwand des Askjakessels mit dem gegen die westlichen Tuffgebirgszüge scharf vorspringenden Eck der Abbruchwand des in die nördlichen Dyngjufjöll eingesenkten Lavaplateaus.

Fig. 2.



Die aus Basaltbänken bestehende nördliche Abbruchwand der Knebelkaldera. (Im Hintergrunde ein Teil der östlichen Dyngjufjöll.)

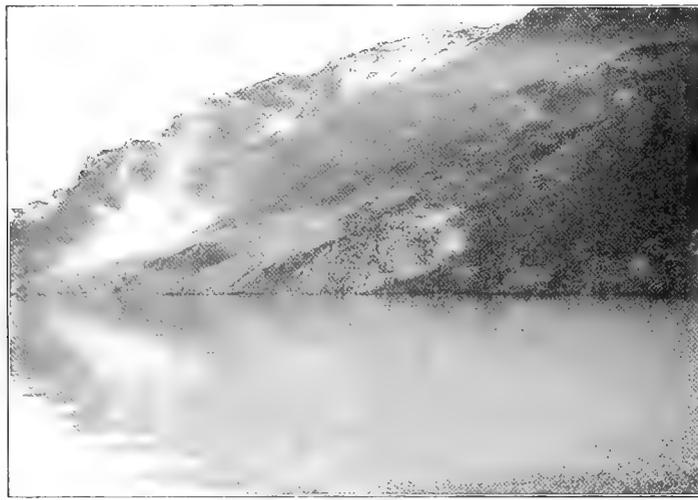
Fig. 3.



Winderosionsformen an einer der Abbruchschollen der Knebelkaldera.

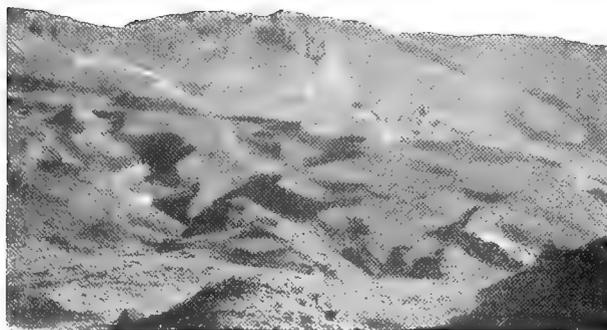
H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Fig. 4.



Das große Solfa-
tarenfeld am Fuße
der südlichen Ab-
bruchswand der
Knebelkaldera.

Fig. 5.



Erdfälle über der
fossilen Schnee-
schicht oberhalb
des östlichen
Seeufers.

Fig. 6.

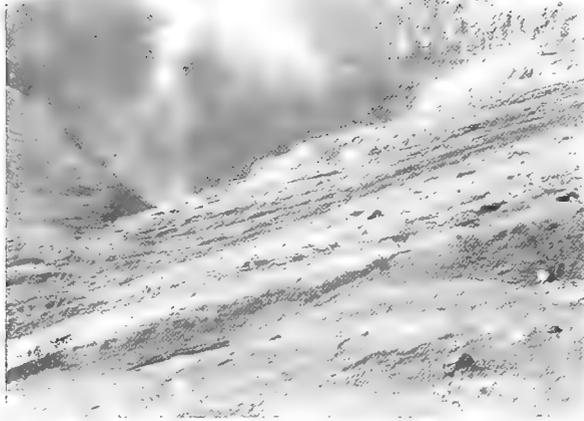


Die Knebel-
kaldera mit
dem Knebel-
see.

H. Reek: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Taf. II.

Fig. 7.



Blick in den Rudlofkrater von Osten.

Fig. 8.



Die Askjakaldera von Norden aus gesehen.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

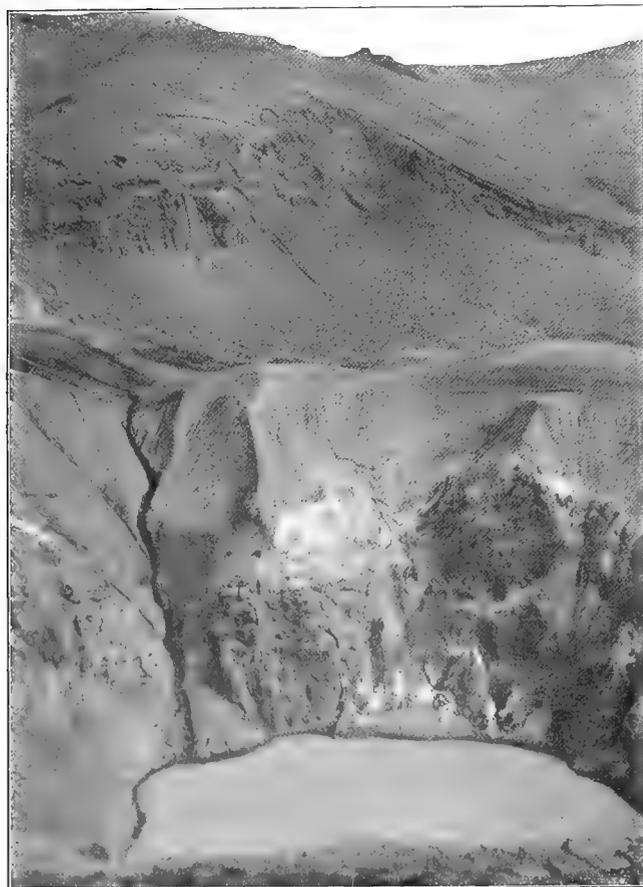
Taf. III.

Fig. 9.



Die junge südliche Bruchwand der Knebelkaldera.

Fig. 10.

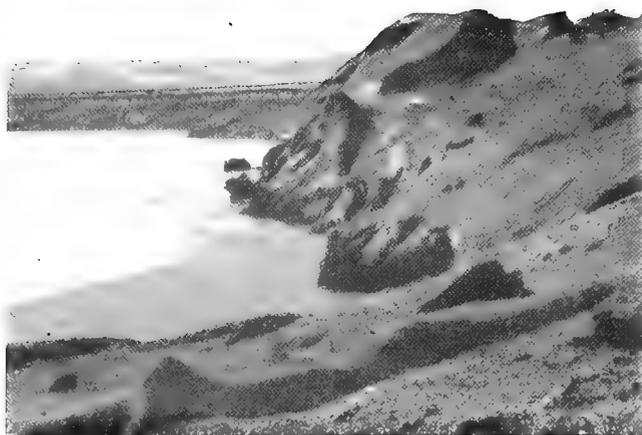


Blick in den Rudloffkrater von Westen.⁷

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

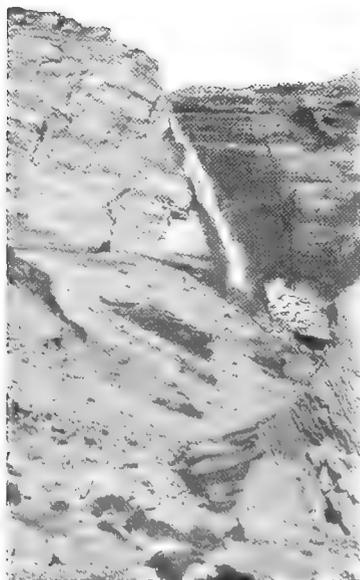
Taf. IV.

Fig. 11.



Im Abbruchgebiete der Knebelkaldera. Gegen den Hintergrund zu die glatte, etwa 60 m hohe Bruchwand aus Basaltbänken bestehend.

Fig. 12.

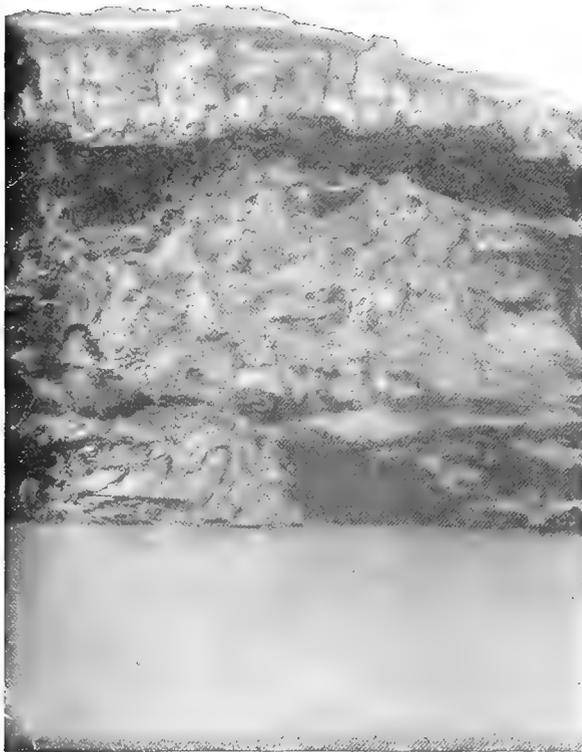


Wasserfall an der nordöstlichen Abbruchswand (Palagonit) der Knebelkaldera. Rückscheiden des Wassers seit 1875

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

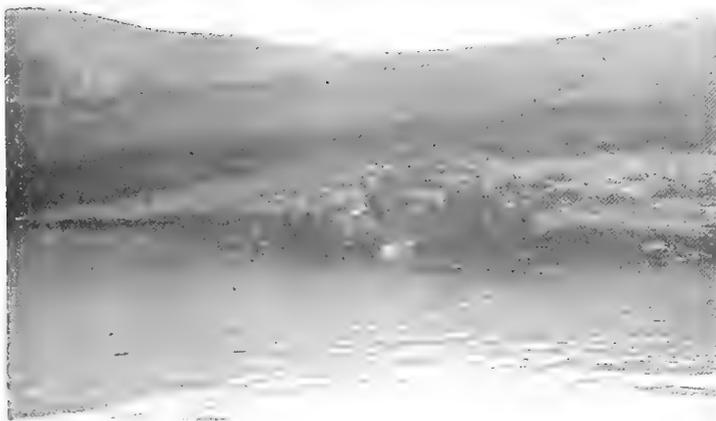
Taf. V.

Fig. 13.



Profil der nördlichen Basaltabbruchswand der Knebelkaldera
nahe unterhalb des Rudloffkraters.

Fig. 14.



Zum Einbruchsfeld der Knebelkaldera einsinkende Basaltschollen
(im Westen).

H. Reek: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

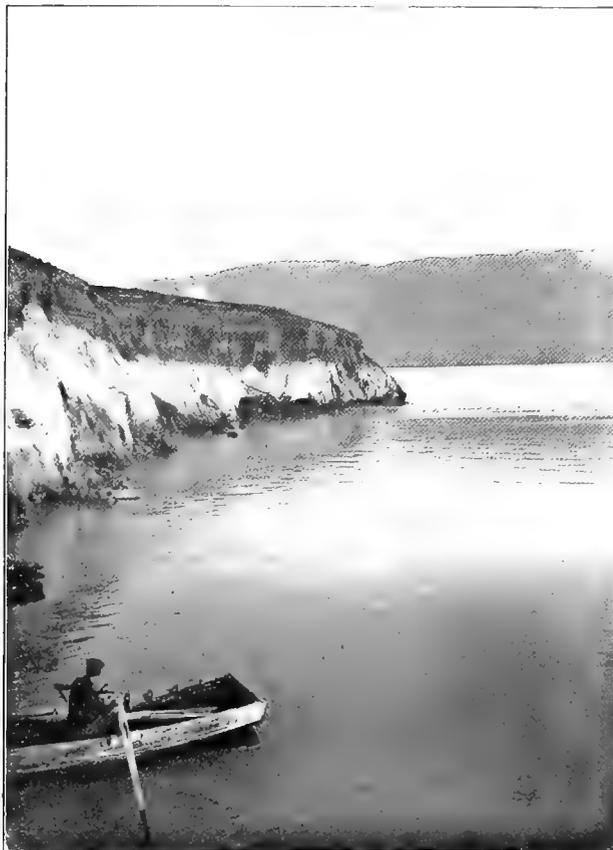
Taf. VI.

Fig. 15.



Eine große am Kontakt mit den massigen Basalten des Askjakessels
abgebrochene Tuffgebirgsscholle der östlichen Dyngjufjöll.
(Unmittelbar südlich des Rudlofkraters.)

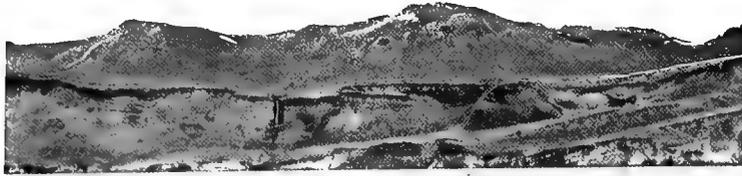
Fig. 16.



Die in Fig. 15 hervortretende Abbruchwand mit
der doppelten Bimssteindecke des Jahres 1875.

H. Reck: Das vulkanische Horstgebirge Dyngjufjöll in Zentralisland.

Fig. 17.



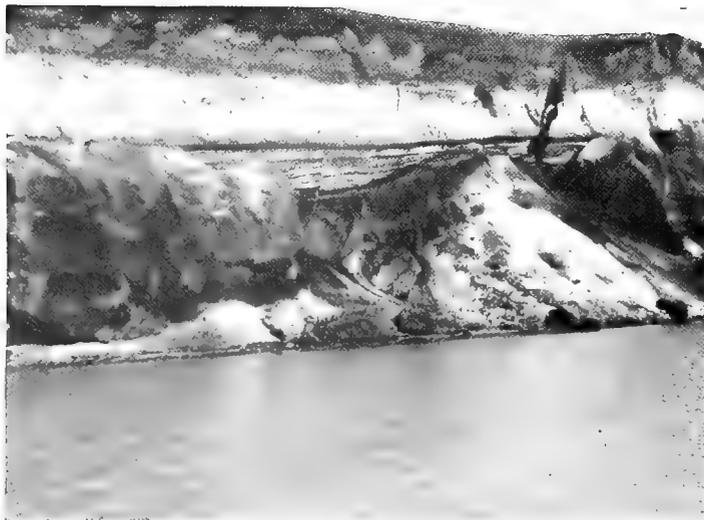
Die Abbruch-
stufen der
östlichen
Dyngjufjöll.

Fig. 18.



Schwimmende
Bimssteininseln
auf dem
Knebelsee.

Fig. 19.



Profil an der
östlichen Ab-
bruchwand des
Knebelsees.
Fossiler Schnee
aus dem Jahre
1875, überlagert
von den Bims-
steinschichten
des Rudloff-
kraters.

Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.

Von

Prof. Dr. JOHANNES WALTHER

in Halle a. S.

Vorgelegt von Hrn. Penck in der Sitzung der phys.-math. Klasse am 21. Juli 1910.
Zum Druck verordnet am 28. Juli 1910, ausgegeben am 23. Dezember 1910.

1. Die Umrandung des Golfes.

Der eigenartige Reiz, den das vielgestaltige Landschaftsbild auf den Beschauer ausübt, der von Camaldoli seinen Blick über den Golf von Neapel und die ihn umrahmenden Berge schweifen läßt, ist die Wirkung von sehr verschiedenen geologischen Vorgängen, die im bunten Wechselspiel der Kräfte lange Perioden hindurch dieses Stück Erdrinde umgestaltet haben.

Als jüngste Ereignisse müssen wir die Entstehung der heutigen Küstenlinie und die Aufschüttung des dampfenden Vesuv betrachten, der die kampanische Ebene im Osten überragt. Auch die seltsamen kreisrunden Ebenen, die zu unseren Füßen bei Soccavo, Pianura, Agnano und weiter nach Westen über den Monte Nuovo nach dem Averner See die phlegräischen Felder gliedern, gehören als Schußwunden vulkanischer Dampfexplosionen den jüngsten geologischen Zeiträumen an. Die weit verbreitete Pozzuolanerde und die Bimssteinschüttungen, welche sich bis nach La Cava hinüber und sogar auf den 1443 m hohen Gipfel des M. Sant' Angelo verbreiten, sind bei diesen jüngsten vulkanischen Eruptionen entstanden.

Während uns die letzten Ausbrüche des Vesuv und des Monte Nuovo erkennen lassen, daß die Kräfte der Unterwelt auch heute nicht zu Ruhe gekommen sind, geben uns die neolithischen Funde, die Dr. Cereo auf Capri über der Pozzuolanerde gemacht hat, einen gewissen Anhalt, um das Alter dieser Ausbrüche auch nach unten chronologisch zu bestimmen. Andere paläontologische Grenzpunkte für diese jüngsten Ereignisse sind leider nicht zu finden, denn die reiche Flora, welche Meschinelli aus den Tuffen der Somma beschrieb, enthält nur Pflanzenarten, die noch jetzt auf den Gehängen der Somma gedeihen, und die marine Fauna, welche aus dem Untergrund des Vesuv mit den Aschen emporgerissen wurde, enthält nach Guiscardi (sofern nicht die *Radula vesuviana* als eine ausgestorbene Varietät anzusprechen ist) ebenfalls nur rezente Arten.

Aber unter den so fruchtbaren Aschendecken der jüngsten Eruptionsphase ragen überall die stark denudierten Ruinen einer älteren Ausbruchzeit empor. Der gelbe Tuff, auf dem wir bei Camaldoli stehen, der die Höhen bei Neapel, den langen Bergzug des Posillip, die Insel Nisida, die Küste bei Pozzuoli, den M. Barbaro und die vielbuchtige Küste von Bajä bis Miseno aufbaut, wird in einer so deutlichen Erosionsdiskordanz von den lockeren Pozzuolantuffen überlagert, daß wir beide Erscheinungen als durchaus verschiedenartig betrachten müssen. Die ausgezeichneten Abhandlungen von di Lorenzo haben uns die meisten dieser alten Ausbruchessen kennen gelehrt und gezeigt¹, daß auch ihre Entstehung auf längere Zeiträume verteilt ist.

Auch auf Ischia sind die gelben Tuffe weit verbreitet, und das fast verwirrende Bild kleiner und großer Krater, die hier neben- und übereinander gebaut sind und alle Stadien allmählicher Abtragung erkennen lassen, drängt uns zu der Ansicht, daß die Ausbrüche der gelben Tuffe auch hier einem langen Zeitraum angehören.

Die schönen Aufschlüsse, welche das Meer an der Küste von Nisida geschaffen hat, zeigen deutlich, daß die gelbe Farbe, welche für den oberen Teil der Insel so charakteristisch ist, in der Tiefe sich in ein dunkles Grau verwandelt, und da auch der ältere graue kampanische Tuff mehrfach² eine gelbe Verwitterungsdecke trägt, darf man wohl die gelbe Farbe als die Wirkung einer diluvialen Klimaperiode betrachten, welche die Eisenverbindungen eines ursprünglich grauen Tuffes in rostgelbes Eisenhydrat verwandelte. Das jetzige Klima erzeugt keine solchen Verwitterungsprodukte, und die Wände der alten gelben Tuffe bedecken sich heute mit einer grauen Rinde.

Indem wir von Camaldoli nach Pianura hinabsteigen oder die wunderbaren Aufschlüsse studieren, welche in der Schlucht von Verdolino die Grundlage des Berges enthüllen, treffen wir auf die Wirkungen einer dritten,

¹ di Lorenzo e Riva, Il Cratere di Vivara. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Vol. X, Serie 2, Nr. 8.

di Lorenzo, Il cratere di Astroni. Dasselbst Vol. XI, Serie 2, Nr. 8.

Derselbe, I crateri di Miseno. Dasselbst Vol. XIII, Serie 2, Nr. 1.

Derselbe, Il cratere di Nisida. Dasselbst Vol. XIII, Serie 2, Nr. 10.

Derselbe, History of Volcanic action in the Phlegrean Fields. Q. J. Geol. Soc. London 1904, S. 296f.

² J. Walther u. P. Schirlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1886, S. 306.

noch älteren Ausbruchsperiode. Es ist der seltsame »Piperno« und die mit ihm verknüpften Explosionsbreccien und Trachytlaven, welche zu so vielen Diskussionen¹ Anlaß gegeben haben. Obwohl die Umstände der Pipernobildung noch immer manches Rätsel bergen, so läßt sich doch beweisen, daß seine ganze Masse schon während der Ablagerungszeit eine beträchtliche Festigkeit besaß; denn metergroße Trachytblöcke sind in den alten Steinbrüchen bei Pianura dem graugeflamnten Gestein eingefügt, das sich mit seinen dunklen Scherben um ihren Oberrand schmiegt, während diese im Liegenden völlig horizontale Schichtung zeigen. Im Hangenden verwandelt sich der Piperno in die seltsame bunte »Museumsbreccie«, die anfangs vorwiegend aus grauem Material entstand, dem sich dann erst vereinzelte rote Brocken beimischen, die allmählich zu einem blaß orangeroten Tuff hinüberleiten. An der Ostwand der Schlucht von Verdolino ist die diskordante Überlagerung der »Museumsbreccie« durch den gelben Tuff prächtig aufgeschlossen. Deutlich sieht man, daß die Pipernomassen disloziert und denudiert waren, bevor die Ausbrüche der gelben Tuffe erfolgten. Auch an verschiedenen anderen Stellen reichen die Aufschlüsse im gelben Tuff tief genug, um zu zeigen, daß die Ausbrüche des Piperno ein weites Gebiet verheerten. Das Profil am Westfuß des M. di Procida bei Torre di Gaveta stimmt völlig mit dem von Camaldoli überein. Die Nordküste von Procida, der Felsen von Cumä, fügen sich diesen Vorkommnissen an, und bei den Tunnelbauten im Vomero und Posillip hat Johnston Lavis ebenfalls den alten Kernvulkan nachweisen können.

Die Untersuchungen von Deecke² haben dargetan, daß gleichzeitig mit dem Piperno der sogenannte »kampanische Tuff« entstand, dessen weite Verbreitung und Gehalt an Bomben mit Fluormineralien durch Scacchi³ erkannt und studiert wurde, und so eilt unser Auge über die blaue Wasserfläche hinüber nach Sorrent, wo der kampanische Tuff in einer Mächtigkeit von mehr als 40 m als ungegliederte Masse die fruchtbare Bucht auskleidet. Selbst auf Capri bildet der kampanische Tuff, wie Oppenheim⁴ gezeigt

¹ Kalkowski, Über den Piperno. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1878, S. 663. — Johnston Lavis, Osserv. geol. in Boll. Com. Geol. Ital. XXI, 1890.

² Deecke, Zur Geologie von Unteritalien. N. Jahrb. f. Min. 1891, II, S. 286. — Führer durch Campanien. Berlin 1901.

³ Scacchi, La regione vulc. fluorifera della Campania. Atti della Reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Ser. 2, Vol. II, Nr. 2, 1888.

⁴ Oppenheim, Beitr. z. Geol. der Insel Capri. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1889, S. 472.

hat, unter den jüngeren Vesuviaschen ausgedehnte Ablagerungen. Wir werden dadurch in den Stand gesetzt, auch die Ausbruchszeit des kampanischen Tuffes und des Piperno zu bestimmen, im Anschluß an die überraschenden Funde, die man der unermüdlichen Arbeit von Dr. Cereo in Capri verdankt.

Bekanntlich ist über die ganze Länge der Apenninhalbinsel jene rote Erde (terra rossa) verbreitet, welche meist als Spaltenausfüllung im dichten Kalk auftritt und höchstwahrscheinlich aus eisenreichen, vulkanischen Aschen entstand, die in den tiefen Karrenfurchen des Apenninkalkes der allgemeinen Abtragung entgingen.

Auch auf Capri sind die mit »terra rossa« erfüllten Spalten nicht selten. Die Straße nach Anacapri hat einige derselben angeschnitten, und auf dem Weg von Anacapri-Caprile gegen Torre di Guardia bildet die rote neben einer gelben Erde ausgedehnte Lager. Sie erfüllt hier tiefe Karren im hellen Kalk, welche augenscheinlich nicht durch das Meer, sondern durch Regenwasser ausgewaschen wurden. Diese Tatsache, wie der Mangel an marinen Fossilien, beweisen deutlich die festländische Entstehung der Terra rossa. Als vor einigen Jahren die Gebäude vom Hotel Quisisana vergrößert wurden, zeigte sich, daß unter dem grauen Tuff, der die Bucht von Quisisana bis zur Certosa erfüllt, eine bis 5 m mächtige Ablagerung von roter Erde folgt, welche der unebenen Oberfläche des Kalkes diskordant aufgelagert ist. Den Bemühungen von Cereo gelang es, aus dieser Ablagerung eine Anzahl von wohl erhaltenen Knochen und Zähnen zu gewinnen, welche geeignet sind, nicht nur die Geschichte von Capri aufzuhellen, sondern auch die Ausbruchszeit des kampanischen Tuffes zu bestimmen. Die Fauna besteht aus Resten von Cervus, Sus, Ursus, Canis, Felis, Hippopotamus und Elephas. Zwei wohl erhaltene Molaren, deren Kaufläche ich photographieren ließ, zeigten sofort, daß es sich nicht, wie von Pigorini¹ angegeben wird, um *E. antiquus*, sondern um *E. primigenius* handelt². Dadurch wird das Alter der Terra-

¹ Pigorini, Materiali paleontologici del' Isola di Capri. Bull. di paleontologia italiana Vol. XXXII, 1906, S. 1, Taf. P.

² Vgl. noch die anderen italienischen Funde, welche A. Ricci, L' elephas primigenius nel Post-Pliocene della Toscana. Palaeont. italica Vol. VII, 1901, beschreibt.

Ich habe die Molaren mit dem reichen Valdarno-Material im Museum zu Florenz und den oberitalienischen Funden in den Sammlungen von Bologna und Verona verglichen und feststellen können, daß die jüngere Primigeniusform von dem älteren Antiquus ohne Übergangsformen überall leicht zu unterscheiden ist.

rossa-Fauna von Capri als jungdiluvial bestimmt, und die mit den Knochen gefundenen paläolithischen Steinwerkzeuge bestätigen diesen Schluß. Eine Spalte im Caprikalk, die durch die von F. Krupp nach der Piccola marina gebaute Felsenstraße nahe der Certosa aufgeschlossen wird, erfüllt noch heute eine Terra rossa, die mit der von Quisisana übereinstimmt, und sogar diluviale Knochenreste enthält.

Daraus ergibt sich aber auch, daß die Eruption des kampanischen Tuffes erst im jüngeren Diluvium begann, als der Urmensch die italische Halbinsel bewohnte und Capri noch landfest mit Italien verbunden war, so daß Flußpferde und Hirsche auf dem Gebiet der heutigen Insel leben konnten oder wenigstens vor den alten Jägern bis an den Fuß der felsigen Steilwände auf Capri flüchten konnten.

Daß das Becken des Golfes, dessen Nordküste jetzt ausschließlich durch die vulkanischen Bildungen begrenzt wird, von marinem Tertiär unterlagert ist, geht aus den Faunen hervor, welche den Bomben der Sommatuffe und vereinzelt Fundorten im gelben Tuff entstammen. Aber es scheint, als ob unter dem marinen Pleistozän mit einer rezenten Meeresfauna direkt der Macigno folgt, der ja auch auf Capri und der Sorrentiner Halbinsel in vereinzelt Denudationsresten den Apenninkalk überlagert.

Der eigentliche Untergrund des Golfes wird durch eine große Synklinale von mesozoischen Dolomiten und Kalken gebildet, welche im Norden der kampanischen Ebene in den Massiker Bergen auftauchte, dann von Capua bis Cava ihren Ostrand bilden und endlich in der Sorrentiner Halbinsel den neapolitanischen Golf von dem salernitanischen scheiden. Daß Capri als eine direkte Fortsetzung der Halbinsel von Sorrent betrachtet werden muß, hat sich immer deutlicher herausgestellt, und auch die vielumstrittene Frage nach dem Alter dieser Gesteine darf jetzt als entschieden betrachtet werden. Zwischen Nocera, Salerno und Amalfi tritt die obere Trias zutage, deren Fauna durch Galdieri¹ beschrieben wurde. Darüber folgt in einer Diskordanz, deren Natur noch nicht studiert werden konnte, das Urgon, dessen Fauna besonders durch die Bemühungen von Cereo von dem reichen Fundort Venassino (über dem Arco naturale) auf Capri gesammelt

¹ Galdieri, Sul trias dei dintorni di Giffoni. Napoli 1908. Atti dell' Accademia Pontaniana. Vol. XXXVIII.

wurde. Die Arbeiten von Parona¹, Airaghi² und de Angelis d' Ossat³ haben ergeben, daß es sich hier nicht um Jura⁴ oder um eine Grenzformation zwischen Jura und Kreide⁵ handeln kann, sondern um eine höhere Stufe der unteren Kreide (Urgon).

Für unsere Betrachtungen des Bodenreliefs im Golf ist aber nicht so sehr die stratigraphische Stellung als die tektonische Lagerung dieser Kreidekalke von Bedeutung, und in dieser Frage hat eine kürzlich erschienene Arbeit von Rovereto⁶ den Nachweis zu führen gesucht, daß der Ostrand von Capri von einer überschobenen Falte gebildet werde. Trotzdem ich bei günstiger Beleuchtung eine besondere Bootexkursion unternahm, um die im Profil von Rovereto gezeichnete Falte zu verfolgen, ist es mir nicht gelungen, auch nur eine Spur derselben zu entdecken, und ich finde mich in Übereinstimmung mit di Lorenzo⁷, wenn ich an der Auffassung festhalte, daß Capri aus einer zerstückelten, mächtigen Kalkplatte besteht, deren Tafeln vielleicht an ihren Rändern übereinandergeschoben, aber nicht überfaltet sind. Nur am Westfuß des Solaro treten verwickelte tektonische Störungen auf.

Wenn wir, von Castellamare gegen Capri vorschreitend, die Lagerung der Kreidekalke prüfen, dann sehen wir die wohlgeschichteten Kreidekalke, die nach den Untersuchungen von Böse⁸ am M. Sant' Angelo eine Mächtigkeit von 1500 m erreichen, zunächst zwischen Nocera und Amalfi eine breite, durch Brüche abgestufte Antiklinale bilden. Von Positano sinkt der Südflügel der Antiklinale in einem Staffelbruch gegen den Golf von Salerno ab, dessen Bruchrand in den Klippen der »Galli« über den Meeres-

¹ Parona, Nuove osservazioni sulla Fauna dei calcari con Ellipsactinidi dell' Isola di Capri. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei. Vol. XIV, Serie 5a, fasc. 2.

² Airaghi, Echinodermi infracetacei dell' Isola di Capri. Rivista italiana di Paleontologia. An. XI, fasc. II. Perugia.

³ de Angelis d' Ossat, I coralli del calcare di Venassino. Memoria della Reale Accademia della Scienze fisiche e matematiche di Napoli. Vol. XII, Serie II, Nr. 16.

⁴ Steinmann, Über das Alter der Apenninkalke von Capri. Berichte d. Naturf. Ges. Freiburg i. B. 1888. Heft III.

⁵ Oppenheim a. a. O., S. 450.

⁶ Rovereto, Studii di Geomorfologia. Genova 1909. S. 233.

⁷ di Lorenzo, L' Isola di Capri. Rendiconti della Reale Accademia dei Lincei. 19. Mai 1907.

⁸ Böse, Contributo alla geologia della penisola di Sorrento. Memoria dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Napoli 1896. Nr. 8.

spiegel ragen. Bis zur Bucht von Meta und Sorrento reichen die nach dem Golf von Neapel in Nordwestrichtung hinabtauchenden Kreidekalke. Sobald wir aber das breite, mit kampanischem Tuff erfüllte Becken von Sorrento durchschritten haben, ändert sich das Streichen und die Lagerung der Schichten in auffallender Weise, denn die dreieckige Kalkplatte, welche sich zwischen Capo di Sorrento, Sant'Agatha und P. Campanella ausdehnt, streicht durchschnittlich Südwest-Nordost, und so sehen wir hier schon dieselbe Lagerungsform beginnen, die uns jenseits der Bocca piccola in den Felsenplatten von Capri entgegentritt.

2. Die Bodengestalt des Golfes.

Der Stand des Meeresspiegels hat sich bekanntlich gerade an den Ufern des Golfes von Neapel im Laufe der letzten Jahrhunderte vielfach verändert, und zwar haben ihn ganz verschiedenartige Kräfte umgestaltet. Regenwasser wusch frisch gefallene Aschen und den Schutt der Kalkberge nach den Niederungen und verwandelte flache Meeresbuchten in fruchtbares Ackerland. So lag Pompeji früher viel näher am Meer, und die weite Ebene zwischen Torre Annunziata und Castellamare ist erst in den letzten Jahrtausenden aufgefüllt. Auch die Niederung zwischen Neapel und Portici gehört zu den in jüngerer Zeit landfest gewordenen Meeresteilen. Zu dem künstlich verbreiterten Ufergelände bei Neapel gesellt sich die Niederung bei Bagnoli, das Gebiet des Lucriner Sees, das Mare morto, der Lago del Fusaro und Lago di Licola als durch geologische Vorgänge neu gewonnenes Land.

Andrerseits haben die stürmischen Wogen des Meeres vielfach große Stücke ehemaligen Festlandes verschlungen. Zwar leisteten die Sorrentiner Kalkfelsen der Brandung energischen Widerstand, und auch an den Lavaströmen des Vesuvs arbeitete die Brandung meist vergeblich. Um so leichteres Spiel hatte sie mit den nur locker verkitteten Aschen am Fuß der Vulkanberge zwischen Neapel und Ischia. Leicht läßt sich der alte Krater von Nisida trotz der starken Abrasion noch erkennen; aber es bedurfte der eingehendsten Untersuchungen, wenn di Lorenzo¹ die Kraterformen

¹ di Lorenzo, Il Cratere di Miseno. Atti della Reale Accademia di Napoli. Vol. XIII, S. 2, Nr. 1; Il Cratere di Nisida; ebenda Nr. 10.

zwischen Bajä und Miseno und an den Ufern von Procida und Vivara verfolgen wollte. Auch an den Ufern von Ischia sehen wir alle Übergänge von geschlossenen Kraterringen zu halb geöffneten Ringwällen und endlich den phantastischen Felsen, die als letzte Überreste einstiger Aschenkegel aus den Fluten ragen.

Als eine dritte Ursache von Veränderungen der Küstenlinie erkennen wir die langsamen Schaukelbewegungen des Bodens, die im Zusammenhang mit dem unterirdischen Aufsteigen und Hinabsinken des vulkanischen Magmas lange Küstenstreifen bald über den Meeresspiegel, bald unter denselben verlagerten. Die Säulen des Serapeum von Pozzuoli, die man so lange als eine seltsame Ausnahme betrachten mußte, fügen sich nach den Untersuchungen von Günther¹ in eine Reihe verwandter Erscheinungen. In der Zeit der höchsten Blüte der griechischen Kolonie ragten auch die Vulkane der phlegräischen Felder am höchsten (etwa 7 m höher als jetzt) über das Meer empor, und als die klassische Blütezeit ihr Ende erreichte, da sanken auch die Küsten unter den Wasserspiegel. Vom Mittelalter läßt sich der Tiefstand der Küstenlinie im XVI. Jahrhundert bis auf 6 m unter dem heutigen Strand nachweisen, dann erfolgten neue Hebungen, die wahrscheinlich die Eruption des Monte nuovo vorbereiteten und im XVII. Jahrhundert 4 m über den heutigen Wasserspiegel reichten. Seitdem dringt abermals das Meer tief in das Land hinein, so daß heute mehrere Straßen am Hafen von Pozzuoli schon etwa $\frac{1}{2}$ m tief unter Wasser stehen und alle benachbarten Keller mit Seewasser erfüllt sind.

Wenn sich so der Meeresspiegel noch jetzt ändert, dann erscheint es möglich auch die unter dem Wasser verborgenen Reliefformen mit den Bergen der Küste zu vergleichen und zu prüfen, wie weit das festländische Relief unter den Meeresspiegel hinab verfolgt werden kann.

An den unter der Leitung von G. B. Magnaghi² in den Jahren 1883 bis 1886 ausgeführten Lotungen nahm ich im Frühjahr 1885 teil, als Leutnant A. Colombo kommandiert wurde, um die Gestalt der von den Fangschiffen der Zoologischen Station zu Neapel allwöchentlich besuchten Untiefen (= Secca) genau aufzunehmen. Mein leider so früh verstorbener Mitarbeiter hat die Resultate seiner dann bis zum Schluß des Jahres 1885 fortgesetzten

¹ Günther, Contributions to study of Earth-Movement in the bay of Naples. Oxford 1903.

² G. B. Magnaghi, Golfo di Napoli Blatt Nr. 127.

Lotungen und Dredgungen in einer Monographie¹ veröffentlicht, während ich eine geologische Übersicht der Bodengestalt in meiner Arbeit »I vulcani sottomarini del golfo di Napoli«² gab.

Das Becken von Neapel zeigt zwischen dem Posillip und der Halbinsel von Sorrent eine verhältnismäßig einfache Gestalt. Langsam sinkt der Meeresgrund von der Küste bis zu einer Tiefe von etwa 200 m hinab, so daß Colombo mit Recht den Teil des Golfes östlich der Linie Gajola-Capri als die »regelmäßige Hälfte« bezeichnen konnte. Nur zwei Stellen sind es, die unsere Aufmerksamkeit in höherem Maße beanspruchen. Zunächst erhebt sich ungefähr im Mittelpunkt des Kreissegmentes, das durch die Küste vom Castel d'Uovo bis Capo di Posillipo bezeichnet wird, über den 70—80 m tiefen Grund eine Felsenklippe, auf der nur 48 m Wasser gelotet werden. Es ist

die *Secca di Chiaia*.

Sie bildet eine von Südosten nach Nordwesten etwa 180 m lange und etwa 60 m breite Untiefe, deren Grund fast durchweg aus festem, unverschiebbarem Material besteht, so daß man mit der Dredge auf ihr überhaupt nicht arbeiten kann und auch das Lot nur Teile des organischen Überzuges mit heraufbringt. Dieser besteht³ aus ungemein formenreichen Kolonien von Kalkalgen, Bryozoen, Hydroiden, Spongien und anderen fest-sitzenden Organismen, zwischen denen eine mannigfaltige Fauna von kriechenden Tieren lebt. Wenn das große Standnetz (Tartanella) eine Nacht über der Secca di Chiaia aufgestellt war, dann sind seine Maschen erfüllt mit bunt gefärbten Pflanzen und Tieren aller Art.

Die isolierte Lage dieser felsigen Klippe inmitten einer schlammbedeckten, fast ebenen Umgebung, nahe einer vulkanischen Küste, von welcher die Meeresbrandung die Felsen des Castel d'Uovo, den stark verkleinerten Krater von Nisida und die untertauchenden Klippen der Gajola abgetrennt hat, macht es mehr als wahrscheinlich, daß wir in der Secca di Chiaia den letzten Abrasionsrest eines alten Vulkans zu sehen haben, der mit den Eruptionen des gelben Tuffes in Beziehung stand.

¹ A. Colombo, La fauna sottomarina del golfo di Napoli. Rivista maritima 1887.

² J. Walther, Bollettino del Comitato Geologico 1886, Nr. 9. — Vgl. auch J. Walther und P. Schirlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Berlin 1886 S. 300.

³ J. Walther, Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. Berlin 1885 S. 229.

Die zweite Anomalie in dem regelmäßigen Schüsselbau des östlichen Golfes ist eine etwa 8 km lange Rinne, welche fast genau in der Fortsetzung des M. Sant' Angelo von Südosten nach Nordwesten streicht und ziemlich rasch von 140 auf 160 m Tiefe absinkt. Ich nenne sie zu Ehren meines Mitarbeiters den

Colombograben (*fossa di Colombo*),

denn sie bildet ein überaus merkwürdiges Element in der Gestalt des von ihm durchloteten Meeresgrundes. Ihre Richtung kann durch die Nähe des Vesuvkegels ebensowenig wie durch die Gestalt der phlegräischen Felder erklärt werden. Vielmehr deutet ihr geradliniger Verlauf darauf hin, daß sie in engen Beziehungen zu der tektonischen Senkung steht, welche am Südwestfuß des M. Sant' Angelo die gewaltige Steilwand und die Ebene von Vico Equense erzeugte.

Aus der überaus langsamen Abdachung, mit der die Halbinsel von Sorrent gegen Westen nach der Bocca piccola und weit hinaus jenseits Capri bis zur Tiefe von etwa 180 m absinkt, geht deutlich hervor, daß hier der Untergrund des Golfes von nur schwach geneigten und wenig gestörten Schichtentafeln gebildet wird. Dann aber treten wir in ein Gebiet ein, in dem der Einfluß der Vulkane im Norden und der tektonischen Störungen in der Fortsetzung von Capri eine seltsame Rolle spielen und die Gestalt des Meeresgrundes in eindrucksvoller Weise beeinflussen.

Betrachten wir zunächst die Nordhälfte des Golfes zwischen dem Posillip und Ischia, deren Küste, wie wir gesehen haben, überall durch die Abrasionsformen von vulkanischen Aschenkegeln bestimmt wird, die alle Phasen der langsamen Zerstörungen durch das Meer verfolgen lassen. Indem wir hier von der Küste mit ihren nur noch zur Hälfte oder zum kleineren Teil erhaltenen Vulkanbergen gegen die vom Wasser verhüllten Bodenformen vordringen, sehen wir bald, daß Nisida und Capo Miseno nicht die letzten Vulkane sein können, welche dereinst in diesem Gebiete tätig waren. Vielmehr erkennen wir, daß sich über den langsam gegen Süden absinkenden Meeresgrund etwa sieben kleinere und größere Untiefen erheben, welche zum Teil noch jetzt durch ihre Gestalt erkennen lassen, daß sie die letzten Überreste einstiger Vulkanberge sind, welche im Laufe langer Jahrtausende der Abrasion der Wellen zum Opfer fielen.

Der felsige Grund, der südlich der Klippe von Gajola als

Secca di Gajola

von den Fischern der Zoologischen Station viel besucht wird, ist allerdings topographisch zu wenig scharf umschrieben, um als besonderer Vulkanrest angesprochen zu werden; aber südlich von Nisida erhebt sich ein rundliches Plateau von 73 m Wassertiefe wie eine Bastion über den bis 120 m abfallenden Seegrund, die

Secca di Nisida

und im Osten befindet sich sogar eine 200 m tiefe, gewundene Rinne, die als die

Steige (Ammontatura)

den neapolitanischen Fischern wohlbekannt ist, weil aus dieser tiefen Senke oftmals die Cephalopoden, Krebse und Fische größerer Meerestiefen emporsteigen. Südlich davon ist der Meeresgrund als ein breites, 120—100 m tiefes Tal gestaltet, und dann steigt wiederum ein ungefähr elliptisches Plateau bis 50 und 42 m Wassertiefe empor. Es ist die

Secca di Benda Palummo,

die wir noch ausführlich zu schildern haben. Soviel ich erfahren konnte, rührt der Name Palummo (neapolitanisch = colombo) davon her, daß die Fischer vor langen Jahren eine antike Bronzetaube im Netz mit heraufbrachten, die vielleicht bei einem Schiffbruch hinuntergefallen war. Für den Namen Benda (-Binde) konnte ich keine Deutung erfahren. Um einen kürzeren Ausdruck zu haben, bezeichne ich diese Secca künftighin als die Taubenbank.

In ähnlicher Weise, wie die Secca di Nisida der gleichnamigen Insel vorgelagert ist, so erhebt sich vor dem Vulkanrest von Miseno aus der Tiefe von 100—90 m die

Secca di Miseno

bis zu einer Wassertiefe von 33—26 m empor und verknüpft die Taubenbank mit den benachbarten Vulkanresten von Procida.

Auch südlich der Taubenbank, kurz bevor der Meeresgrund zu 500 m Tiefe absinkt, ist eine Untiefe, die aus 130—140 m bis zu 101 m Wassertiefe aufsteigt und mit einer westlich davon gelegenen, weit hervorragenden

den Bastion als die südlichste Grenze der untermeerischen Vulkanruinen angesprochen werden darf.

Im Süden von Vivara steigt aus der Tiefe von 100—80 m ein kleines Klippengebiet (La Catena) empor, dann folgt nördlich die Formica genannte Bank, und endlich in der Straße von Procida die Torrione-Bank; vor die Südküste von Ischia lagert sich sodann die fast kreisrunde

Secca d' Ischia,

welche, rings von 80 m tiefem Wasser umgeben, bei einem Durchmesser von 1 km überall etwa 30—27 m Wassertiefe zeigt.

Nachdem wir so die vulkanischen Formationen der phlegräischen Felder in der Nachbarschaft von Nisida, Miseno, Procida und Ischia bis zu einem Küstenabstand von 10 km in die Bodengestalt der nördlichen Golfhälfte verfolgen konnten, wenden wir unser Augenmerk der Bocca grande zu, die zwischen Capri und Ischia den Golf von Neapel mit den Tiefen des Tyrrenischen Meeres verbindet.

Während Ischia und die phlegräischen Vulkane in den Vulkanen der Ponzainseln ihre westliche Fortsetzung finden, hören bekanntlich südlich des Vesuvs längs der ganzen Küste bis zu den Liparen die vulkanischen Essen völlig auf, und mit Recht weist di Lorenzo darauf hin, daß die zahlreichen Vulkane im Golf von Neapel aus einer synklinal gebogenen Mulde emporsteigen, während der Antiklinalbau des Nachbargolfes von Salerno keinerlei Spuren¹ vulkanischer Tätigkeit erkennen läßt.

Um so größer sind hier die tektonischen Senkungsfelder, und die Regionen der Tiefsee treten so nahe an die Südküste von Capri heran, daß hier in 2 km Küstenabstand schon Tiefen von 1000 m gelotet werden. Der Böschungswinkel des Meeresgrundes beträgt also hier durchschnittlich 45°. In diesem sowohl bionomisch wie lithologisch so überaus interessanten Grenzgebiet hat in den Jahren 1900—1903 Friedrich Krupp zusammen mit S. Lobianco seine wichtigen Tiefseeuntersuchungen angestellt. Ich bezeichne daher das über 1000 m tiefe Becken südlich von Capri als die

Krupp-Tiefe.

¹ Die Augite, welche in dem Muschelsand zwischen den Sireneninseln (Galli) so häufig sind, stammen jedenfalls aus einem bis dahin reichendem Aschenregen des Vesuv.

Langsam senkt sich die Tafel des M. Solaro gegen Westen und Nordwesten bis zu einer Tiefe von etwa 200 m. Dann rücken die Isobathen dicht aneinander und senken sich zu einer aus der Krupptiefe von Südwesten nach Nordosten streichenden Rinne, welche zunächst als eine sich verschmälernde Furche mehr als 1000 m tief gegen Nordosten läuft, dann durch eine Brücke von 750 m Wassertiefe unterbrochen wird, um sich jenseits derselben in einer bis 932 m hinabreichenden Übertiefung, den ich als den

Brunnen

bezeichne, fortzusetzen. Dann gabelt sich die Rinne. Ihre Haupttiefe biegt nach Nordwesten um, wendet sich am Fuß der vulkanischen Secchen mit auffällender Geradlinigkeit wieder gegen Nordosten, umkreist die Taubenbank und endet in der vorhin schon erwähnten Steige (Ammontatura) an der Secca di Nisida. Diese lange, gewundene Rinne ist für den Tierreichtum des Golfes von Neapel von der allergrößten Bedeutung; denn die aus der dunklen Tiefsee bei Nacht emporsteigenden Tiere werden durch die in die Bocca grande mit besonderer Macht eindringenden Scirocco-stürme gegen den inneren Golf getrieben, und so füllt sich am Südfuß der Taubenbank das große Planktonnetz selbst in 100 m Tiefe noch mit den Bewohnern der Tiefsee. Bei der großen Bedeutung, welche diese Furche für die Arbeiten der Zoologischen Station hat, nenne ich sie nach deren Begründer:

Anton-Dohrn-Graben.

Nordwestlich des Dohrngrabens steigt der Meeresgrund ebenso steil wieder empor und erhebt sich zu einem von Südwesten bis Nordosten etwa 15 km langen und etwa 5 km breiten Plateau, dessen Oberfläche bis 134 m Wassertiefe emporsteigt, aber durchschnittlich 230 m tief liegt. Die Erforschung der Lebewelt und der Sedimente dieses fast von allen Seiten von Tiefsee umgebenen Sockels verspricht überaus interessante Ergebnisse. Ich nenne das Gebiet nach dem leider so früh der Wissenschaft entrissenen Konservator der Zoologischen Station

Lobianco-Platte.

Im Südwesten derselben öffnet sich abermals ein gewaltiges über 1000 m tiefes Abyssalgebiet, das 1886 mit Rücksicht auf Fauna und Lebensverhältnisse von meinem Freunde C. Chun durchforscht wurde und das ich daher als die

Chun-Tiefe

bezeichne.

Wie aus der Krupptiefe der Dohrngraben nach Nordosten dringt, so entwickelt sich aus der Chuntiefe ein zweiter Graben, der die Lobiancoplatte mit steilen Böschungen fast geradlinig begrenzt und nur durch drei merkwürdige Übertiefungen ausgebuchtet wird, während von Norden her der breite Vulkansockel von Ischia mit weit vorragenden Bastionen seine breite Senke gliedert. Ich glaube seine letzte nach Nordwesten gerichtete Fortsetzung in dem seltsamen kleinen Übertiefungsgebiet zwischen der Secca d' Ischia und der Taubenbank erblicken zu dürfen. Zur Erinnerung an den ausgezeichneten Erforscher des Golfes bezeichne ich diese Furche als den

Magnaghi-Graben.

Das Relief der eben geschilderten Bodenformen zeigt so viele Beziehungen zu dem Streichen und Fallen der aufragenden und gesenkten Streifen sowie den Platten der Sorrentiner Halbinsel und der Insel Capri, unterscheidet sich andererseits so grundsätzlich von den oben geschilderten Bodenformen längs der vulkanischen Nordküste, daß ich in der vom Dohrngraben und Maniaghigraben begrenzten Lobiancoplatte große Schollen des Apenninkalkes erblicken zu dürfen glaube, welche bei der tektonischen Anlage des kampanischen Golfes in die Tiefe sanken.

3. Die natürliche Lage der Taubenbank.

Wenn die Taubenbank seit langen Zeiten für die Fischer von Neapel als vielbesuchter Fischereigrund und seit Gründung der Zoologischen Station wegen ihrer Fauna auch für zahllose wissenschaftliche Arbeiten eine so große Bedeutung gewonnen hat, so liegt dies an einer Reihe von hydrographischen und bionomischen Umständen, welche zusammenwirken, um das reiche Tierleben dieser Untiefe zu bedingen.

Gegenüber den anderen Abrasionsresten einstiger Vulkane ist die Taubenbank zunächst durch ihre Größe ausgezeichnet. Nur die Secca d' Ischia hat ähnliche Dimensionen, aber diese liegt dem Lande so nahe, daß sie bei Stürmen leicht von dem aufgewühlten, trüben Wasser des Küstensaums bespült wird. Nach einem mehrere Tage anhaltenden Scirocco, der mit seinen brandenden Wellen überall den Boden der Seichtwasserzone aufgewühlt hatte, beobachtete ich auf der Fahrt zur Taubenbank, daß das trübe

Wasser, das in breitem Saum die Küste des Posillip begleitete, schon in einem Küstenabstand von 2 km südlich der Gajola rasch wieder dem reinen blauen Wasser des äußeren Golfes Platz machte.

Der zweite günstige Umstand liegt darin, daß die Taubenbank im Südosten und Nordosten vom Dohrgraben umzogen wird, so daß sie sich hier aus einem Gebiet erhebt, das von 450 m Wassertiefe bis zu 200 m nur langsam aufsteigt, dann aber rasch in den ausgedehnten Sockel übergeht, der bei einer durchschnittlichen Tiefe von 120 m den Unterbau der Secca bildet.

Auf diesem erhebt sich die eigentliche Bank als ein zweigipfliger Rücken, der in der Mitte nur 150 m breit ist, sich nach Süden bis auf 50 m Wassertiefe erhebt, am Nordende aber, gegen Nordwest umbiegend, einen bis 45 m Wassertiefe aufragenden Kamm bildet.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß die Taubenbank ein stark denudierter Vulkan ist, kann man ihre Gestalt etwa aus der Form des Capo Miseno erklären, das nach di Lorenzo ebenfalls dem schmalen Mittelstreifen eines wenn auch viel kleineren Vulkans entspricht, dessen östlicher und westlicher Rand durch die in die Bocca grande hineindringenden Strömungen fortgewaschen wurde.

Der Boden des Golfes wird mit Ausnahme der sandbedeckten Küstenzone von einem sehr feinkörnigen grauen Schlamm bedeckt, der augenscheinlich aus den Tuffen der älteren und den Aschen der jüngeren Vulkane durch mechanisches Schlämmen und chemische Zersetzung entstanden ist. Allmähliche Übergänge vermitteln zwischen dem feinkörnigen aber festen Sandboden nahe der Küste und dem sahnartigen feinen »Fango« der Tiefen unterhalb 50—100 m.

Auch an der Taubenbank beobachten wir ähnliche Verhältnisse. Nur daß hier die Quelle des Sandes nicht in der 4 km entfernten Küste zu suchen ist, sondern in den Tuffelsen und Laven, aus deren Zerstörung die Secca entstanden ist. So kommt es, daß wir auf der Höhe der Taubenbank, besonders auf dem Sattel zwischen den beiden Gipfeln, einen verhältnismäßig festen Sandboden finden, zwischen dem augenscheinlich überall kleine und große Klippenregionen aufragen. Die Existenz solcher Klippen wird zunächst bewiesen durch die nicht seltenen Fälle, wo bei unseren Lotungen die mit Talg ausgestrichene Vertiefung am Unterende des schweren Bleilotes den deutlichen Abdruck eines harten unbeweglichen Körpers zeigte. Auf meiner

Sedimentkarte sind solche Stellen durch eine besondere Signatur bezeichnet. Dann aber durch die an manchen Stellen auf der Taubenbank in so reicher Entfaltung wachsenden Spongien, Gorgoniden und Hydrozoen. Eine Antipathes oder Pteroides von Meterlänge braucht jedenfalls lange Jahrzehnte zu solchem Wachstum und muß während dieser ganzen Zeit auf einem Untergrund angeheftet sein, der sich auch bei den stärksten Stürmen nicht bewegen kann.

Von der Festigkeit mancher Stellen an der Oberfläche der Taubenbank konnte ich mich auch jetzt wieder überzeugen, wenn die schwere Eisendredge sich entweder in den Klippen des Untergrundes verfangen hatte, so daß sie nur durch eine Änderung des Kurses wieder freizumachen war, oder wenn die Dredge nach einem Zug von 20—50 m Länge völlig leer an Bord kam. Es ist begreiflich, daß man aus diesem Grunde vermeidet, gerade auf den felsenerreicheren Teilen der Taubenbank zu dredgen und hier lieber die Tartanella hinabläßt, in deren langsam dahingleitenden Falten sich alle die mit zackigen und rauhen Hartgebilden versehenen Tiere des Bodens fangen.

Von diesen nach Zahl und Ausdehnung schwer zu bestimmenden Felsen und dem aus ihrer Verwitterung entstehenden Mineralsand wird nun mitten in dem mit breiartigem Schlamm bedeckten Gebiet ein fester Untergrund geschaffen für die Ansiedlung von zahllosen Organismen, welche in ihren Lebensgewohnheiten an eine unverschiebbare Unterlage angepaßt sind, aber durch Trübung des Wassers leiden.

Es gibt kaum eine Stelle im ganzen Golfgebiet, die dem geologisch geschulten Beobachter die Bedeutung der Fazies des Untergrundes für die Verteilung der Organismenwelt so klar und anschaulich vor Augen führt wie die Taubenbank mit ihrem so überreichen Pflanzen- und Tierleben inmitten des lebensarmen Schlammgebietes.

Aber zu den angeführten Umständen tritt als im hohen Maße lebensfördernd die Tatsache hinzu, daß sich die Taubenbank mit größeren Flächen bis auf 65 m und in zwei getrennten Rücken sogar bis 50 und 45 m Wassertiefe aus dem dunklen Abgrund in lichte Zonen des Wassers erhebt.

Von allen Faktoren, welche lebenerhaltend und lebensfördernd auf dem Lande wie im Meere wirken, steht das Sonnenlicht an erster Stelle. Wir wissen, daß selbst das reinste Seewasser eine starke Absorption auf die eindringenden Lichtstrahlen ausübt; in einer Tiefe von 2 m ist schon die

Hälfte aller roten Sonnenstrahlen ausgelöscht, und je nach dem Stand der Sonne und der Klarheit des Wassers beginnt in einer Tiefe von 2—400 m die »aphotische« Region¹ der Tiefsee.

Bei seinen Studien über die Verteilung des Plankton in den größeren Tiefen des Golfes fand Lobianco², daß man vier Arten planktonischer Organismen unterscheiden müsse, welche scharf umschriebene Lebensgenossenschaften bilden, die sich im offenen Meer übereinanderschichten. Zu oberst lebt in der lichtreichen Region von 0—30 m das Phaoplankton, das hauptsächlich aus kleinen Algen und Diatomeen und mancherlei Tierformen besteht. Darunter beobachten wir die Dämmerungszone des Meeres in Tiefen von 30—500 m, in der sich das viel formenreichere Knephoplankton aufhält. In dieser Zone schwimmen besonders die Scharen der meroplanktonischen Larven des bodenbewohnenden Benthos, die für die Ernährung vieler anderer Meerestiere eine so wichtige Rolle spielen. Unterhalb 500 m beginnt endlich das völlig aphotische Gebiet der Tiefsee, das wiederum seine eigenartige Fauna des Skotoplankton enthält. Neben diesen zonar geordneten Faunen, die in ihrer Verteilung durch den Wechsel von Tag und Nacht, durch Strömungen und Windstau vielfach beeinflusst werden, gibt es noch eine Anzahl schwebender Tiere, welche Lobianco als Pantoplankton³ unterschied, weil er sie in allen Tiefen lebend antraf. Es gehören hierzu besonders die auch geologisch so wichtigen planktonischen Foraminiferen (*Globigerina*, *Orbulina*, *Pulvinulina*), die man früher vielfach als Tiefseeorganismen angesprochen hat, weil ihre Schalen gerade in den größten Meerestiefen so häufig und so weit verbreitet sind. Die methodischen Schließnetzzüge von Krupp und Lobianco südlich von Capri haben bewiesen, daß gerade diese pamplanktonischen Formen in ihrem Leben an keine bestimmte Wassertiefe gebunden sind.

Was für die schwebenden Organismen des Meeres gilt, das gilt noch in viel höherem Maße für das Benthos des Meeresgrundes. Auch alle bodenbewohnenden Tiere und noch mehr die Pflanzen zeigen sich in strenger Abhängigkeit vom Lichte verteilt. Die Lebensarmut des weichen Schlammes in der Umgebung der Taubenbank ist nicht allein durch die

¹ Walther, Bionomie d. Meeres S. 35.

² Lobianco, Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel 1909, Heft 4, S. 524.

³ Häcker hat neuerdings (Wissensch. Ergebn. d. D. Tiefseexped. Bd. 14, 1908, S. 537) dafür den Ausdruck »Pamplankton« gesetzt.

Verschiebbarkeit des Untergrundes, sondern in viel höherem Maße durch die Lichtarmut des darüber stehenden Wassers bedingt. Die Taubenbank aber ragt aus der aphotischen Tiefe des Dohrgrabens und der Dämmerungszone ihres Sockels mit ihrer Oberkante bis in die lichtreichen Oberschichten hinein, und so konnten sich hier jene zahlreichen Algen ansiedeln, welche die Dredge in so reicher Fülle zutage bringt und deren spröde Ästchen auch das Bleilot so oft abbrach, daß ich auf Grund dieser Funde die Verteilung der geschlossenen Florideengebiete auf meiner Karte darzustellen versuchen konnte.

Bekanntlich zeigen auch die Algen des Meeres im allgemeinen eine sehr deutlich gegliederte Zonenverteilung nach der Lichtmenge. Die braunen und grünen Algen bewohnen vorwiegend die flachen Gründe bis zu 20 m. Dann werden die schon hier vorhandenen Rotalgen immer zahlreicher, und wenn das Netz von den Algengründen der Taubenbank oder der Gajola heraufkommt, dann wird das ganze Deck überrollt von den leuchtend hellroten oder violetten warzigen Knollen der Lithothamnien. Dazwischen bemerken wir die zierlich gegliederten Astbüschel der Korallinen und die prächtig rosaroten wie aus feinstem Porzellan gefügten Blattschirme der Lithophyllen.

Überraschend war mir, daß auf der Taubenbank die dunkelgrünen, wie ein Gingoblatt geformten Thallen von *Udothea Desfontaini* und die prall mit Wasser erfüllten grünen Kugeln der *Vallonia macrophysa* ziemlich häufig sind, daß also für diese nur mit Chlorophyll versehenen Algen das durch 50 m Wasser stark absorbierte Sonnenlicht zur Assimilation ausreichte.

Welche Bedeutung dieses reiche Pflanzenleben für die auf dem festen Untergrund der Secca lebenden Tiere besitzt, bedarf weiter keiner Ausführung.

Für den Wasseraustausch innerhalb des Golfes kommt hauptsächlich die Bocca grande zwischen Ischia und Capri in Frage, denn nur hier kann der Südweststurm die hoch aufgetürmten Wogen des offenen Meeres in ihrer ganzen Breite bis in den inneren Golf hineintreiben. Aber langanhaltender Sturm setzt nicht allein die Oberflächenschicht des Meeres in eine gleichsinnige Bewegung, sondern überträgt diese auch durch Reibung auf immer tiefer liegende Wasserschichten. Nun haben wir gesehen, daß die über 1000 m tiefe Krupptiefe und die ebensoweit hinabreichende Chuntiefe ungefähr in der Mitte der Bocca grande durch die langgestreckte

Lobiancoplatte getrennt werden, an deren Flanken der Dohrngraben und der Magnaghigraben mit ihren Ausläufern bis an den Fuß der Taubenbank dringen und diese von drei Seiten umkreisen. In diesen Flutrinnen werden mit dem nach dem inneren Golf hineingetriebenen Tiefenwasser auch die Millionen von planktonischen Tieren bis an den Rand der Taubenbank herangetragen, und es wird dadurch eine unerschöpfliche Nahrungsquelle für die fest-sitzenden Tiere auf derselben geboten.

So vereinigen sich eine Anzahl ganz verschiedenartiger Ursachen, um die Oberfläche einer alten Vulkanruine mit reichblühendem Leben zu überziehen.

4. Die Fauna der Taubenbank.

Auf Grund seiner umfassenden Kenntnisse der Lebensverhältnisse aller Meerestiere im Golf von Neapel hat mein Freund Prof. Dr. Lobianco noch kurz vor seinem Tode die folgende Liste mit mir zusammengestellt, welche in übersichtlicher Weise die Lebewelt der Taubenbank und der sie umgebenden Schlammregion überschauen läßt:

Fauna des Fango:	Fauna der Taubenbank:
—	<i>Porifera.</i>
—	<i>Aplysina aërophoba</i> Ndo.
—	<i>Axinella foveolaria</i> Ndo.
—	<i>Axinella polypoides</i> O. S.
—	<i>Axinella verrucosa</i> Esp.
—	<i>Cacospongia cavernosa</i> O. S.
—	<i>Cacospongia mollior</i> O. S.
—	<i>Chondrilla nucula</i> O. S.
—	<i>Chondrosia reniformis</i> Ndo.
—	<i>Clathria coralloides</i> O. S.
—	<i>Corticium candelabrum</i> O. S.
—	<i>Euspongia officinalis</i> L.
—	<i>Halisarca Dujardini</i> Johnst.
—	<i>Hircinia variabilis</i> O. S.
—	<i>Leucosolenia clathrus</i> O. S.
—	<i>Lieberkühnia calyx</i> Ndo.
—	<i>Oculina polystomella</i> O. S.
—	<i>Reniera cratera</i> O. S.
* <i>Rhizaxinella pyrifer</i> D. Ch. ¹	—

¹ Die mit * bezeichneten Arten leben nur auf Steinchen und anderen Fremdkörpern, die im Schlamm verteilt vorkommen.

—	<i>Schmidtia dura</i> Ndo.
—	<i>Siphonochalina coriacea</i> O. S.
—	<i>Spongelia pallescens</i> O. S.
—	<i>Suberites domuncula</i> Olivi.
—	<i>Sycon elegans</i> Bwk.
—	<i>Tethya lyncurium</i> Auct.
* <i>Thenca muricata</i> Bwk.	—
	<i>Ute glabra</i> O. S.

Von 42 beschriebenen Spongien leben 24 auf der Secca und nur 2 Arten bewohnen den Schlammgrund. Diese finden sich auch hier nur an Steinchen und Schlacken, die mitten im weichen Grund eine festere Anheftungsstelle bieten.

Anthozoa.

—	<i>Adamsia palliata</i> Bohd.
—	<i>Adamsia Rondeletii</i> D. Ch.
—	<i>Alcyonium acaule</i> Marion
—	<i>Alcyonium coralloides</i> Pall.
—	<i>Alcyonium palmatum</i> Pall.
—	<i>Antipathes aenea</i> Koch
* <i>Antipathes subpinnata</i> Ellis	—
* <i>Caryophyllia cyathus?</i>	<i>Caryophyllia cyathus</i> Lmx.
—	<i>Cladactis Costae</i> Panc.
—	<i>Corallium rubrum</i> Lam.
* <i>Dendrophyllia ramea</i> M. Edw.	—
<i>Funiculina quadrangularis</i> D. Ch.	—
—	<i>Gorgonella sarmentosa</i> Val.
—	<i>Gorgonia verrucosa</i> Pall.
* <i>Isidella elongata</i> Esp.	—
<i>Kophobelemnon Leuckartii</i> Koell.	—
—	<i>Muricea chamaeleon</i> Koch
—	<i>Palythoa arenacea</i> D. Ch.
—	<i>Palythoa axinellae</i> O. S.
—	<i>Paralcyonium elegans</i> M. Edw.
<i>Pennatula phosphorea</i> L.	<i>Pennatula phosphorea</i> L.
<i>Pennatula rubra</i> Ellis	<i>Pennatula rubra</i> Ellis
—	<i>Pteroides spinulosus</i> Herkl.
—	<i>Sagartia Dohrnii</i> Koch
<i>Veretillum pusillum</i> Phil.	—

Unter 44 Anthozoen sind 16 auf der Secca heimisch, nur die beiden *Pennatula* finden sich zugleich auf Schlammgrund. Im weichen Schlamm vermögen sich dagegen *Funiculina*, *Kophobelemnon* und *Veretillum* zu fixieren.

Funiculina wächst an manchen Stellen in dichtgedrängten Rasen. Auf Steinen im Schlamm befestigen sich *Anthipates*, *Caryophyllia*, *Dendrophyllia*, *Isidella*. *Caryophyllia* siedelt sich auch gern auf leeren Dentaliumröhren an.

Hydromedusae.

<i>Aglaophenia myriophyllum</i>	<i>Aglaophenia myriophyllum</i> Lamx.
<i>Antennularia antennina</i>	<i>Antennularia antennina</i> Flem.
—	<i>Antennularia ramosa</i> Lam.
—	<i>Plumularia spec.</i>
—	<i>Podocoryne carnea</i> Sars
—	<i>Sertularella polyzonias</i> L.
<i>Monocaulus sp.</i>	—

Aglaophenia und *Antennularia* bewohnen sowohl die Secca wie den Schlamm, *Monocaulus* nur diesen.

Crinoidea.

<i>Antedon phalangium</i> Marion	—
—	<i>Antedon rosacea</i> Norman

Es ist sehr bemerkenswert, daß die beiden einander so ähnlichen Antedonarten ganz verschiedene Fazies bewohnen. *A. rosacea* sitzt auf den roten Lithothamnienknoten so häufig, daß oft mit einem Dredgezug mehrere Dutzende gefangen werden. *A. phalangium* lebt nur auf Schlamm, allerdings besonders da, wo er ziemlich fest liegt. Nachdem ich im Südosten der Taubenbank die Dredge über die glatte Oberfläche des Schlammbodens etwa 20 m lang gezogen hatte, fanden sich darin 12 *A. phalangium* und 2 Kolonien von *Polycyclus Renieri*, aber kein Sediment. Erst mit Hilfe des Zinkeimers konnte ich den ziemlich harten Schlamm gewinnen.

Asteroidea.

<i>Amphiura Chiajei</i> Forbes	—
—	<i>Astereopsis capreensis</i> Gasco
—	<i>Asterias glacialis</i> O. F. M.
<i>Astropecten aurantiacus</i> Gray	<i>Astropecten aurantiacus</i> Gray
—	<i>Astropecten pentacanthus</i> Müll. Tr.
<i>Astropecten subinermis</i> Müll. Tr.	—
—	<i>Chaetaster longipes</i> Müll. Tr.
<i>Echinaster sepositus</i> Müll. Tr.	<i>Echinaster sepositus</i> Müll. Tr.
<i>Luidia ciliaris</i> Gray	<i>Luidia ciliaris</i> Gray
—	<i>Ophidiaster attenuatus</i> Gray
---	<i>Ophioderma longicauda</i> Müll. Tr.

<i>Ophioglypha lacertosa</i> Lyman	<i>Ophioglypha lacertosa</i> Lyman
—	<i>Ophiomyxa pentagona</i> Müll. Tr.
—	<i>Ophiopsila aranea</i> Forbes
—	<i>Ophiothrix echinata</i> Müll. Tr.
<i>Palmipes membranaceus</i> Ag.	<i>Palmipes membranaceus</i> Ag.

Von 28 Seesternen leben 14 auf der Secca und 7 auf Schlamm. *Amphiura Chiajei* und *Astropecten subinermis* bewohnen nur Schlammgrund, 5 Arten sind beiden Fazies gemeinsam.

Echinoidea.

—	<i>Centrostephanus longispinus</i> Peters
—	<i>Dorocidaris papillata</i> Ag.
—	<i>Echinocardium flavescens</i> Ag.
<i>Echinocyamus pusillus</i> Gray	<i>Echinocyamus pusillus</i> Gray
—	<i>Echinus acutus</i> Lam.
—	<i>Echinus melo</i> Lam.
<i>Schizaster canalifer</i> Ag.	—
<i>Spatangus purpureus</i> Leske	—
—	<i>Sphaerechinus granularis</i> Ag.

Die regulären Seeigel leben fast alle auf der Secca, dagegen sind die Herzigel Schlammbewohner. Der kleine *Echinocyamus pusillus* lebt auf beiden Fazies.

Holothurioidea.

—	<i>Cucumaria Plancii</i> Brdt.
<i>Cucumaria tergestina</i> Sars	<i>Cucumaria tergestina</i> Sars
—	<i>Holothuria Poli</i> D. Ch.
<i>Holothuria tubulosa</i> Gml.	<i>Holothuria tubulosa</i> Gml.
<i>Phyllophorus granulatus</i> Grube	—
<i>Stichopus regalis</i> Sel.	<i>Stichopus regalis</i> Sel.
<i>Synapta digitata</i> J. Müll.	—
<i>Synapta inhaerens</i> D. Koren	—
<i>Thyone aurantiaca</i> Mrzl.	—

Holothurien sind auf der Secca ungemein häufig; sie kriechen in solcher Zahl auf sandigen Stellen zwischen dem Algengebiete umher, daß ein Dredgezug allein 18 Stück *Holothuria Forskalii* heraufbrachte. *Phyllophorus*, *Synapta* und *Thyone* leben auf Schlamm.

Polycladidea.

—	<i>Eurylepta cornuta</i> Ehrbg.
—	<i>Leptoplana Alcinoi</i> O. S.

Nemertina.

—	<i>Amphiporus pulcher</i> M. Int.
<i>Carinella annulata</i> M. Int.	<i>Carinella annulata</i> M. Int.
<i>Cerebratulus marginatus</i> Ren.	—
—	<i>Cerebratulus purpureus</i> Hbcht.
—	<i>Cerebratulus urticans</i> Hbcht.
—	<i>Drepanophorus rubrostriatus</i> Hbcht.
—	<i>Drepanophorus serraticollis</i> Hbcht.
—	<i>Eupolia curta</i> Hbcht.
—	<i>Lineus geniculatus</i> D. Ch.

Gephyrei.

<i>Aspidosiphon Mülleri</i> Dies.	<i>Aspidosiphon Mülleri</i> Dies.
—	<i>Bonellia fuliginosa</i> Rol.
<i>Phascolosoma</i> sp.	—
<i>Sipunculus nudus</i> L.	—

Annulata.

<i>Aphrodite aculeata</i> L.	<i>Aphrodite aculeata</i> L.
<i>Dasybranchus caducus</i> Grube	—
—	<i>Dasybranchus gajolae</i> Eisig
—	<i>Eunice gigantea</i> D. Ch.
—	<i>Eunice siciliensis</i> Grube
<i>Hermione hystrix</i> Sav.	<i>Hermione hystrix</i> Sav.
—	<i>Myzostoma cirriferum</i> Leuck.
—	<i>Myzostoma glabrum</i> Leuck.
—	<i>Onuphis tubicola</i> Muell.
—	<i>Ophiodromus flexuosus</i> Clap.
—	<i>Petta pusilla</i> Mlmg.
—	<i>Polynoe astericola</i> Clp.
<i>Polyodontes maxillosus</i> Ren.	—
—	<i>Pontogenia chrysocoma</i> Baird.
—	<i>Protula intestinum</i> Lam.
—	<i>Sabella pavonia</i> Sav.
—	<i>Salmacina aedificatrix</i> Clp.
—	<i>Staurocephalus rubrovittatus</i> Grube
<i>Sternaspis thalassemoides</i> Otto	—
—	<i>Syllis spongicola</i> Grube
<i>Terebellides Stroemii</i> Sars.	—
—	<i>Thelepus cincinnatus</i> Fabr.

Aphrodite aculeata und *Sternaspis* gehören zu den häufigsten Bewohnern des Schlammes, obwohl die erstere auch auf der Secca gefunden wird.

Sie gräbt sich durch schaufelnde Bewegungen rasch und geschickt in den Schlamm ein und wühlt darin lange Gänge. Weniger häufige Schlammtiere sind *Dasybranchus caducus*, *Hermione hystrix* und *Polyodontes maxillosus*.

Bryozoa.

—	<i>Bugula turbinata</i> Alder
—	<i>Cellepora pumicosa</i> L.
—	<i>Discoporella complanata</i> Menegh.
—	<i>Eschara cervicornis</i> Pall.
—	<i>Eschara foliacea</i> Ellis.
—	<i>Flustra carbacea</i> Ellis.
—	<i>Flustra truncata</i> L.
—	<i>Fron dipora verrucosa</i> Lamx.
—	<i>Hornera lichenoides</i> L.
—	<i>Lepralia</i> sp.
—	<i>Loxosoma tethyae</i> Salensky.
—	<i>Membranipora pilosa</i> L.
—	<i>Myriozoum truncatum</i> Ehrbg.
—	<i>Retepora cellulosa</i> L.
—	<i>Salicornaria farciminoidea</i> Johnst.
—	<i>Scrupocellaria scruposa</i> Ben.

Von den 23 Bryozoenarten des Golfes kommen 17 auf der Secca vor, keine einzige lebt auf Schlammgebiet. Die Bryozoen bilden ausgedehnte Rasen, besonders *Eschara cervicornis* und *E. foliacea*, während die andern Arten gesellig leben und in buntem Gemisch die Dredge erfüllen.

Cirripedia.

—	<i>Alepas minuta</i> Phil.
—	<i>Dichelaspis Darwinii</i> Fil.
—	<i>Parthenopea subterranea</i> Kossm.
—	<i>Peltoaster socialis</i> F. Müll.
—	<i>Scalpellum vulgare</i> Leach.

Copepoda.

—	<i>Lichomolgus pteroidis</i> D. Valle.
—	<i>Notodelphys prasina</i> Thor.
—	<i>Notopterophorus elatus</i> Costa.

Stomatopoda.

—	<i>Squilla Cerisii</i> Roux.	—
<i>Squilla eusebia</i> Risso.		—
<i>Squilla mantis</i> Rond.		—

Ein typisches Schlammtier ist besonders *Squ. mantis*. Sie gräbt sich Wohnröhren mit zwei gegenüber liegenden Mündungen, aus denen nur ihre Augen und Antennenspitzen hervorschauen. Wie ich in meinem Bassin mehrfach beobachtete, werden diese Röhren durch die Bewegungen des unruhigen Tieres, das von ihnen aus auf vorbeiziehende Krebse jagt, nach wenigen Tagen wieder zerstört, so daß die *Squ.* sich immer wieder eine neue Röhre graben muß. So wühlt sie in überaus gründlicher Weise den Schlamm bis zu 15 cm Tiefe um.

Macrura.

<i>Alpheus ruber</i> M. Edw.	<i>Alpheus ruber</i> M. Edw.
—	<i>Athanas nitescens</i> Leach.
<i>Chlorotocus gracilipes</i> M. Edw.	<i>Chlorotocus gracilipes</i> M. Edw.
<i>Crangon cataphractus</i> M. Edw.	<i>Crangon cataphractus</i> M. Edw.
—	<i>Crangon spinosus</i> Leach.
—	<i>Eupagurus angulatus</i> Hell.
—	<i>Eupagurus Lucasii</i> Hell.
—	<i>Eupagurus meticulosus</i> Hell.
<i>Eupagurus Prideauxii</i> Hell.	<i>Eupagurus Prideauxii</i> Hell.
—	<i>Galathea strigosa</i> Fabr.
—	<i>Homarus vulgaris</i> M. Edw.
—	<i>Lysmata seticaudata</i> Risso.
—	<i>Munida rugosa</i> Leach.
<i>Nephrops norvegicus</i> Leach.	—
—	<i>Paguristes maculatus</i> Hell.
—	<i>Pagurus callidus</i> Risso.
—	<i>Pagurus striatus</i> Latr.
—	<i>Palinurus vulgaris</i> Latr.
—	<i>Pandalus heterocarpus</i> Costa.
—	<i>Pandalus narwal</i> M. Edw.
<i>Peneus membranaceus</i> Hell.	<i>Peneus membranaceus</i> Hell.
<i>Peneus siphonoceros</i> Phil.	<i>Peneus siphonoceros</i> Phil.
—	<i>Pontonia phalusiae</i> Marion.
—	<i>Scyllarus latus</i> Latr.
—	<i>Stenopus spinosus</i> Risso.

Die meisten Macruren unternehmen als nektonische Tiere ausgedehnte Wanderungen, daher kommen viele Arten auf der Secca ebenso wie auf dem benachbarten Schlammgebiet vor.

Brachyura.

—	<i>Achaeus Cranchii</i> Leach.
—	<i>Cymopolia Caronii</i> Roux.
<i>Dorippe lanata</i> Bosc.	<i>Dorippe lanata</i> Bosc.

—	<i>Dromia vulgaris</i> M. Edw.
—	<i>Ebalia</i> sp.
—	<i>Ethusa mascarone</i> Roux.
—	<i>Eurynome aspera</i> Leach.
<i>Gonoplax rhomboides</i> Lamk.	—
<i>Homola Cuvierii</i> Roux.	—
—	<i>Homola spinifrons</i> Leach.
—	<i>Inachus thoracicus</i> Roux.
—	<i>Lambrus massena</i> Roux.
—	<i>Lambrus mediterraneus</i> Roux.
—	<i>Latreillia elegans</i> Roux.
—	<i>Lissa chiragra</i> Leach.
—	<i>Maja squinado</i> Bosc.
—	<i>Maja verrucosa</i> M. Edw.
—	<i>Pisa armata</i> Latr.
—	<i>Portunus corrugatus</i> Leach.
—	<i>Portunus depurator</i> Leach.
—	<i>Portunus longipes</i> Risso.

Von 50 Krabben sind 19 Arten auf der Secca endemisch, *Dorippe* bewohnt auch den Schlamm. Auf die schlammige Fazies ist neben *Gonoplax* besonders *Homola Cuvierii* beschränkt, sie gräbt sich unter der Schlammoberfläche ein, doch zeigen zahlreiche Spuren auf derselben, daß sie auch über ihn wandert.

Amphipoda.

—	<i>Dexamine gibbosa</i> Bate.
—	<i>Ichnopus taurus</i> Costa.
—	<i>Maera grossimana</i> Leach.
—	<i>Pseudoprotella phasma</i> Mont.

Isopoda.

—	<i>Aega</i> sp.
<i>Anceus</i> sp.	<i>Anceus</i> sp.
—	<i>Anilocra mediterranea</i> Leach.
—	<i>Cirolana hirtipes</i> M. Edw.
—	<i>Conilera cylindracea</i> White.
—	<i>Cymothoa</i> sp.
—	<i>Nerocila</i> sp.

Pantopoda.

—	<i>Ammothea franciscana</i> Dohrn.
—	<i>Ammothea Langii</i> Dohrn.
—	<i>Clotenia conirostris</i> Dohrn.
—	<i>Phoxichilus charybdaeus</i> Dohrn.

Lamellibranchiata.

—	<i>Anomia ephippium</i> L.
—	<i>Arca diluvii</i> Lam.
—	<i>Arca lactea</i> L.
—	<i>Arca tetragona</i> Poli.
—	<i>Avicula hirundo</i> L.
—	<i>Cardita aculeata</i> Phil.
—	<i>Cardita calyculata</i> L.
—	<i>Cardium echinatum</i> L.
—	<i>Cardium erinaceum</i> L.
—	<i>Cardium oblongum</i> Chemn.
—	<i>Cardium papillosum</i> Poli.
—	<i>Cardium paucicostatum</i> Sow.
<i>Circe minima</i> Mont.	<i>Circe minima</i> Mont.
<i>Corbula gibba</i> Olivi	—
—	<i>Gastrochaena dubia</i> Penn.
—	<i>Isocardia cor</i> L.
<i>Leda commutata</i> Phil.	—
—	<i>Lima subauricula</i> Mont.
<i>Lucina reticulata</i> Poli.	—
—	<i>Modiolaria marmorata</i> Forb.
<i>Neaera costellata</i> Desh.	<i>Neaera costellata</i> Desh.
<i>Neaera rostrata</i> Spgr.	<i>Neaera rostrata</i> Spgr.
<i>Nucula nucleus</i> L.	<i>Nucula nucleus</i> L.
—	<i>Ostrea cochlear</i> Poli.
—	<i>Pecten flexuosus</i> Poli.
—	<i>Pecten glaber</i> L.
—	<i>Pecten hyalinus</i> Poli.
—	<i>Pecten jacobaeus</i> L.
—	<i>Pecten inflexus</i> Poli.
—	<i>Pecten opercularis</i> L.
—	<i>Pecten pes Felis</i> L.
—	<i>Pecten pusio</i> L.
—	<i>Pecten Testae</i> Bivona
—	<i>Pecten varius</i> L.
—	<i>Pectunculus bimaculatus</i> Poli.
<i>Poromya granulata</i> Nyst.	<i>Poromya granulata</i> Nyst.
—	<i>Psammobia faröensis</i> Chemn.
—	<i>Tellina balaustina</i> L.
—	<i>Venerupis irus</i> L.
—	<i>Venus offessa</i> Bivona.
<i>Venus fasciata</i> Don.	—
—	<i>Venus gallina</i> L.
—	<i>Venus verrucosa</i> L.

Von den 105 Muschelarten des Golfes leben etwa 65 auf dem Sande des flachen Wassers. Besonders die Arten von *Cytherea*, *Donax*, *Lima*, *Mactra*, *Modiola*, *Ostrea*, *Pinna*, *Psammobia*, *Solen*, *Tapes* und *Tellina* sind hier un-
gemein häufig. Auf der Secca leben dagegen 40 Arten mit meist bunter und schön verzierter Schale. *Arca* befestigt sich mit ihrem Byssus zwischen den Algen, *Avicula* sitzt meist auf Hydroidpolypen, große *Cardium* graben sich in den Muschelsand zur Hälfte ein und *Pecten* flattert bald im Wasser, bald fixiert sie sich vorübergehend mit einigen Byssusfäden.

Echte Schlammbewohner sind nur wenige kleine, unscheinbare Formen, wie *Circe minima*, *Corbula gibba*, *Leda commutata*, *Lucina reticulata* und *Venus fasciata*.

Sandiger Untergrund ist der bevorzugte Boden für die zahlreichen Muscheln, welche sich im Sande so weit vergraben, daß nur die paarigen Syphonen als kleine gefranzte Löcher an der Oberfläche des Sandes erscheinen.

Überraschend ist es, wie geschwind sich Muscheltiere eingraben, wenn man sie in ein Bassin mit Sandboden bringt. Ich setzte in eines meiner Bassins, dessen Boden mit feinem Mineralsand aus 20 m Meerestiefe 12 cm hoch bedeckt war, etwa 100 Exemplare nach Art und Größe ganz verschiedener Muscheln, und schon nach der ersten Nacht waren die meisten derselben so weit im Sand vergraben, daß nur noch ein Teil der Schale herausschaute. Nach wenigen Tagen waren nur noch diejenigen Exemplare zu sehen, die beim Eingraben zufällig auf ein im Sand verborgenes Rhizom von *Posidonia*, die ich in das Bassin gepflanzt hatte, gestoßen waren.

Im Laufe der folgenden Wochen, wo das Bassin täglich unter meinen Augen stand, bekam ich keines dieser Tiere wieder zu sehen, und nur, wenn ich einmal die Wasserzirkulation für einen Tag unterbrach, so daß empfindlichere Formen an Sauerstoffmangel litten, kamen sie ängstlich zur Oberfläche.

Auch kranke, sterbende Tiere stiegen regelmäßig empor, und da sich in dem Bassin keine Krebse befanden, die als Gesundheitspolizei die Leichen verzehrten, so siedelten sich sofort Schleier von Bakterien darauf an und verwandelten das Muschelfleisch in einen fadenziehenden Schleim, der sich bei Bewegung des Wassers in diesem rasch verteilte und nun augenscheinlich als Nahrung für andere Tiere dienen konnte.

Auf diesem von Muscheln bewohnten Sand leben zahlreiche Krebse. Ihren weichen Hinterleib in einer leeren Schneckenschale verbergend, spazieren Hunderte von Paguriden über den Boden und suchen nach jeder Leiche, jedem kranken oder ungeschützten Tier, um es sofort von allen Seiten anzunagen. Geschickt nach vorwärts, rückwärts und seitwärts spazierend, treiben sich dazwischen die Scharen der Brachyuren umher, und ihre starken Scheren bilden eine wirksame Angriffswaffe. Daneben sehen wir die langschwänzigen Macruren vorsichtig tastend umhersteigen und mit ihren feinfühligem Antennen überall nach Beute spähen. Die wichtigste Nahrung aller dieser Krebstiere sind die im Sande verborgenen Muscheln. Das um die Columella fest gefügte Schneckenhaus vermögen sie schwerer aufzubrechen, und auch lebende Echinodermen sind durch ihre Stachelhaut gegen die Angriffe der Krebscheren geschützt, aber jedes kränkelige Tier wird rasch ihre Beute, wobei sie aus den Hartgebilden den weitverbreiteten Muschelsand erzeugen.

Gasteropoda.

—	<i>Aplysia punctata</i> Cuv.
—	<i>Calyptraea chinensis</i> L.
—	<i>Capulus hungaricus</i> L.
<i>Cassidaria echinophora</i> L.	<i>Cassidaria echinophora</i> L.
<i>Cassis sulcosa</i> Brug.	<i>Cassis sulcosa</i> Brug.
—	<i>Cerithium conicum</i> Blv.
—	<i>Cerithium mediterraneum</i> Desh.
—	<i>Cerithium reticulatum</i> Costa.
—	<i>Cerithium scabrum</i> Olivi.
—	<i>Cerithium vulgatum</i> Brug.
<i>Chenopus pes pelecani</i> L.	<i>Chenopus pes pelecani</i> L.
—	<i>Chiton discrepans</i> Brown.
—	<i>Chromodoris elegans</i> Cantr.
—	<i>Chromodoris gracilis</i> Iherg.
—	<i>Chromodoris villafranca</i> Risso.
—	<i>Clanculus cruciatus</i> L.
—	<i>Columbella scripta</i> L.
—	<i>Coralliophila Meyendorffi</i> Calc.
—	<i>Crepidula unguiformis</i> L.
—	<i>Cypraea lurida</i> L.
—	<i>Cypraea pyrum</i> Gml.
—	<i>Defrancia gracilis</i> Phil.
<i>Dentalium entalis</i> L.	<i>Dentalium entalis</i> L.
<i>Dentalium tarentinum</i> Lam.	—

—	<i>Dolium galea</i> L.
<i>Doridium membranaceum</i> Meckel.	—
—	<i>Doris tuberculata</i> Cuv.
—	<i>Emarginula elongata</i> Costa.
—	<i>Eulima polia</i> L.
—	<i>Euthria cornea</i> L.
—	<i>Fissurella graeca</i> L.
—	<i>Fusus rostratus</i> Olivi.
—	<i>Gastropteron Meckelii</i> Kosse.
—	<i>Marionia quadrilatera</i> Schultz.
—	<i>Marsenia</i> sp.
—	<i>Mitra ebenus</i> L.
—	<i>Mitra tricolor</i> Gml.
—	<i>Mitrella scripta</i> L.
—	<i>Murex brandaris</i> L.
—	<i>Nassa limata</i> Chemn.
—	<i>Natica hebraea</i> Martyn.
—	<i>Natica intricata</i> Don.
—	<i>Natica millepunctata</i> Lam.
<i>Notarchus neapolitanus</i> D. Ch.	—
<i>Oscanius tuberculatus</i> D. Ch.	<i>Oscanius tuberculatus</i> D. Ch.
—	<i>Ovula carnea</i> Poir.
<i>Philine aperta</i> L.	—
<i>Pleurobranchaea Meckelii</i> Leue.	<i>Pleurobranchaea Meckelii</i> Leue.
<i>Pleurophyllidia lineata</i> L.	—
—	<i>Scalaria communis</i> L.
(<i>Scaphander lignarius</i> L.)	<i>Scaphander lignarius</i> L.
<i>Tethys leporina</i> Gml.	<i>Tethys leporina</i> Gml.
—	<i>Triforis perversa</i> L.
—	<i>Tritonia tethydea</i> D. Ch.
—	<i>Tritonium corrugatum</i> Blv.
—	<i>Tritonium nodiferum</i> Lam.
—	<i>Tritonium parthenopeum</i> Gub.
—	<i>Trochus conulus</i> L.
<i>Trochus granulatus</i> L.	<i>Trochus granulatus</i> L.
—	<i>Trochus magus</i> L.
—	<i>Trochus zizyphinus</i> L.
—	<i>Turbo rugosus</i> L.
—	<i>Turbo sanguineus</i> L.
<i>Turritella communis</i> Risso.	<i>Turritella communis</i> Risso.
<i>Turritella triplicata</i> Br.	<i>Turritella triplicata</i> Br.
<i>Umbrella mediterranea</i> Lam.	<i>Umbrella mediterranea</i> Lam.
—	<i>Vermetus gigas</i> Phil.

Von 138 Schnecken sind 62 Bewohner der Secca, nur 12 Arten leben gleichzeitig auf dem Schlamm. Dagegen finden sich nur hier *Dentalium*

tarentinum, *Notarchus neapolitanus*, *Pleurophyllidia lineata* und besonders *Philine aperta*.

Chenopus pes pelecani, *Philine aperta*, *Scaphander lignarius*, *Tethys leporina*, *Trochus granulatus*, *Turritella communis* und *T. triplicata* sind häufig im ganzen Schlammgebiet ebenso wie auf der Secca.

Cephalopoda.

<i>Eledone Aldrovandi</i> D. Ch.	<i>Eledone Aldrovandi</i> D. Ch.
<i>Eledone moschata</i> Lam.	<i>Eledone moschata</i> Lam.
<i>Illex Coindetii</i> Ver.	<i>Illex Coindetii</i> Ver.
<i>Loligo Marmorae</i> Ver.	—
—	<i>Loligo vulgaris</i> Lam.
<i>Octopus Salutii</i> Ver.	—
—	<i>Octopus vulgaris</i> Lam.
<i>Rossia macrosoma</i> F. Orb.	—
<i>Scaeurus tetracirrus</i> D. Ch.	—
(<i>Scaeurus uniccirrus</i> D. Ch.)	—
<i>Sepia biserialis</i> Ver.	<i>Sepia biserialis</i> Ver.
<i>Sepia elegans</i> Blv.	<i>Sepia elegans</i> Blv.
<i>Sepia officinalis</i> L.	—
<i>Sepioloa Rondeletii</i> F. Orb.	<i>Sepioloa Rondeletii</i> F. Orb.
<i>Todaropsis Veranii</i> Gir.	—

Obwohl die Cephalopoden als nektonische Tiere leicht von einer Region zur anderen wandern könnten, so sind doch auch sie teilweise in ihrer Verbreitung durch die Beschaffenheit des Untergrundes begrenzt. Überall finden sich *Eledone*, *Sepia* und *Sepioloa*. Nur auf dem festen Untergrund der Secca leben *Loligo vulgaris* und *Octopus vulgaris*, während nur auf Schlammgrund *Loligo Marmorae*, *Octopus Salutii*, *Rossia*, *Scaeurus* und *Todaropsis* gefunden werden.

Brachiopoda.

—	<i>Argiope cuneata</i> Risso.
—	<i>Argiope neapolitana</i> Scacchi.
—	<i>Crania anomala</i> O. F. M.
—	<i>Megerlea truncata</i> L.
* <i>Terebratula vitrea</i> Lam.	—
—	<i>Terebratulina caput serpentis</i> L.

Die kleineren Brachiopodenarten leben auf der Secca, wo sie leicht in den Höhlungen des Algenkalks ihre Schlupfwinkel finden. *Terebratula vitrea* aber setzt sich auf Fremdkörpern im Schlamm fest. Ich hielt mehrere

Exemplare wochenlang in einem Glasgefäß am Leben. Wenn man das Wasser aufwühlte, verschlossen sie ihre Schalen, die sonst etwas klaffend geöffnet sind.

Ascidiae compositae.

—	<i>Botrylloides Gascoi</i> D. V.
—	<i>Diazona violacea</i> Sav.
—	<i>Distaplia magnilarva</i> D. Valle.
—	<i>Leptoclinum candidum</i> D. Valle.
	<i>Leptoclinum maculosum</i> M. Edw.
* <i>Polycyclus Renieri</i> L.	<i>Polycyclus Renieri</i> L.

Ascidiae simplices.

* <i>Ascidia cristata</i> Risso	<i>Ascidia cristata</i> Risso.
* <i>Ascidia mamillata</i> Cuv.	<i>Ascidia mamillata</i> Cuv.
* <i>Ascidia mentula</i> O. F. M.	<i>Ascidia mentula</i> O. F. M.
—	<i>Corella parallelogramma</i> O. F. M.
—	<i>Cynthia microcosmus</i> Cuv.
—	<i>Cynthia papillosa</i> L.
—	<i>Polycarpa glomerata</i> Alder.
—	<i>Rhosoma callense</i> L. Duth.
—	<i>Rhopalea neapolitana</i> Phil.

Nur 4 Ascidien bewohnen den Fango, angeheftet auf toten Fremdkörpern.

Pisces.

—	<i>Acantholabrus Pallonii</i> C. V.
—	<i>Anthias sacer</i> Bl.
<i>Arnoglossus Grohmannii</i> Bp.	—
<i>Arnoglossus laterna</i> Walb.	—
<i>Callionymus maculatus</i> Raf.	—
<i>Capros aper</i> Lac.	<i>Capros aper</i> Lac.
<i>Centriscus scolopax</i> L.	—
<i>Cepola rubescens</i> L.	<i>Cepola rubescens</i> L.
<i>Chimaera monstrosa</i> L.	—
<i>Chlorophthalmus Agassizii</i> Bp.	—
<i>Citharus linguatula</i> L.	—
<i>Conger vulgaris</i> Cuv.	<i>Conger vulgaris</i> Cuv.
—	<i>Coris Giofredi</i> Risso.
—	<i>Coris julis</i> L.
—	<i>Dentex macrophthalmus</i> C. V.
—	<i>Fierasfer acus</i> Brünn.
<i>Gadiculus argenteus</i> Vaill.	<i>Gadiculus argenteus</i> Vaill.
—	<i>Gadus poutassou</i> Risso.
<i>Gobius jozo</i> L.	—

<i>Gobius Lesueurii</i> Risso.	<i>Gobius Lesueurii</i> Risso.
<i>Gobius minutus</i> L.	<i>Gobius minutus</i> L.
<i>Gobius quadrimaculatus</i> C.V.	—
—	<i>Labrus bimaculatus</i> L.
<i>Laeviraja oxyrhynchus</i> L.	—
<i>Lophius budegassa</i> Spin.	<i>Lophius budegassa</i> Spin.
<i>Lophius piscatorius</i> L.	<i>Lophius piscatorius</i> L.
—	<i>Merluccius vulgaris</i> Flem.
—	<i>Mullus barbatus</i> L.
—	<i>Mullus surmuletus</i> L.
—	<i>Muraena helena</i> L.
<i>Myrus vulgaris</i> Kp.	—
<i>Ophisurus serpens</i> L.	—
—	<i>Pagellus acarne</i> Cuv.
—	<i>Pagellus erythrinus</i> Cuv.
—	<i>Pagrus vulgaris</i> Cuv.
<i>Peristedion cataphractum</i> C.V.	—
—	<i>Phycis blennioides</i> Bl. Sehn.
—	<i>Phycis mediterranea</i> Delar.
<i>Plagusia picta</i> Costa.	—
<i>Pristiurus melanostomus</i> Raf.	—
<i>Raja clavata</i> L.	<i>Raja clavata</i> L.
<i>Raja miraletus</i> L.	<i>Raja miraletus</i> L.
<i>Rhinobatus Columnae</i> Bp.	—
<i>Saurus lacerta</i> C.V.	—
<i>Scorpaena scrofa</i> L.	<i>Scorpaena scrofa</i> L.
—	<i>Scorpaena ustulata</i> Lowe.
<i>Scyllium canicula</i> L.	<i>Scyllium canicula</i> L.
—	<i>Scyllium stellare</i> L.
<i>Sebastes imperialis</i> C.V.	<i>Sebastes imperialis</i> C.V.
—	<i>Serranus cabrilla</i> L.
—	<i>Serranus hepatus</i> L.
—	<i>Smaris vulgaris</i> C.V.
<i>Solea impar</i> Benn.	—
<i>Solea lutea</i> Risso.	—
<i>Solea ocellata</i> L.	<i>Solea ocellata</i> L.
—	<i>Solea variegata</i> Donovan.
<i>Sphagebranchus coecus</i> L.	—
<i>Sphagebranchus imberbis</i> Delar.	—
—	<i>Syngnathus acus</i> Mich.
<i>Torpedo marmorata</i> Risso.	—
<i>Torpedo ocellata</i> Raf.	—
<i>Trachinus draco</i> L.	—
<i>Trachinus radiatus</i> C.V.	—
<i>Trachinus vipera</i> Cuv.	—
<i>Trachurus trachurus</i> Cast.	<i>Trachurus trachurus</i> Cast.

—	<i>Trigla aspera</i> Rond.
<i>Trigla corax</i> Bp.	<i>Trigla corax</i> Bp.
<i>Trigla cuculus</i> L.	<i>Trigla cuculus</i> L.
<i>Trigla lineata</i> L.	<i>Trigla lineata</i> L.
—	<i>Trigla lyra</i> L.
—	<i>Trigla obscura</i> L.
—	<i>Uraleptus Maraldii</i> Risso.
<i>Uranoscopus scaber</i> L.	<i>Uranoscopus scaber</i> L.
—	<i>Zeus faber</i> L.

Von den etwa 186 Fischarten des Golfes werden 48 Arten vorwiegend auf der Secca gefangen. Ihnen stehen 25 reine Schlammbewohner gegenüber, und etwa 20 Arten wandern von einem Gebiet zum anderen. *Arnoglossus*, *Chimaera*, *Myrus*, *Peristedion*, *Pristiurus*, *Torpedo* und *Trachinus* sind besonders bezeichnende Bewohner des Schlammgrundes.

Aus den vorstehend aufgezählten Formen ergibt sich, daß von den ungefähr 1120 Tierarten, welche bisher aus dem Golf von Neapel beschrieben und häufiger gefangen worden sind, etwa 360 Arten auf der Taubenbank leben, also etwa $\frac{1}{3}$ der Gesamtfauna. Auf dem umgebenden Schlamm leben 142 Arten, 10 davon nur auf den im Schlamm eingesenkten Fremdkörpern, 70 sind auch auf der Taubenbank gefunden worden, und so bleiben nur 62 Tierarten, also $\frac{1}{20}$ der gesamten Fauna, als spezifische Schlammbewohner.

Die Faunenlisten werden besonders interessant, wenn man diejenigen Formen herausnimmt, die so feste Hartgebilde besitzen, daß sie als Leitfossilien in Frage kommen:

Schlamm:	Taubenbank:
—	Zahlreiche Foraminiferen
<i>Caryophyllia cyathus</i>	<i>Caryophyllia cyathus</i>
<i>Antedon phalangium</i>	—
—	<i>Antedon rosacea</i>
<i>Echinocyamus pusillus</i>	<i>Echinocyamus pusillus</i>
<i>Schizaster canalifer</i>	—
<i>Spatangus purpureus</i>	—
—	Zahlreiche (16) Bryozoen
—	<i>Squilla Cerisii</i>
<i>Squilla eusebia</i>	—
<i>Squilla mantis</i>	—
6 Macruren	Zahlreiche (24) Macruren
<i>Nephrops norvegicus</i>	—

—	Zahlreiche (19) Brachyuren
<i>Dorippe lanata</i>	—
<i>Gonoplax rhomboides</i>	—
<i>Homola Cuvierii</i>	—
<i>Anceus</i> sp.	<i>Anceus</i> sp.
—	Zahlreiche Muscheln (105 sp.)
<i>Circe minima</i>	<i>Circe minima</i>
<i>Corbula gibba</i>	—
<i>Leda commutata</i>	—
<i>Lucina reticulata</i>	—
<i>Venus fasciata</i>	—
12 sp.	Zahlreiche Schnecken (135 sp.)
<i>Chenopus pes pelecani</i>	—
<i>Dentalium tarentinum</i>	—
<i>Doridium membranaceum</i>	—
<i>Philine aperta</i>	—
—	5 Brachyopoden
<i>Terebratulula vitrea</i>	—

Beide Faunen würden sich also geologisch so verhalten, daß die Hartgebilde von 45 Tieren im Schlamm erhalten bleiben, während dagegen 310 Arten nur im Kalksand der Taubenbank auftreten und von 500 nahe beieinander lebenden Formen nur 14 Arten beiden Fazies gemeinsam sind, also als Leitfossilien in Frage kämen.

5. Die Sedimente der Taubenbank.

Obwohl ich bei meinen verschiedenen Dredgexkursionen immer wieder versuchte, auch einmal ein Stück des den Kern der Secca bildenden Gesteins zu gewinnen, so scheiterten doch diese Bemühungen an der Besorgnis, hierbei das Schleppnetz zu verlieren. Auch eine genauere mikroskopische Untersuchungen der kleinen, stark zersetzten Mineralbestandteile im Sand auf dem Rücken der Secca versprach nach dem Urteil des besten Kenners der phlegräischen Vulkane di Lorenzo keine Möglichkeit, um die Entstehungszeit der Taubenbank in eine der eingangs geschilderten Eruptionsperioden einzuordnen. Denn die leuzitführenden Aschen des Vesuvs sind auch bei dem letzten Ausbruch nicht so weit nach Westen getragen worden, und die petrographische Zusammensetzung der Tuffe und Laven der beiden älteren Ausbruchperioden ist nach di Lorenzo so ähnlich, daß eine Altersbestimmung auf mikroskopischem Wege ausgeschlossen erscheint.

Bei Betrachtung meiner im Jahre 1885 aufgenommenen Karte ergibt sich deutlich, daß von den Höhen der Taubenbank nach allen Seiten ein Strom von Mineralsand gegen die mit feinstem Schlamm bedeckte Tiefe hinabgleitet, und wenn auch zahlreiche Übergänge zwischen Sand und Schlamm existieren, die sich im einzelnen kaum korrekt darstellen lassen, so können wir doch sagen, daß der klippenreiche Felsen- grund der Secca zunächst von einem sandigen Mantel umkleidet wird, aus dem, wie es scheint, in regelloser Verteilung einzelne feste Klippen noch aufragen.

Angelockt durch die auf der Secca so reich angesiedelte Algenflora, welche direkt und ebenso indirekt durch Vermittlung kleinerer Pflanzen- fresser eine unglaubliche Fülle von beweglichen Bodentieren, freischwimmen- den Krebsen und Fischen ernährt, erscheint die ganze Oberfläche der Secca wie eine reichbelebte Oase, die sich farbenreich über die umgebende Schlammwüste erhebt.

Obwohl man zunächst vermuten möchte, daß die Zusammensetzung dieser Fauna nach Gattungen, Arten und Individuenzahl nur in geringen Grenzen sich ändern könne, so haben doch die phänologischen Beobach- tungen von Lobianco und anderen seit Jahrzehnten an der Zoologischen Station tätigen Naturforschern immer deutlicher gezeigt, daß unter dem Einfluß bekannter und unbekannter Ursachen früher ungemein häufige Tierformen fast völlig verschwinden können oder seltene Formen plötzlich in großer Häufigkeit auftreten. Wir werden diese Fragen, über die ich auch eigene Beobachtungen anstellen konnte, im nächsten Abschnitt ge- sondert behandeln.

Jedenfalls dürfen wir auch die Lebewelt der Taubenbank nicht als eine scharf zu umgrenzende, unveränderliche Tiergenossenschaft betrachten, sondern als eine durch zahlreiche bionomische Umstände beherrschte und mit diesen sich beständig ändernde Gruppe.

Wenn wir die verschiedenen Abarten des auf der Secca verbreiteten Sandes betrachten, so fällt uns zunächst auf, daß der ursprünglich dunkel- graue Mineralsand besonders in den Höhenregionen der Secca durch Bei- mengung kleiner Kalkstückchen oft eine helle Farbe annimmt und sich bald rascher, bald langsamer in einen feinen Kalksand verwandelt, der wesentlich aus zerbrochenen Kalkalgen und Schaltierresten besteht. Meine Karte zeigt, daß nahezu die Hälfte der Seccaoberfläche mit diesem »Muschel-

sand^c bedeckt ist. Die Korngröße der Kalkfragmente schwankt ebenso sehr wie ihr Umriß, und ich habe schon früher¹ darauf hingewiesen, daß dieser Kalksand wesentlich durch die Tätigkeit von muschelknackenden Krebsen und Fischen mit breiten Kauzähnen entsteht. Da diese Ansicht mehrfach bestritten und die ältere Ansicht, daß solche Kalksande durch die Brandung entstanden, mir wieder entgegengesetzt wurde, benutzte ich die Zeit meines Aufenthalts an der Zoologischen Station, um diese Frage durch ein überzeugendes Experiment zu entscheiden:

In einem meiner mit zirkulierendem Seewasser gefüllten Bassins hielt ich vier Exemplare von *Palinurus vulgaris* mit einer Körperlänge von 12 bis 18 cm. (Ich wählte absichtlich eine Krebsart, welche keine Scheren besitzt, denn daß scherentragende Makruren und Brachyuren ihre kräftigen Zangen in sehr geschickter Weise ebenso gebrauchen wie die Langusten ihre dornbesetzten Gehfüße, kann man in den Aquarien der Zoologischen Station täglich beobachten.)

Zunächst wurden in das sonst völlig leere Bassin 830 Exemplare etwa haselnußgroßer *Venus gallina* geschüttet, und schon nach drei Tagen war keine einzige ganze Muschel mehr zu sehen. Sämtliche Schalen waren in größere und kleinere scharfkantige Stücke zerbrochen und selbst die letzten Reste des Körpers und Mantels daraus entfernt. Nachdem sich die Langusten mit dieser auf eine mehrtägige Fastenzeit folgenden Mahlzeit gesättigt hatten, erhielten sie am 3. April 450 verschiedenartige Muscheln (*Venus, Donax, Cardium, Mactra*) von 10 bis 15 mm Durchmesser mit einem Gesamtgewicht von 580 g. Nach 12 Tagen, am 15. April, waren sämtliche Muscheln zerbrochen, so daß auf jede Languste täglich etwa 10 Muscheln kamen, und der aus dem Bassin gesammelte Muschelsand, der keinerlei Fleischreste mehr enthielt, hatte ein Gewicht von 280 g. Da meine Krebse nicht besonders hungrig waren und verhältnismäßig kleine Exemplare darstellten, während nicht selten 50 cm lange *Palinurus* auf der Taubenbank gefangen werden und neben diesen Riesen Hunderttausende von scherentragenden Makruren und Brachyuren auf der Secca leben und Schaltiere fressen, kann man sich eine Vorstellung machen, welche staunenswerte Massen von Muschelsand an jedem Tag und in jedem Jahr erzeugt werden. Denn jeder meiner Versuchskrebse brauchte im Jahr 3500 Muscheln

¹ J. Walther, Lithogenesis der Gegenwart, S. 890.

und erzeugte daraus Muschelsand, der durch die Bewegungen der Tiere wie des Wassers schichtförmig ausgebreitet wird.

So mischten sich dem Mineralsand, in dem die Mehrzahl jener Muscheln eingesenkt lebt, die zerbrochenen Kalkalgen und der durch die räuberischen Krebse erzeugte Kalksand bei, und es ist kein Wunder, daß er gerade auf der Höhe der Taubenbank so weit verbreitet erscheint.

Unter den festsitzenden Tieren, deren Zahl nach der oben angeführten Faunenliste so beträchtlich ist, verdienen vom geologischen Standpunkt die Bryozoen eine gesonderte Betrachtung. Denn wenn auch die auf meiner Karte als Bryozoenrasen eingetragenen Gebiete vielleicht kein vollständiges Bild der Verbreitung dieser kalkabscheidenden Organismen geben und diese, wie wir noch zeigen werden, in den letzten 25 Jahren eine etwas andere geworden ist, so zeigten mir doch einzelne glückliche Dredgezüge, daß auf der Taubenbank heute wie damals wohlgesonderte Bryozoenrasen existieren, die in beträchtlicher Ausdehnung von den dichtgedrängten zarten Zweigen der bunten Kolonien bewachsen sind.

Bei den Dredgezügen in den Jahren 1883—1885 fanden wir auf dem Nordgipfel der Secca an dem auf der Karte dementsprechend bezeichneten Südwestabfall so individuenreiche Ansiedelungen von *Eschara cervicornis*, daß die Dredge mit den zarten orangegelben Ästen ganz gefüllt erschien. An einer anderen Stelle, die ich nicht mehr lokalisieren kann, kam die Dredge herauf, und enthielt nur die bleichen abgestorbenen Äste von *Eschara foliacea*. Man konnte schon aus dieser Beobachtung schließen, daß das Leben der Bryozoenrasen durch bestimmte Umstände gefördert, durch andere gehemmt wurde, so daß ihre Kolonien bald hier, bald dort gedeihen, um endlich wieder abzusterben. Bei den Dredgefahrten, welche Hr. Dr. Dohrn diesmal vor meiner Ankunft unternahm, um eines meiner Bassins mit Bryozoenmaterial zu füllen, war alles Suchen nach diesem Sediment vergeblich. Aber im Laufe meines Aufenthalts hatte ich dann zweimal das Glück, an Stellen, wo ich es nach meiner Karte vom Jahre 1885 nicht vermuten konnte, ein ungemein reiches Bryozoenleben zu finden, so daß das große Netz ganz mit lebenden und abgestorbenen Ästen gefüllt heraufkam.

Die verbreitetsten Formen waren auch diesmal *Eschara cervicornis* und *Eschara foliacea*, deren zarte Äste von ihrer Unterlage so leicht abbrechen, daß ich keine Beobachtungen über ihr Substrat machen konnte. Auf-

fallend waren manche zu einem weitmaschigen Netzwerk verschmolzene Äste von *Eschara foliacea*, die zahlreiche verheilte Bruchflächen erkennen ließen. *Fron dipora* bildet schöne Trichter, *Myriozoum* kräftige Stämmchen, und bunte, vielverästelte Bäumchen von anderen Gattungen sitzen auf Kalkalgenknollen so fest, daß diese mit den Bryozoen erbeutet wurden.

Das interessanteste Sediment, welches sich gegenwärtig auf der Taubenbank bildet, entsteht aber durch die Anhäufung der kalkabscheidenden Algen, welche in ziemlich regelloser Verteilung, aber vorwiegend auf den höchsten Teilen der Secca, gedeihen. In einer besonderen Arbeit¹ habe ich die geologische Bedeutung dieser Ablagerungen geschildert, wobei ich mich nicht allein auf die Taubenbank, sondern auch auf den als »Secca di Gajola« bezeichneten tierreichen Fischgrund, 25 m tief, zwischen den Abrasionsklippen am Süden des Posillip bezog. Während dort hauptsächlich das *Lithothamnium racemus* mit seinen bis faustgroßen Knollen und den großen Oberflächenwarzen verbreitet ist, ist diese Art auf der Taubenbank seltener, augenscheinlich, weil sie ein größeres Lichtbedürfnis hat.

Auf der 45—60 m tief gelegenen Taubenbank ist dagegen das kleinwarzige *L. ramolosum* besonders verbreitet. Die zahlreichen Ästchen und Warzen dieser Kalkalge scheinen eine Einrichtung zu sein, um die vegetierende Thallusoberfläche vor den Schäden einer Abrollung zu schützen. Ich habe besonders darauf geachtet und keinerlei Spuren einer Abnutzung gefunden. Aber indem sich Knolle auf Knolle legt und jede derselben ebenso wie alle frei herumliegenden Schneckenschalen, Seeigelstachel u. a. festere Hartgebilde immer wieder von den rosaroten Algenrinden überwachsen werden, häuft sich eine ruffartig emporsteigende, geschlossene Kalkmasse auf, deren zahlreiche kleine und große Lücken wie auf den Korallenriffen der Tropenmeere immer wieder von dem Muschelsand erfüllt werden, den die überall umherkletternden Krebse an jedem geschützten Winkel erzeugen. Leicht greifen die rasch wachsenden Ränder der zarten Lithophyllen, welche solche Lücken mit Vorliebe säumen, über die Kalksand-Ansammlung hinweg und schützen sie vor der ausspülenden Wirkung der Wellen. So helfen sich Pflanzen und Tiere, um immer höher wachsende Kalklager zu bilden; und während ihre Oberfläche gedeiht und mit buntem Leben geschmückt

¹ J. Walther, Die gesteinsbildenden Kalkalgen des Golfes von Neapel und die Entstehung strukturloser Kalke. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1885, S. 229.

ist, beginnt schon in wenig Zentimeter Tiefe in dem stagnierenden Wasser der Zerfall und die allmähliche Umwandlung des Algenlagers in jene homogenen Kalke, die wir an den prächtigen Aufschlüssen der Latomien von Syrakus verfolgen können.

Sogar in meinem mit frisch gefischtem Lithothamnien 15 cm hoch gefüllten Bassin konnte ich im Laufe der Wochen durch die Glasscheiben hindurch beobachten, wie sich überall unter dem Einfluß zerfallender Pflanzen- und Tiergewebe jene dunkelgrauen bis schwarzen, nach Schwefelwasserstoff riechenden Verwesungsprodukte bildeten, welche im Sediment jedes Aquariums entstehen, in welchem man die Wasserzirkulation ausschaltet. Auf der Oberfläche gediehen die grünen und roten Algen, lebten die orangeroten Seesterne, die langstacheligen Seeigel, die bunten Röhrenwürmer und die reiche Fauna der Krebse und Schnecken. Mit eleganten Armbewegungen stiegen die gelben und purpurnen Antedonen auf und nieder, flatterten die prächtigen Pecten durch das klare Wasser — während 2 cm darunter die schwarzen Fäulnisprodukte den Übergang des rezenten Sedimentes zu einer subfossilen Ablagerung vermittelten.

6. Die Veränderungen der Taubenbank.

Als ich im März 1910 wieder nach Neapel kam, um auf Grund meiner längst fertiggezeichneten Sedimentkarte und zahlreicher Notizen die Ergebnisse meiner früheren Forschungen abzuschließen und durch Beobachtungen der auf den verschiedenartigen Sedimenten lebenden Tiere und Pflanzen noch manche nicht völlig aufgeklärte Fragen zu entscheiden, war ich der Überzeugung, daß in der, geologisch gesprochen, so kurzen Zeitspanne von 25 Jahren keine wesentlichen Veränderungen in der Verteilung der Fauna, Flora und der Sedimente eingetreten seien. Und so glaubte ich es auch auf die Unsicherheit der Ortsbestimmung zurückführen zu sollen, wenn die Bryozoenkolonien, die ich gebeten hatte für mich zu dredgen, von den Fischern am Nordwestrand der Secca nicht wiedergefunden worden waren. Selbst als ich auf meinen ersten Dredgeexkursionen auch auf dem Rücken der Taubenbank an Stelle der früher in so weiter Verbreitung gefundenen foraminiferenreichen Kalksande ausgedehnte Flächen mit *Lith. ramulosum* bedeckt sah, zögerte ich noch immer, an eine so überraschende Änderung in der Verteilung der organischen Sedimente zu glauben.

Aber je länger ich die Secca untersuchte, die einzelnen Sedimente in meinen Bassins studierte und jene Fragen erwog, desto stärker drängte sich mir die Überzeugung auf, daß inzwischen sehr wesentliche Änderungen in der Verteilung der einzelnen Fazies eingetreten waren. Bei der Wichtigkeit dieser Frage möchte ich zunächst genauer die Methoden schildern, mit denen meine Daten gewonnen wurden, um hierbei Gelegenheit zu haben, die etwa vorhandenen Fehlerquellen der Beobachtung auszuschalten.

Als ich im Frühjahr 1885 mit Leutnant A. Colombo die Taubenbank untersuchte, wurde das kleine Dampfboot der Station F. Balfour für unsere Arbeit besonders ausgerüstet. Das Königliche Hydrographische Amt zu Genua lieh uns einen Lotapparat neuester Konstruktion, der am Bug des Bootes befestigt wurde und dessen Zifferblätter ein rasches Ablesen der erreichten Tiefe gestatteten. Nacheinander wurde auf 3 Punkten der Secca eine Boje verankert, von der wir radienartig die ganze Umgebung abfuhren und auf jedem Radius je nach dem rascheren oder geringeren Wechsel des Bodens nach Relief und Sediment in Abständen von 10—25 m das Lot auslösten. Die an einem Klaviersaitendraht hängende schwere Bleistange hatte an ihrem unteren Ende eine halbkugelige Höhlung, die jedesmal vor Beginn der Lotung mit frischem Talg ausgestrichen wurde, an dem dann die Bodenprobe (in der Regel $\frac{1}{2}$ ccm) festklebte oder felsiger Untergrund einen Abdruck erzeugte. Während ich die Bodenprobe sofort prüfte und ihre Beschaffenheit mit der fortlaufenden Nummer diktierte, maß Colombo zwei Winkel, welche unsere Boje mit charakteristischen Punkten am Horizont bildete, so daß die geographische Position jeder der etwa 500 Lotungen völlig exakt ist.

Nachdem diese etwa 8 Tage in Anspruch nehmende, allerdings durch stürmisches Wetter mehrfach unterbrochene Aufnahmearbeit beendet war, trug Colombo seine Position auf der Karte im Maßstab 1:7500 ein, und ich begann sofort unter nochmaliger genauer Prüfung der nummerierten Bodenproben, deren Faziescharakter mit entsprechenden Signaturen auf der Karte einzutragen.

Da die Bodenprobe benachbarter Gebiete wegen unserer vielen Kreuzfahrten und der Unterbrechungen durch stürmisches Wetter zu ganz verschiedenen Zeiten und unter sehr wechselnden Umständen gewonnen waren, so konnte ich nicht voraussehen, inwieweit dieselben bei einer kartographischen Darstellung geschlossene Faziesgebiete zum Ausdruck bringen

würden. Aber zu meiner eigenen Überraschung ordneten sich die Sedimente in wohlumschriebene Flächen ein. Selbst die mannigfaltigen Übergänge von einem Grund zum anderen erschienen in ursächlicher Verknüpfung mit den auf der Taubenbank herrschenden bionomischen und lithogenetischen Umständen.

So darf meine Karte wohl als eine ziemlich korrekte und genaue Darstellung der Faziesverteilung auf einem Stück Meeresgrund betrachtet werden.

Es wäre nun freilich sehr wünschenswert gewesen, jetzt nach Verlauf von 25 Jahren dieselbe Aufnahme mit denselben Apparaten zu wiederholen; denn nur auf diesem Wege ließe sich endgültig und mit allen Einzelheiten zeigen, welche Veränderungen inzwischen auf diesem Gebiet vor sich gegangen sind. Aber dazu lag jetzt keine Möglichkeit vor; vielmehr war ich darauf angewiesen, ohne Lotapparat und ohne genaue Winkelmessung die verschiedenen Regionen der Taubenbank mit dem Schleppnetz zu untersuchen und konnte nur die hierbei gewonnenen Sedimentmassen nebst den darauf lebenden Organismen in meinen Bassins einige Wochen hindurch genauer beobachten.

Während das Lot eine scharf präzisierte Stichprobe bietet, bei der die geringe Menge des heraufgebrachten Sedimentes nur von der Oberfläche des Meeresgrundes stammt (sofern es sich nicht um den weichen Schlamm in der Umgebung der Secca handelt, in dem das Lot 10—15 cm einsinkt), arbeitet die Dredge in wesentlich anderer Weise: Nachdem das schwere Schleppnetz senkrecht heruntergegangen ist, fährt das Schiff eine Strecke vorwärts, und man läßt ein entsprechendes Stück des Hanfseiles hinabgleiten, bis dieses ungefähr unter einem Winkel von 20° bis 30° über dem Meeresgrund steht. Dann fährt man langsam vorwärts, wobei ein erfahrener Schiffer beständig die Straffheit des Taus prüft, um festzustellen, ob die Dredge arbeitet, d. h. langsam über den Boden gleitet oder sich vielleicht an einer Felsenklippe verfangen hat. Die scharfen Ränder des Eisenrahmens, an dem das lange Netz befestigt ist, ergreifen nun die oberflächlichen Sedimentschichten bis zu einer Tiefe von etwa 5 cm, reißen wohl gelegentlich auch einen größeren Block des rezenten Algenkalkes von seiner Unterlage ab, und nachdem man je nach den Umständen eine Strecke von 30 bis 50 m geschleppt hat, fährt das Schiff zurück, bis das Tau senkrecht steht und die Dredge heraufgewunden werden kann.

Es gehört nun schon eine genaue Kenntnis der verschiedenen Ablagerungen dazu, um bei dieser verhältnismäßig unpräzisen Gewinnung des Sedimentes zu wissen, ob das Schleppnetz nur eine Fazies heraufbringt oder mehrere benachbarte Sedimente miteinander mischt. Aber die lange und eingehende Beschäftigung mit den Sedimenten der Taubenbank setzt mich, wie ich glaube, in die Lage, trotz dieser Fehlerquellen schon heute erklären zu können, daß sich die Verteilung der Fazies auf dieser Secca im Laufe von 25 Jahren sehr wesentlich verändert hat, und zwar beruhen diese Veränderungen nicht so sehr auf mechanischen als wie auf biologischen Ursachen.

Man möchte zunächst an zwei Ereignisse denken, welche in dem angegebenen Zeitraum den Golf von Neapel sehr stark beeinflußt haben, nämlich den Vesuvausbruch von 1906 und die furchtbaren Stürme, welche in den letzten Jahren die Ufer bei Neapel verheert haben. Wenn man am Strande der Chiaja zwischen Castel d' Uovo und der Mercellina sieht, welche große Lücken die Brandung in den aus gewaltigen Lavablöcken wohlgefügtten Mauern gerissen hat, dann möchte man glauben, daß das stürmisch erregte Meer auch draußen in der Umgebung der Taubenbank überall den Schlamm aufgewühlt und die bunten Tier- und Pflanzenkolonien auf der 40 m emporsteigenden Höhe unter einer handhohen Schlammschicht begraben habe. Wir würden dann auf der Höhe der Secca, selbst wenn der Schlamm von den höheren Klippen wieder abgewaschen worden wäre, doch in allen Lücken und Höhlungen den zähen Fango finden, die Kalkalgen wären wegen Lichtmangels abgestorben, und auch die vielen, nur auf festem Boden gedeihenden buntgefärbten Tiere würden ein fahles Leichenfeld bilden.

Aber von allem dem konnte ich nichts beobachten. Wohl zogen wir einmal mit dem Schleppnetz den steilen Westabhang an der Südklippe hinauf, und die Dredge kam an Bord, gefüllt mit Kalkalgen, die vollkommen in gelbgrauen Schlamm gehüllt waren. Aber ich brauchte nur die gefüllte Dredge bei langsamer Fahrt einige Minuten im Wasser spülen zu lassen, und der Schlammüberzug war verschwunden, die zahlreichen Lithothamnien leuchteten wieder in der hellen rosa Farbe, welche nur die lebende Pflanze auszeichnet, und dazwischen lagen die zahlreichen Bewohner der Florideenrasen in lebenden Exemplaren, welche niemals freiwillig den benachbarten Schlammgrund betreten. Ein Blick auf die Sedi-

mentkarte zeigte mir, daß die Dredge zunächst den Schlamm ergriffen hatte, dann aber nach den Kalkalgebieten hinübergelitten war und hierbei beide so grundverschiedene Fazies miteinander gemischt hatte.

Wenn also auch während der großen Stürme das Schlammgebiet in der Umgebung der Taubenbank bis zu seinem Grunde aufgewühlt und das die Secca umgebende Wasser getrübt wurde, so sank doch der feine Schlick während der nachfolgenden Dünung wieder in sein Faziesgebiet hinab — tatsächlich fand ich den Rücken der Taubenbank jetzt wieder ebenso schlammfrei und sauber wie vor 25 Jahren.

Das zweite Ereignis, das in der verflossenen Zeit den Golf betroffen hat, war der große Aschenfall von 1906. Ich werde an anderer Stelle die biologischen Wirkungen der damals niedergegangenen Lapilli und Aschen besonders schildern und kann mich hier auf die Tatsache beschränken, die mir mein Freund Lobianco noch kurz vor seinem Tode bei einer Diskussion dieser Frage mitteilte: der damalige Aschenregen reichte, soweit seine Wirkungen für die Tierwelt des Meeres verhängnisvoll war, nur etwa bis zu einer Linie, welche den M. Nuovo mit Sorrent verbindet. Östlich von dieser Grenze hat die Eruption ganze Faunen vorübergehend vernichtet, aber die Taubenbank fällt außerhalb dieses Gebietes, und Lobiancos Netzzüge auf derselben in den auf den Aschenregen folgenden Wochen zeigten, daß das Leben hier unverändert war.

Betrachten wir nun diejenigen Tatsachen, welche für eine Veränderung der Taubenbank sprechen.

Eines der charakteristischsten Merkmale in der Sedimentverteilung, wie ich sie durch die genau fixierten Grundproben damals feststellen konnte, war die weite Verbreitung der auf meiner Karte näher bezeichneten organisch entstandenen Kalksande. Sie entstehen, wie wir oben ausgeführt haben, aus den zerbrochenen Kalkalgen und den zerfallenen Kalkpanzern von allerlei hartschaligen Meerestieren, und bei der Bildung derselben sind in erster Linie die räuberischen und aassfressenden Krebse beteiligt, welche auf allen Teilen der Secca in solchen Scharen leben, daß sie die Dredge und noch mehr die Tartanella fast immer mit heraufbringt. Wenn man im Aquarium beobachtet, wie schnell und geschickt die Krebse einer drohenden Gefahr entgehen und wie rasch sich viele derselben bewegen können, dann erscheint die Zahl der in das Netz geratenen Exemplare nur als ein kleiner Bruchteil der an derselben Stelle lebenden Individuen.

Beim genaueren Studium der zahlreichen Grundproben, die aus wechselnden Mengen von Kalk- und Mineralsand gemischt waren, fiel mir die Häufigkeit von *Polystomella* und anderen kalkschaligen Foraminiferen auf, die trotz der Kleinheit der einzelnen Grundprobe in diesem Sand so oft auftraten, daß ich versuchen konnte, ihre Verbreitung auf der Secca¹ kartographisch zu bestimmen.

Obwohl die Dredge ein viel weniger exaktes Instrument für die Bestimmung der Verbreitung verschiedener Sedimente als das Lot ist, so hätte ich doch diesmal bei meinen zahlreichen Dredgezügen immer wieder den foraminiferenreichen Kalksand finden müssen, den das Lot vor 25 Jahren an etwa 70 verschiedenen Fundorten erkennen ließ.

Aber nur ein Dredgezug brachte mir größere Mengen von foraminiferenreichem Kalksand herauf, in einem anderen Netz war solcher Sand mit Kalkalgen gemischt, während die meisten Netzzüge (etwa 12) auf den früher mit solchem Kalksand bedeckten Gebieten nur das feine Astwerk von *Lithothamnium ramulosum* und andern Korallinen boten.

Es ist ausgeschlossen, daß der Rand der Dredge nur die Kalkalgen ergriffen hätte, die zwischen feinem Kalksand verteilt wären und diesen liegen ließ. Vielmehr glaube ich aus diesen Beobachtungen schließen zu dürfen, daß auf den früher wesentlich von feinem Kalksand bedeckten Gebieten sich innerhalb der letzten 25 Jahre ausgedehnte Flächen mit Florideenvegetationen überzogen haben. Wenn man sieht, wie rasch die unteren abgestorbenen Teile zierlicher Bryozoenäste und selbst lebende Schnecken oder Muschelschalen von den zarten Krusten der Florideen bewachsen werden, dann erscheint es nicht wunderbar, daß große Flächen, welche dereinst mit Muschelsand bedeckt waren, jetzt mit den roten Algenkolonien in solcher Mächtigkeit überzogen sind, daß die Dredge, selbst wenn sie 5 cm tief greift, nur die Florideen, nicht aber den darunterliegenden Sand erfaßt.

Wie leicht anderseits solche Algenvegetationen wiederum von organischem Kalksand überstreut und bedeckt werden können, so daß diese beiden Ablagerungen im Querschnitt des Profils in wiederholter Wechsel-

¹ J. Walther, Die geographische Verbreitung der Foraminiferen auf der S. d. B. P. Mitteil. d. Zool. Station Bd. VIII, S. 377.

lagerung auftreten, geht aus folgender Beobachtung hervor: Lobianco¹ berichtet, daß im Jahre 1895 östlich von Neapel bis Granili so viele Exemplare von *Macra stultorum* auftraten, daß die Fischer in 4 Wochen etwa täglich 200 kg erbeuteten; in derselben Zeit wurde *Cardium tuberculatum* und *C. aculeatum* an der Küste vom Castel d' Uovo bis zur Punta del Posilipo so häufig, daß täglich 200—250 kg gefangen wurden.

Wenn wir uns vorstellen, daß auf einem mit solch ungeheuren Mengen schmackhafter Muscheln bedeckten Stück Meeresgrund sich alsbald die muschelfressenden Krebse und Fische einfinden und von dem überreichen Mahl nähren, so würden innerhalb 25 Jahren 600000 kleine Krebse imstande sein, eine Fläche von 1 qkm mit einer Muschelschicht von 1 cm Höhe zu bedecken. Wenn aber die etwa zehnmal so schweren größeren Krebse als Schalenknicker und Muschelsandbildner in Rechnung gestellt werden, so könnten schon 60000 Krebse jene staunenswerte Leistung in 25 Jahren oder 15000 solche in 100 Jahren vollziehen.

Unter den Tierformen, die ich mich nicht erinnere vor 25 Jahren auf der Taubenbank angetroffen zu haben, wäre die *Venus effossa* zu nennen, die bekanntlich zu den größten konchyliologischen Seltenheiten gehört und von der ich diesmal innerhalb einer Woche 2 Exemplare fand.

Als ein neuer Ansiedler auf der Taubenbank muß auch eine kleine Einzelkoralle (*Caryophyllia*) bezeichnet werden. Ich interessierte mich vor 25 Jahren sehr für ihre reizenden Kelche und erhielt sie damals fast nur von der die Taubenbank umgebenden Schlammregion. Hier fand ich sie auf Steinchen, Schlackenstückchen und besonders auf toten Schalen von *Dentalium* oft angewachsen, in lebenden wie in toten Exemplaren. Daß ich sie diesmal vom Schlammgebiet nicht erhielt, mag vom Zufall abhängen. Aber da sie jetzt bei mehreren Dredgezügen, angewachsen auf Lithothamnienknochen, in Dutzenden von Exemplaren gefunden wurden und diese so kräftig waren, daß sie auf ihrem Substrat noch wochenlang in meinen Bassins lebten, folgt, daß diese Tierform jetzt Gebiete bewohnt, auf denen sie früher so selten war, daß sie bei meinen damaligen zahlreichen Netzzügen nur ganz vereinzelt gefunden wurde.

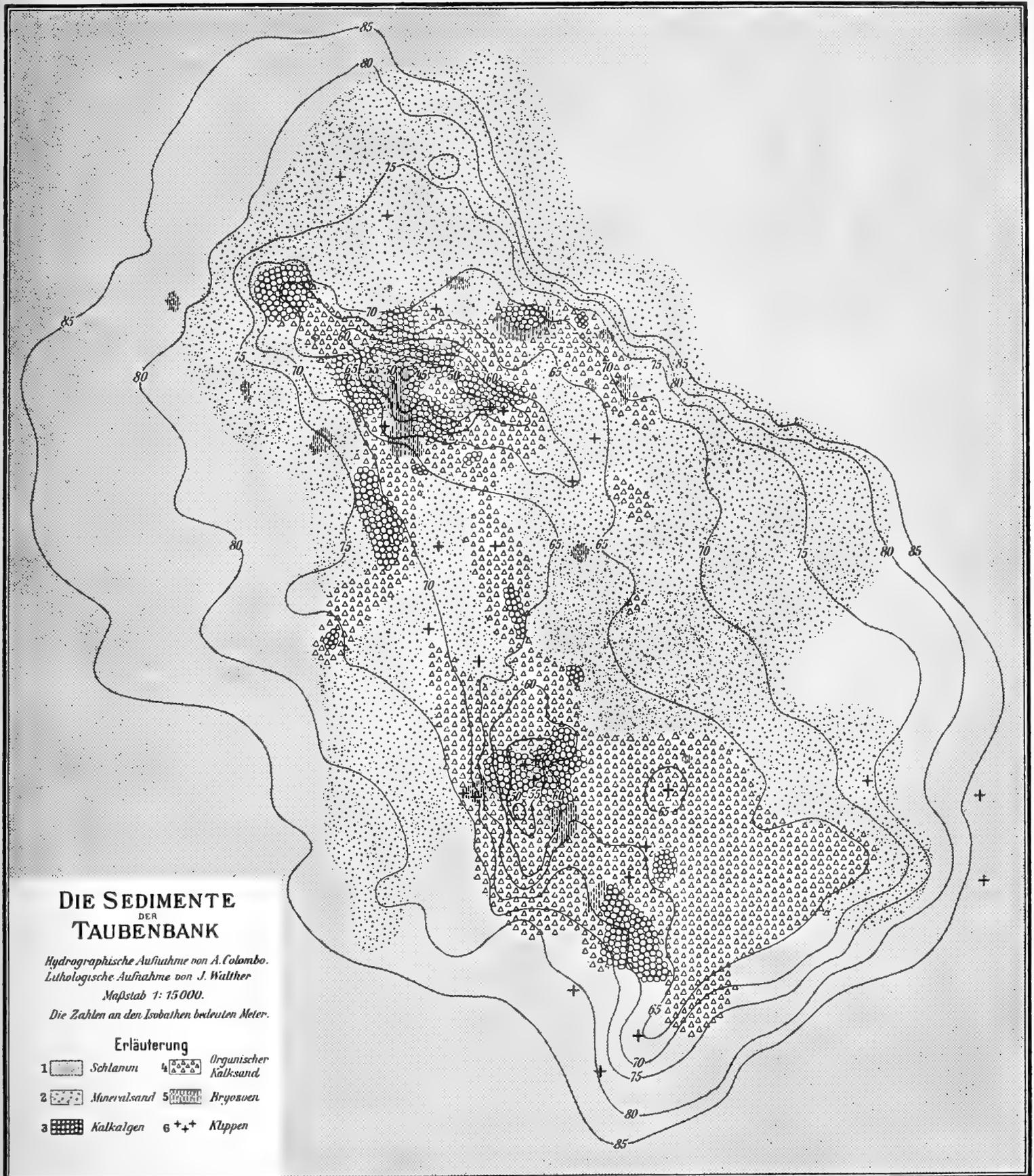
So zeigt also die erneute Untersuchung der Taubenbank, daß ihre Oberfläche in einem verhältnismäßig kurzen Zeitraum nicht unwesentliche

¹ Lobianco, Notizie biologiche ff. Mitteil. d. Zool. Station zu Neapel. XIX. Heft 4, S. 622.

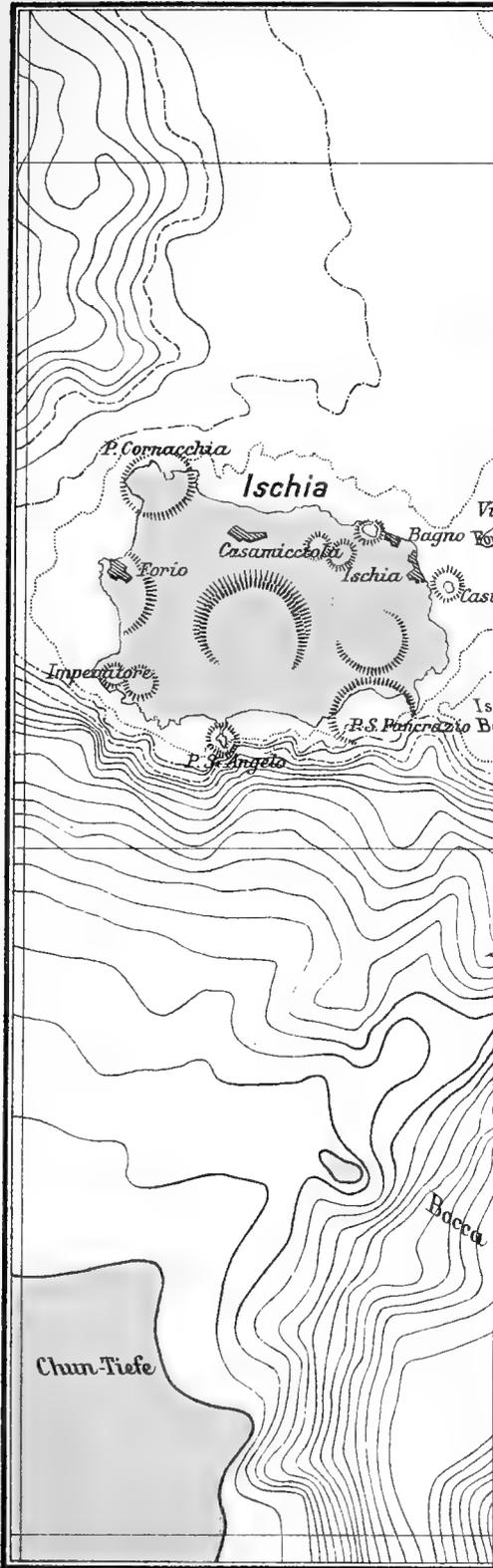
Veränderungen erfahren hat. Mit dichten Vegetationen haben die kalkabscheidenden Florideen große Flächen bewachsen, die früher mit lockerem Kalksand überstreut waren, und die Foraminiferen, die, wie es scheint, damals reiche Nahrung auf dem ebenen Sande fanden, sind von einem Teil ihrer alten Wohngebiete vertrieben, weil ihnen die Florideenknollen nicht den zusagenden Untergrund und die geeignete Nahrung bieten. Ich war damals versucht, *Polystomella crispa*, deren harte Kalkschale so unverwüsthlich und leicht erkennbar ist, als ein rezentes Leitfossil der Taubenbank zu betrachten; jetzt möchte ich eher die zierlichen Kelche von *Caryophyllia* als solches bezeichnen, wenn ich nicht neben den schönen Formen der lebenden Einzelkorallen eine Anzahl Exemplare beobachtet hätte, die abgestorben waren und beim Übergang in den subfossilen Zustand von der Basis bis zum Rand der Theka und sogar hinüber auf die Septen und die Columella mit dem zarten Blatt von Kalkalgen überzogen wurden; da bei der Weiterentwicklung dieses Vorgangs schließlich der einst so zierliche Kelch ganz von Kalkalgengewebe eingeschlossen sein dürfte, könnte ein künftiger Geologe die Septalstruktur nur auf einer angewitterten Fläche oder beim Zerschlagen des Algenkalkes auf der Bruchfläche erkennen und untersuchen.

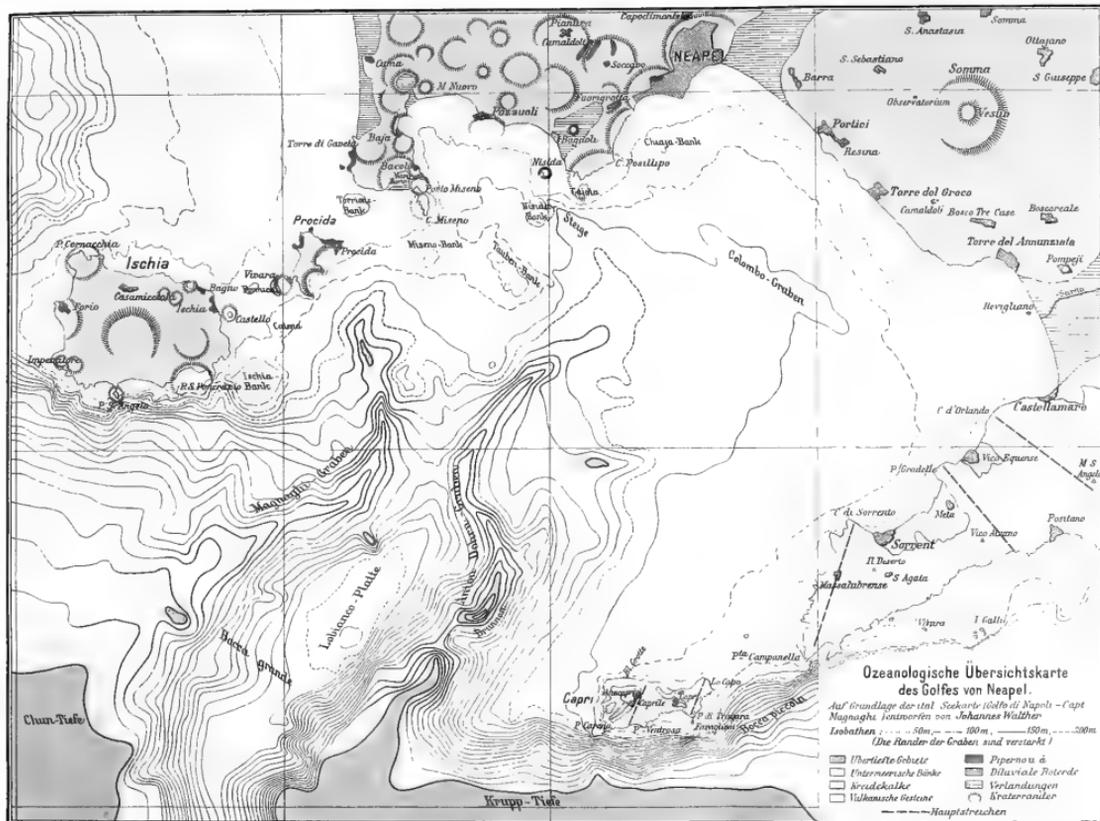
Jedenfalls scheinen mir diese Beobachtungen auf das beste mit den Erfahrungen übereinzustimmen, welche der Geologe beim Studium mariner Profile immer wieder macht: organisch entstandene, geschichtete Kalke zeigen oft in den aufeinanderfolgenden Lagen einen raschen Wechsel fossilreicher Lumachellen, dichter Kalkbänke und anderer Zwischenlagen, die auf angewitterten Flächen aus zahlreichen Bruchstücken nicht näher bestimmbarer Schalenreste zusammengesetzt sind.

Die Taubenbank im Golf von Neapel lehrt uns nicht allein, unter welchen bionomischen Umständen eine solche Wechsellagerung kalkiger Sedimente eintritt, sondern läßt uns zugleich erkennen, daß sich ein derartiger Fazieswechsel in einer verhältnismäßig kurzen Zeitspanne vollziehen kann.



J. Walther: Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.





J. Walther: Die Sedimente der Taubenbank im Golfe von Neapel.

Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von
307 kleinen Planeten.

Von

Prof. A. BERBERICH.

Vorgelegt von Hrn. Auwers in der Gesamtsitzung am 27. Oktober 1910.
Zum Druck eingereicht am gleichen Tage, ausgegeben am 20. April 1911.

Die im folgenden gegebenen Hilfstafeln sind aus dem mit der ständig wachsenden Zahl der kleinen Planeten immer dringender werdenden Bedürfnis entsprungen, ein Hilfsmittel zur schnellen Herleitung genäherter Örter zu besitzen. Sie beschränken sich zunächst auf diejenigen 307 Asteroiden, deren Bahnen gegenwärtig als genügend gesichert für längere Vorausberechnung gelten können.

Ähnliche Tafeln sind bereits früher hergestellt worden. Marth hat in Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Vol. 45, 1885 unter dem Titel »Data for a Graphical Representation of the Solar System« für 150 Planeten Tabellen gegeben, welche mit dem Argument »wahre Anomalie« die heliozentrischen Koordinaten l , $r \cos b$ und $r \sin b$ liefern. Seine Tafeln sind aber keineswegs bequem zu gebrauchen, da für das Argument die Intervalle 15° oder 30° gewählt sind.

Die vorliegenden Tafeln, die sich auf eine wesentlich größere Zahl von Planeten beziehen, sind anders eingerichtet. Mit dem von 10° zu 10° fortschreitenden Argument heliozentrische Länge l sind die heliozentrischen Ekliptikal-Koordinaten und die Zeit t tabuliert, zu welcher diese Koordinaten gehören. Mit Hilfe der am Fuße der Tabellen bei den Elementen angegebenen Umlaufzeit U ist es leicht möglich, auch für jede nicht innerhalb des Bereichs der Tafel fallende Epoche die heliozentrischen Koordinaten herzustellen.

Der Hauptvorteil dieser Anordnung gegenüber der von Marth liegt darin, daß man für eine gewisse Zeit t die heliozentrischen Koordinaten direkt interpolieren kann, ohne erst die wahre Anomalie zu berechnen. Die Rechnung genäherter Örter ist daher wesentlich bequemer und kürzer. Die Interpolation ist in der Regel ganz leicht auszuführen, weil die höheren Differenzen nur ausnahmsweise merklich werden. Solche Fälle treten nur bei stark exzentrischen oder stark geneigten Bahnen auf.

Die Genauigkeit, welche die Tafeln zu liefern imstande sind, ist im Durchschnitt die einer vierstelligen logarithmischen Rechnung. Sie ist wesentlich abhängig von der Sicherheit, mit welcher sich die Koordinaten interpolieren lassen, also von der Größe der höheren Differenzen. Für manche Zwecke, wie z. B. für die genäherte Bestimmung der Oppositionszeit, sind sie mehr als ausreichend genau.

Die Anordnung der Tafeln ist aber nicht allein auf den Zweck, schnell genäherte Örter zu erhalten, zugeschnitten, sondern sie wird sich auch als vorteilhaft für Untersuchungen erweisen, welche die Konstitution des Asteroidenringes betreffen. Marths Tafeln hatten das gleiche Ziel im Auge, machten aber eine graphische Darstellung notwendig. Die vorliegenden Tabellen gestatten, ohne Hilfszeichnung die gegenseitige Lage der Bahnen, vor allem die Frage der Proximitäten zu studieren. Dieser Punkt ist besonders zu betonen, weil hier ein einfaches Vergleichen der Tafeln untereinander sämtliche möglichen Proximitäten erkennen läßt.

Die Anwendung der Tafeln bedarf weiter keiner Erläuterung. Die am Fuße der Tabellen zusammengestellten Bahnelemente sind fast ausnahmslos dem Berliner Astronomischen Jahrbuch für 1906 entnommen. Später etwa merklich werdende Abweichungen werden sich leicht empirisch durch Korrektion der Epoche beseitigen lassen.

Um die Stellungen kleiner Planeten gegen die benachbarten großen Planeten ermitteln zu lassen, sind in einem Anhang die, unmittelbar aus den einzelnen Jahrgängen des Berliner Jahrbuchs entnommenen, Koordinaten der Planeten Mars, Jupiter und Saturn ebenfalls für je einen Umlauf zusammengestellt. —

Die Interpolation der Tabellen und die Herstellung des Manuskripts ist mit Unterstützung der Astronomischen Gesellschaft durch die Herren Dr. P. V. Neugebauer und Dr. Fr. Rahnenführer ausgeführt worden.

<i>l</i>	(1) Ceres			(2) Pallas			(3) Juno		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4627	-0.537	01.340	.4718	-0.255	01.984	.3361	-0.080	05.060
10	.4598	-0.510	01.483	.4428	-0.566	02.156	.3220	-0.160	05.142
20	.4564	-0.468	01.623	.4097	-0.811	02.305	.3099	-0.231	05.219
30	.4526	-0.411	01.761	.3760	-0.994	02.433	.3000	-0.292	05.293
40	.4483	-0.343	01.896	.3440	-1.120	02.542	.2928	-0.344	05.363
50	.4436	-0.266	02.029	.3156	-1.202	02.638	.2883	-0.386	05.432
60	.4386	-0.182	02.159	.2918	-1.249	02.722	.2869	-0.419	05.500
70	.4333	-0.094	02.286	.2736	-1.267	02.799	.2885	-0.442	05.568
80	.4279	-0.006	02.410	.2610	-1.262	02.870	.2932	-0.455	05.637
90	.4225	+0.080	02.530	.2544	-1.234	02.938	.3012	-0.457	05.708
100	.4170	+0.162	02.648	.2535	-1.186	03.006	.3122	-0.448	05.782
110	.4120	+0.237	02.763	.2580	-1.116	03.074	.3260	-0.428	05.860
120	.4076	+0.304	02.876	.2673	-1.021	03.143	.3424	-0.394	05.945
130	.4040	+0.360	02.986	.2809	-0.899	03.217	.3611	-0.347	06.036
140	.4013	+0.406	03.095	.2977	-0.745	03.296	.3815	-0.285	06.136
150	.3999	+0.440	03.203	.3164	-0.557	03.382	.4028	-0.208	06.245
160	.3997	+0.462	03.310	.3350	-0.333	03.476	.4243	-0.115	06.367
170	.4009	+0.472	03.418	.3519	-0.078	03.578	.4454	-0.009	06.501
180	.4033	+0.468	03.526	.3659	+0.200	03.687	.4651	+0.108	06.648
190	.4069	+0.452	03.636	.3765	+0.486	03.803	.4826	+0.231	06.809
200	.4120	+0.422	03.748	.3839	+0.764	03.923	.4969	+0.355	06.982
210	.4178	+0.380	03.864	.3887	+1.023	04.047	.5076	+0.471	07.165
220	.4242	+0.325	03.982	.3924	+1.252	04.173	.5143	+0.573	07.355
230	.4310	+0.258	04.104	.3963	+1.448	04.302	.5168	+0.653	07.550
240	.4380	+0.182	04.230	.4014	+1.607	04.433	.5153	+0.708	07.745
250	.4447	+0.097	04.360	.4084	+1.728	04.568	.5098	+0.735	07.936
260	.4510	+0.006	04.494	.4179	+1.810	04.708	.5009	+0.733	08.122
270	.4565	-0.087	04.632	.4301	+1.849	04.855	.4892	+0.705	08.299
280	.4610	-0.179	04.773	.4444	+1.840	05.011	.4750	+0.652	08.465
290	.4645	-0.268	04.916	.4605	+1.778	05.179	.4590	+0.581	08.620
300	.4669	-0.348	05.062	.4769	+1.654	05.360	.4417	+0.496	08.764
310	.4683	-0.418	05.209	.4920	+1.462	05.555	.4236	+0.401	08.897
320	.4687	-0.474	05.356	.5037	+1.198	05.762	.4051	+0.301	09.019
330	.4683	-0.516	05.503	.5091	+0.868	05.978	.3868	+0.200	09.131
340	.4671	-0.540	05.650	.5062	+0.494	06.196	.3688	+0.101	09.233
350	.4652	-0.547	05.795	.4935	+0.108	06.405	.3518	+0.007	09.329
360	.4627	-0.537	05.940	.4718	-0.255	06.599	.3361	-0.080	09.416
<i>T</i>	1904.404	<i>e</i> 0.0785		<i>T</i> 1904.404	<i>e</i> 0.2385		<i>T</i> 1904.601	<i>e</i> 0.2581	
<i>M</i>	94° 9'	<i>a</i> 2.766		<i>M</i> 94° 1'	<i>a</i> 2.772		<i>M</i> 288° 37'	<i>a</i> 2.668	
<i>ω</i>	69 29	<i>μ</i> 78°23		<i>ω</i> 309 9	<i>μ</i> 78°00		<i>ω</i> 244 36	<i>μ</i> 82°64	
<i>Ω</i>	80 41.5			<i>Ω</i> 172 51.5			<i>Ω</i> 170 47		
<i>i</i>	10 37.3	<i>U</i> 4°601		<i>i</i> 34 41.5	<i>U</i> 4°615		<i>i</i> 13 1.8	<i>U</i> 4°356	

l	(4) Vesta			(5) Astraea			(6) Hebe		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3787	-.291	03.185	.4569	-.166	98.906	.2832	-.335	01.196
10	.3850	-.303	03.291	.4438	-.194	99.047	.2786	-.392	01.265
20	.3910	-.306	03.401	.4298	-.214	99.179	.2763	-.438	01.332
30	.3966	-.299	03.513	.4150	-.226	99.303	.2767	-.473	01.400
40	.4014	-.282	03.628	.4001	-.230	99.419	.2798	-.497	01.468
50	.4053	-.256	03.746	.3856	-.227	99.527	.2856	-.510	01.537
60	.4080	-.220	03.865	.3719	-.217	99.628	.2942	-.510	01.608
70	.4094	-.177	03.985	.3594	-.203	99.724	.3054	-.497	01.683
80	.4095	-.128	04.105	.3482	-.183	99.814	.3189	-.470	01.762
90	.4081	-.075	04.225	.3386	-.159	99.900	.3343	-.428	01.847
100	.4054	-.020	04.345	.3308	-.132	99.983	.3512	-.371	01.939
110	.4013	+0.036	04.462	.3249	-.103	00.063	.3689	-.296	02.037
120	.3960	+0.088	04.577	.3209	-.072	00.141	.3867	-.206	02.144
130	.3898	+0.137	04.689	.3190	-.039	00.218	.4037	-.101	02.261
140	.3829	+0.180	04.797	.3191	-.005	00.295	.4193	+0.016	02.386
150	.3756	+0.216	04.902	.3212	+0.029	00.372	.4325	+0.141	02.521
160	.3681	+0.244	05.004	.3252	+0.063	00.451	.4430	+0.267	02.662
170	.3608	+0.263	05.102	.3312	+0.095	00.531	.4502	+0.388	02.810
180	.3540	+0.275	05.197	.3391	+0.127	00.614	.4542	+0.497	02.961
190	.3479	+0.278	05.289	.3486	+0.156	00.700	.4549	+0.588	03.114
200	.3425	+0.274	05.378	.3598	+0.182	00.790	.4525	+0.657	03.266
210	.3380	+0.261	05.466	.3722	+0.205	00.886	.4474	+0.701	03.416
220	.3346	+0.242	05.552	.3858	+0.222	00.987	.4401	+0.720	03.561
230	.3323	+0.216	05.637	.4001	+0.234	01.096	.4310	+0.713	03.702
240	.3310	+0.185	05.721	.4148	+0.240	01.211	.4205	+0.682	03.836
250	.3308	+0.148	05.805	.4294	+0.238	01.335	.4090	+0.631	03.963
260	.3316	+0.107	05.890	.4436	+0.228	01.468	.3968	+0.563	04.083
270	.3334	+0.063	05.975	.4565	+0.209	01.608	.3841	+0.481	04.197
280	.3361	+0.017	06.060	.4677	+0.182	01.757	.3712	+0.388	04.304
290	.3396	-.031	06.147	.4768	+0.146	01.913	.3580	+0.289	04.405
300	.3438	-.078	06.235	.4830	+0.104	02.075	.3450	+0.187	04.500
310	.3487	-.124	06.325	.4863	+0.057	02.240	.3324	+0.086	04.590
320	.3541	-.168	06.418	.4864	+0.008	02.407	.3202	-.013	04.674
330	.3599	-.208	06.512	.4833	-.042	02.572	.3088	-.106	04.755
340	.3660	-.242	06.609	.4771	-.089	02.734	.2987	-.191	04.831
350	.3723	-.270	06.709	.4681	-.131	02.890	.2900	-.268	04.904
360	.3787	-.291	06.812	.4569	-.166	03.040	.2832	-.335	04.974
	<i>T</i> 1903.912	<i>e</i> 0.0903		<i>T</i> 1898.696	<i>e</i> 0.1911		<i>T</i> 1900.503	<i>e</i> 0.2008	
	<i>M</i> 170° 23' 5	<i>a</i> 2.361		<i>M</i> 224° 4'	<i>a</i> 2.576		<i>M</i> 284° 20'	<i>a</i> 2.426	
	<i>ω</i> 148 15.5	<i>μ</i> 99° 28		<i>ω</i> 353 28	<i>μ</i> 87° 08		<i>ω</i> 236 56	<i>μ</i> 95° 30	
	<i>Ω</i> 103 32			<i>Ω</i> 141 31			<i>Ω</i> 138 40		
	<i>i</i> 7 8.2	<i>U</i> 3° 627		<i>i</i> 5 20.1	<i>U</i> 4° 134		<i>i</i> 14 48.0	<i>U</i> 3° 778	

Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von 307 kleinen Planeten. 7

<i>l</i>	(7) Iris			(8) Flora			(9) Metis		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.2834 ⁸⁸	+0.181 ¹¹	99.637 ⁶⁷	.2762 ⁵¹	-0.183 ⁶	99.714 ⁶⁷	.3525 ⁷⁷	-0.205 ²⁰	97.877 ⁹¹
10	.2746 ⁶⁴	+0.170 ¹⁶	99.704 ⁶⁵	.2711 ³²	-0.189 ²	99.781 ⁶⁶	.3448 ⁶⁸	-0.185 ²⁵	97.968 ⁸⁷
20	.2682 ³⁹	+0.154 ¹⁸	99.769 ⁶³	.2679 ¹³	-0.191 ³	99.847 ⁶⁵	.3380 ⁶⁰	-0.160 ²⁹	98.055 ⁸⁵
30	.2643 ¹⁴	+0.136 ²²	99.832 ⁶²	.2666 ⁶	-0.188 ⁸	99.912 ⁶⁵	.3320 ⁴⁸	-0.131 ³²	98.140 ⁸³
40	.2629 ¹¹	+0.114 ²⁵	99.894 ⁶³	.2672 ²⁴	-0.180 ¹³	99.977 ⁶⁶	.3272 ³⁴	-0.099 ³³	98.223 ⁸¹
50	.2640 ³⁴	+0.089 ²⁷	99.957 ⁶³	.2696 ⁴²	-0.167 ¹⁸	00.043 ⁶⁶	.3238 ²²	-0.066 ³⁶	98.304 ⁸¹
60	.2674 ⁵⁷	+0.062 ²⁹	00.020 ⁶⁴	.2738 ⁵⁹	-0.149 ²²	00.109 ⁶⁸	.3216 ⁸	-0.030 ³⁵	98.385 ⁸⁰
70	.2731 ⁸¹	+0.033 ³¹	00.084 ⁶⁷	.2797 ⁷⁵	-0.127 ²⁶	00.177 ⁷⁰	.3208 ⁵	+0.005 ³⁶	98.465 ⁸⁰
80	.2812 ¹⁰²	+0.002 ³³	00.151 ⁶⁹	.2872 ⁸⁸	-0.101 ³⁰	00.247 ⁷³	.3213 ¹⁸	+0.041 ³⁴	98.545 ⁸⁰
90	.2914 ¹²²	-0.031 ³³	00.220 ⁷³	.2960 ¹⁰⁰	-0.071 ³⁴	00.320 ⁷⁶	.3231 ³¹	+0.075 ³³	98.625 ⁸¹
100	.3036 ¹³⁸	-0.064 ³³	00.293 ⁷⁸	.3060 ¹⁰⁹	-0.037 ³⁶	00.396 ⁸⁰	.3262 ⁴⁴	+0.108 ³¹	98.706 ⁸²
110	.3174 ¹⁵⁴	-0.097 ³³	00.371 ⁸³	.3169 ¹¹⁵	-0.001 ³⁸	00.476 ⁸⁵	.3306 ⁵⁶	+0.139 ²⁷	98.788 ⁸⁵
120	.3328 ¹⁶⁶	-0.130 ³²	00.454 ⁸⁹	.3284 ¹¹⁸	+0.037 ³⁹	00.561 ⁸⁹	.3362 ⁶⁷	+0.166 ²³	98.873 ⁸⁷
130	.3494 ¹⁷³	-0.162 ²⁹	00.543 ⁹⁶	.3402 ¹¹⁸	+0.076 ³⁹	00.650 ⁹³	.3429 ⁷⁶	+0.189 ¹⁹	98.960 ⁹⁰
140	.3667 ¹⁷⁶	-0.191 ²⁶	00.639 ¹⁰⁵	.3520 ¹¹³	+0.115 ³⁷	00.743 ⁹⁹	.3505 ⁸⁵	+0.208 ¹³	99.050 ⁹³
150	.3843 ¹⁷⁴	-0.217 ²⁰	00.744 ¹¹⁴	.3633 ¹⁰⁶	+0.152 ³⁴	00.842 ¹⁰⁴	.3590 ⁹¹	+0.221 ⁸	99.143 ⁹⁷
160	.4017 ¹⁶⁶	-0.237 ¹³	00.858 ¹²²	.3739 ⁹⁴	+0.186 ²⁹	00.946 ¹⁰⁹	.3681 ⁹⁴	+0.229 ⁰	99.240 ¹⁰¹
170	.4183 ¹⁵²	-0.250 ⁶	00.980 ¹³²	.3833 ⁷⁹	+0.215 ²³	01.055 ¹¹⁴	.3775 ⁹⁵	+0.229 ⁷	99.341 ¹⁰⁶
180	.4335 ¹³¹	-0.256 ⁴	01.112 ¹⁴¹	.3912 ⁶²	+0.238 ¹⁵	01.169 ¹¹⁷	.3870 ⁹¹	+0.222 ¹⁴	99.447 ¹¹⁰
190	.4466 ¹⁰⁴	-0.252 ¹⁴	01.253 ¹⁴⁹	.3974 ⁴²	+0.253 ⁷	01.286 ¹²⁰	.3961 ⁸⁶	+0.208 ²²	99.557 ¹¹⁶
200	.4570 ⁶⁹	-0.238 ²³	01.402 ¹⁵⁵	.4016 ²⁰	+0.260 ³	01.406 ¹²²	.4047 ⁷⁸	+0.186 ²⁸	99.673 ¹²⁰
210	.4639 ³¹	-0.215 ³³	01.557 ¹⁵⁸	.4036 ³	+0.257 ¹²	01.528 ¹²²	.4125 ⁶⁵	+0.158 ³⁵	99.793 ¹²³
220	.4670 ⁸	-0.182 ⁴⁰	01.715 ¹⁶⁰	.4033 ²⁶	+0.245 ²⁰	01.650 ¹²²	.4190 ⁴⁹	+0.123 ⁴⁰	99.916 ¹²⁷
230	.4662 ⁴⁸	-0.142 ⁴⁵	01.875 ¹⁵⁸	.4007 ⁴⁸	+0.225 ²⁸	01.772 ¹¹⁹	.4239 ³²	+0.083 ⁴⁴	00.043 ¹³⁰
240	.4614 ⁸⁴	-0.097 ⁴⁷	02.033 ¹⁵²	.3959 ⁶⁹	+0.197 ³⁴	01.891 ¹¹⁶	.4271 ¹²	+0.039 ⁴⁶	00.173 ¹³¹
250	.4530 ¹¹⁸	-0.050 ⁴⁷	02.185 ¹⁴⁶	.3890 ⁸⁶	+0.163 ³⁸	02.007 ¹¹²	.4283 ⁸	-0.007 ⁴⁵	00.304 ¹³⁰
260	.4412 ¹⁴⁴	-0.003 ⁴⁵	02.331 ¹³⁷	.3804 ¹⁰¹	+0.125 ⁴¹	02.119 ¹⁰⁷	.4275 ²⁸	-0.052 ⁴³	00.434 ¹³⁰
270	.4268 ¹⁶⁴	+0.042 ⁴⁰	02.468 ¹²⁸	.3703 ¹¹¹	+0.084 ⁴²	02.226 ¹⁰³	.4247 ⁴⁵	-0.095 ⁴⁰	00.564 ¹²⁷
280	.4104 ¹⁷⁸	+0.082 ³⁴	02.596 ¹¹⁸	.3592 ¹¹⁸	+0.042 ⁴¹	02.329 ⁹⁷	.4202 ⁶¹	-0.135 ³³	00.691 ¹²⁴
290	.3926 ¹⁸²	+0.116 ²⁸	02.714 ¹⁰⁹	.3474 ¹²¹	+0.001 ³⁴	02.426 ⁹²	.4141 ⁷⁵	-0.168 ²⁷	00.815 ¹²¹
300	.3744 ¹⁸¹	+0.144 ²¹	02.823 ¹⁰⁰	.3353 ¹²⁰	-0.038 ³⁵	02.518 ⁸⁷	.4066 ⁸⁵	-0.195 ²⁰	00.936 ¹¹⁶
310	.3563 ¹⁷⁵	+0.165 ¹⁴	02.923 ⁹²	.3233 ¹¹⁶	-0.073 ³²	02.605 ⁸²	.3981 ⁹²	-0.215 ¹²	01.052 ¹¹²
320	.3388 ¹⁶⁵	+0.179 ⁹	03.015 ⁸⁵	.3117 ¹⁰⁷	-0.105 ²⁷	02.687 ⁷⁸	.3889 ⁹⁴	-0.227 ⁵	01.164 ¹⁰⁷
330	.3223 ¹⁴⁹	+0.188 ³	03.100 ⁷⁹	.3010 ⁹⁷	-0.132 ²²	02.765 ⁷⁴	.3795 ⁹⁴	-0.232 ²	01.271 ¹⁰²
340	.3074 ¹³¹	+0.191 ³	03.179 ⁷⁴	.2913 ⁸³	-0.154 ¹⁷	02.839 ⁷²	.3701 ⁹¹	-0.230 ¹⁰	01.373 ⁹⁸
350	.2943 ¹⁰⁹	+0.188 ⁷	03.253 ⁷⁰	.2830 ⁶⁸	-0.171 ¹²	02.911 ⁶⁹	.3610 ⁸⁵	-0.220 ¹⁵	01.471 ⁹⁴
360	.2834	+0.181	03.323	.2762	-0.183	02.980	.3525	-0.205	01.565
	<i>T</i> 1900.001	<i>e</i> 0.2308		<i>T</i> 1848.001	<i>e</i> 0.1567		<i>T</i> 1858.495	<i>e</i> 0.1233	
	<i>M</i> 9° 5'3	<i>a</i> 2.386		<i>M</i> 35° 53'	<i>a</i> 2.202		<i>M</i> 57° 5'	<i>a</i> 2.387	
	<i>ω</i> 141 31	<i>μ</i> 97°66		<i>ω</i> 282 38	<i>μ</i> 110°22		<i>ω</i> 2 32	<i>μ</i> 97°64	
	<i>Ω</i> 260 34			<i>Ω</i> 110 17			<i>Ω</i> 68 31		
	<i>i</i> 5 28	<i>U</i> 3°686		<i>i</i> 5 53.1	<i>U</i> 3°266		<i>i</i> 5 36	<i>U</i> 3°688	

<i>l</i>	(10) Hygiea			(11) Parthenope			(12) Victoria		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.5202	+0.213	96.226	.3529	-0.149	01.478	.2960	+0.240	00.658
10	.5277	+0.224	96.403	.3579	-0.167	01.570	.3102	+0.215	00.734
20	.5341	+0.228	96.586	.3637	-0.181	01.664	.3260	+0.182	00.815
30	.5392	+0.224	96.774	.3702	-0.189	01.761	.3428	+0.140	00.903
40	.5428	+0.212	96.965	.3774	-0.192	01.861	.3602	+0.091	00.998
50	.5447	+0.193	97.158	.3850	-0.190	01.965	.3777	+0.034	01.101
60	.5448	+0.168	97.353	.3928	-0.182	02.072	.3945	-0.028	01.213
70	.5431	+0.136	97.547	.4004	-0.167	02.183	.4101	-0.094	01.333
80	.5398	+0.101	97.739	.4077	-0.147	02.298	.4239	-0.162	01.462
90	.5348	+0.062	97.927	.4144	-0.121	02.417	.4352	-0.227	01.598
100	.5284	+0.023	98.110	.4202	-0.091	02.539	.4436	-0.287	01.741
110	.5208	-0.016	98.287	.4250	-0.057	02.664	.4486	-0.337	01.888
120	.5123	-0.053	98.458	.4285	-0.020	02.792	.4502	-0.375	02.038
130	.5033	-0.087	98.622	.4305	+0.018	02.921	.4484	-0.399	02.187
140	.4940	-0.117	98.780	.4310	+0.056	03.051	.4434	-0.407	02.334
150	.4847	-0.142	98.931	.4298	+0.091	03.181	.4351	-0.400	02.477
160	.4758	-0.162	99.076	.4272	+0.123	03.310	.4244	-0.379	02.613
170	.4675	-0.176	99.215	.4233	+0.151	03.437	.4116	-0.346	02.742
180	.4600	-0.185	99.349	.4182	+0.173	03.561	.3971	-0.303	02.863
190	.4535	-0.189	99.479	.4121	+0.189	03.682	.3815	-0.253	02.976
200	.4482	-0.187	99.605	.4053	+0.199	03.799	.3654	-0.199	03.081
210	.4442	-0.180	99.728	.3980	+0.202	03.913	.3491	-0.142	03.179
220	.4416	-0.168	99.850	.3905	+0.198	04.023	.3331	-0.085	03.270
230	.4403	-0.152	99.971	.3830	+0.189	04.129	.3179	-0.030	03.354
240	.4405	-0.132	00.091	.3758	+0.175	04.232	.3038	+0.023	03.433
250	.4421	-0.108	00.212	.3690	+0.156	04.331	.2910	+0.072	03.507
260	.4451	-0.081	00.334	.3627	+0.133	04.427	.2800	+0.116	03.577
270	.4493	-0.051	00.458	.3572	+0.107	04.521	.2709	+0.156	03.644
280	.4547	-0.019	00.585	.3525	+0.078	04.613	.2639	+0.190	03.708
290	.4612	+0.014	00.715	.3488	+0.048	04.703	.2593	+0.218	03.771
300	.4686	+0.048	00.850	.3461	+0.017	04.791	.2571	+0.240	03.833
310	.4767	+0.082	00.990	.3445	-0.015	04.879	.2574	+0.257	03.894
320	.4854	+0.115	01.135	.3439	-0.045	04.966	.2602	+0.267	03.956
330	.4943	+0.145	01.286	.3445	-0.075	05.053	.2656	+0.271	04.020
340	.5033	+0.172	01.443	.3462	-0.102	05.141	.2734	+0.268	04.085
350	.5120	+0.195	01.607	.3490	-0.127	05.229	.2836	+0.258	04.153
360	.5202	+0.213	01.777	.3529	-0.149	05.319	.2960	+0.240	04.224
	<i>T</i> 1898.970	<i>e</i> 0.1200		<i>T</i> 1901.817	<i>e</i> 0.0999		<i>T</i> 1850.999	<i>e</i> 0.2189	
	<i>M</i> 291° 20'	<i>a</i> 3.135		<i>M</i> 65° 59'	<i>a</i> 2.452		<i>M</i> 66° 3'	<i>a</i> 2.334	
	<i>ω</i> 308 58	<i>μ</i> 64° 85		<i>ω</i> 193 25	<i>μ</i> 93° 74		<i>ω</i> 66 5	<i>μ</i> 100° 92	
	<i>Ω</i> 285 49			<i>Ω</i> 125 17			<i>Ω</i> 235 34.5		
	<i>i</i> 3 48.8	<i>U</i> 5 ³ 551		<i>i</i> 4 37.9	<i>U</i> 3 ⁸ 841		<i>i</i> 8 23.3	<i>U</i> 3 ⁵ 566	

Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von 307 kleinen Planeten. 9

l	(13) Egeria			(14) Irene			(15) Eunomia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4190 ³¹	-0.533 ¹¹⁰	00.040 ¹²⁴	.4730 ¹²	-0.477 ¹³	02.925 ¹⁵⁶	.3322 ⁵⁶	+0.408 ²⁰	99.597 ⁸¹
10	.4159 ³⁹	-0.423 ¹²¹	00.164 ¹²²	.4718 ³³	-0.464 ²⁹	03.081 ¹⁵⁵	.3266 ³⁰	+0.428 ⁹	99.678 ⁸⁰
20	.4120 ⁴⁹	-0.302 ¹²⁹	00.286 ¹²⁰	.4685 ⁵⁴	-0.435 ⁴⁴	03.236 ¹⁵¹	.3236 ⁶	+0.437 ²	99.758 ⁷⁸
30	.4071 ⁵⁸	-0.173 ¹³¹	00.406 ¹¹⁷	.4631 ⁷³	-0.391 ⁵⁶	03.387 ¹⁴⁷	.3230 ²⁰	+0.435 ¹³	99.836 ⁷⁹
40	.4013 ⁶⁷	-0.042 ¹²⁹	00.523 ¹¹³	.4558 ⁹⁰	-0.335 ⁶⁵	03.534 ¹⁴²	.3250 ⁴⁶	+0.422 ²³	99.915 ⁸¹
50	.3946 ⁷³	+0.087 ¹²²	00.636 ¹¹⁰	.4468 ¹⁰⁴	-0.270 ⁷¹	03.676 ¹³⁶	.3296 ⁶⁷	+0.399 ³⁵	99.996 ⁸²
60	.3873 ⁷⁵	+0.209 ¹¹²	00.746 ¹⁰⁶	.4364 ¹¹⁴	-0.199 ⁷⁴	03.812 ¹²⁸	.3363 ⁸⁹	+0.364 ⁴⁵	00.078 ⁸⁵
70	.3798 ⁷³	+0.321 ⁹⁹	00.852 ¹⁰²	.4250 ¹²²	-0.125 ⁷⁵	03.940 ¹²²	.3452 ¹⁰⁸	+0.319 ⁵⁶	00.163 ⁸⁹
80	.3725 ⁶⁶	+0.420 ⁸³	00.954 ⁹⁹	.4128 ¹²⁵	-0.050 ⁷¹	04.062 ¹¹⁵	.3560 ¹²²	+0.263 ⁶⁷	00.252 ⁹⁴
90	.3659 ⁵⁵	+0.503 ⁶⁷	01.053 ⁹⁷	.4003 ¹²⁴	+0.021 ⁶⁸	04.177 ¹⁰⁹	.3682 ¹³⁴	+0.196 ⁷⁶	00.346 ¹⁰⁰
100	.3604 ⁴¹	+0.570 ⁵⁰	01.150 ⁹⁴	.3879 ¹¹⁹	+0.089 ⁶¹	04.286 ¹⁰³	.3816 ¹⁴⁰	+0.120 ⁸⁵	00.446 ¹⁰⁶
110	.3563 ²³	+0.620 ³³	01.244 ⁹³	.3760 ¹¹²	+0.150 ⁵³	04.389 ⁹⁸	.3956 ¹⁴³	+0.035 ⁹²	00.552 ¹¹⁴
120	.3540 ³	+0.653 ¹⁶	01.337 ⁹²	.3648 ¹⁰¹	+0.203 ⁴⁵	04.487 ⁹³	.4099 ¹⁴⁰	-0.057 ⁹⁶	00.666 ¹²¹
130	.3537 ¹⁶	+0.669 ¹	01.429 ⁹³	.3547 ⁸⁶	+0.248 ³⁷	04.580 ⁸⁹	.4239 ¹³⁵	-0.153 ⁹⁷	00.787 ¹²⁹
140	.3553 ³⁷	+0.668 ¹⁸	01.522 ⁹⁴	.3461 ⁶⁸	+0.285 ²⁸	04.669 ⁸⁶	.4374 ¹²⁴	-0.250 ⁹⁵	00.916 ¹³⁸
150	.3590 ⁵⁵	+0.650 ³⁷	01.616 ⁹⁵	.3393 ⁴⁹	+0.313 ¹⁹	04.755 ⁸³	.4498 ¹¹¹	-0.345 ⁸⁸	01.054 ¹⁴⁶
160	.3645 ⁷¹	+0.613 ⁵⁴	01.711 ⁹⁹	.3344 ²⁹	+0.332 ¹⁰	04.838 ⁸²	.4609 ⁹⁶	-0.433 ⁷⁷	01.198 ¹⁵²
170	.3716 ⁸¹	+0.559 ⁷²	01.810 ¹⁰²	.3315 ⁹	+0.342 ²	04.920 ⁸²	.4705 ⁷⁵	-0.510 ⁶¹	01.350 ¹⁵⁸
180	.3797 ⁸⁹	+0.487 ⁸⁹	01.912 ¹⁰⁶	.3306 ¹⁴	+0.344 ⁸	05.002 ⁸¹	.4780 ⁵⁴	-0.571 ⁴³	01.508 ¹⁶²
190	.3886 ⁹⁰	+0.398 ¹⁰⁶	02.018 ¹¹¹	.3320 ³⁵	+0.336 ¹⁶	05.083 ⁸²	.4834 ³³	-0.614 ²²	01.670 ¹⁶⁶
200	.3976 ⁸⁶	+0.292 ¹¹⁹	02.129 ¹¹⁵	.3355 ⁵⁴	+0.320 ²⁵	05.165 ⁸⁴	.4867 ⁹	-0.636 ¹	01.836 ¹⁶⁸
210	.4062 ⁷⁸	+0.173 ¹³⁰	02.244 ¹²⁰	.3409 ⁷²	+0.295 ³³	05.249 ⁸⁷	.4876 ¹⁴	-0.635 ²⁴	02.004 ¹⁶⁷
220	.4140 ⁶⁵	+0.043 ¹³⁶	02.364 ¹²⁴	.3481 ⁸⁹	+0.262 ⁴²	05.336 ⁹⁰	.4862 ³⁸	-0.611 ⁴⁵	02.171 ¹⁶⁵
230	.4205 ⁵²	-0.093 ¹³⁶	02.488 ¹²⁷	.3570 ¹⁰³	+0.220 ⁵⁰	05.426 ⁹⁴	.4824 ⁶²	-0.566 ⁶⁴	02.336 ¹⁶²
240	.4257 ³⁶	-0.229 ¹³¹	02.615 ¹³⁰	.3673 ¹¹³	+0.170 ⁵⁸	05.520 ⁹⁹	.4762 ⁸³	-0.502 ⁷⁹	02.498 ¹⁵⁶
250	.4293 ²¹	-0.360 ¹²⁰	02.745 ¹³²	.3786 ¹¹⁹	+0.112 ⁶⁴	05.619 ¹⁰⁴	.4679 ¹⁰²	-0.423 ⁹¹	02.654 ¹⁵⁰
260	.4314 ⁹	-0.480 ¹⁰⁵	02.877 ¹³²	.3905 ¹²⁴	+0.048 ⁷⁰	05.723 ¹¹⁰	.4577 ¹²¹	-0.332 ⁹⁷	02.804 ¹⁴²
270	.4323 ²	-0.585 ⁸⁷	03.009 ¹³³	.4029 ¹²³	-0.022 ⁷²	05.833 ¹¹⁶	.4456 ¹³³	-0.235 ¹⁰⁰	02.946 ¹³⁴
280	.4321 ⁹	-0.672 ⁶⁵	03.142 ¹³²	.4152 ¹¹⁹	-0.094 ⁷⁴	05.949 ¹²³	.4323 ¹⁴²	-0.135 ⁹⁸	03.080 ¹²⁶
290	.4312 ¹³	-0.737 ⁴¹	03.274 ¹³²	.4271 ¹¹¹	-0.168 ⁷²	06.072 ¹³⁰	.4181 ¹⁴⁶	-0.037 ⁹³	03.206 ¹¹⁸
300	.4299 ¹⁵	-0.778 ¹⁷	03.406 ¹³⁰	.4382 ¹⁰⁰	-0.240 ⁶⁸	06.202 ¹³⁷	.4035 ¹⁴⁷	+0.056 ⁸⁵	03.324 ¹¹⁰
310	.4284 ¹⁶	-0.795 ⁷	03.536 ¹³⁰	.4482 ⁸⁷	-0.308 ⁶⁰	06.339 ¹⁴³	.3888 ¹⁴¹	+0.141 ⁷⁶	03.434 ¹⁰³
320	.4268 ¹⁶	-0.788 ³¹	03.666 ¹²⁹	.4569 ⁷⁰	-0.368 ⁴⁹	06.482 ¹⁴⁸	.3747 ¹³¹	+0.217 ⁶⁵	03.537 ⁹⁷
330	.4252 ¹⁷	-0.757 ⁵⁴	03.795 ¹²⁸	.4639 ⁵¹	-0.417 ³⁶	06.630 ¹⁵²	.3616 ¹¹⁷	+0.282 ⁵³	03.634 ⁹¹
340	.4235 ²⁰	-0.703 ⁷⁶	03.923 ¹²⁷	.4690 ³⁰	-0.453 ²⁰	06.782 ¹⁵⁵	.3499 ⁹⁹	+0.335 ⁴²	03.725 ⁸⁷
350	.4215 ²⁵	-0.627 ⁹⁴	04.050 ¹²⁵	.4720 ¹⁰	-0.473 ⁴	06.937 ¹⁵⁶	.3400 ⁷⁸	+0.377 ³¹	03.812 ⁸³
360	.4190	-0.533	04.175	.4730	-0.477	07.093	.3322	+0.408	03.895
T 1849.999 e 0.0871			T 1898.751 e 0.1624			T 1854.000 e 0.1873			
M 210°46'6 a 2.577			M 180°48' a 2.590			M 122° 5'5 a 2.644			
ω 76 58.4 μ 87°06			ω 92 3 μ 86°38			ω 94 0 μ 83°76			
Ω 43 11.6			Ω 86 57			Ω 293 52			
i 16 32.4 U 4°135			i 9 7.5 U 4°168			i 11 44.4 U 4°298			

<i>l</i>	(16) Psyche			(17) Thetis			(18) Melpomene		
	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>
0°	.4038	-0.067	00.214	.3917	-0.198	00.498	.2550	-0.161	05.307
10	.4019 ¹⁹	-0.086 ¹⁹	00.319 ¹⁰⁵	.4012 ⁹⁵	-0.224 ²⁶	00.609 ¹¹¹	.2517 ³³	-0.205 ⁴⁴	05.368 ⁶¹
20	.4015 ⁴	-0.103 ¹⁷	00.423 ¹⁰⁴	.4104 ⁹²	-0.244 ²⁰	00.724 ¹¹⁵	.2506 ¹¹	-0.244 ³⁹	05.429 ⁶¹
30	.4028 ¹³	-0.117 ¹⁴	00.528 ¹⁰⁵	.4194 ⁹⁰	-0.257 ¹³	00.845 ¹²¹	.2519 ¹³	-0.277 ³³	05.489 ⁶⁰
40	.4056 ²⁸	-0.128 ¹¹	00.634 ¹⁰⁶	.4276 ⁸²	-0.262 ⁵	00.971 ¹²⁶	.2557 ³⁸	-0.303 ²⁶	05.551 ⁶²
50	.4100 ⁴⁴	-0.136 ⁸	00.741 ¹⁰⁷	.4346 ⁷⁰	-0.258 ⁴	01.102 ¹³¹	.2620 ⁶³	-0.322 ¹⁹	05.614 ⁶³
60	.4158 ⁵⁸	-0.140 ⁰	00.851 ¹¹⁰	.4401 ⁵⁵	-0.245 ¹³	01.236 ¹³⁴	.2707 ⁸⁷	-0.334 ¹²	05.679 ⁶⁵
70	.4229 ⁷¹	-0.140 ⁴	00.964 ¹¹³	.4440 ³⁹	-0.224 ²¹	01.373 ¹³⁷	.2818 ¹¹¹	-0.337 ³	05.747 ⁶⁸
80	.4311 ⁸²	-0.137 ³	01.082 ¹¹⁸	.4461 ²¹	-0.194 ³⁰	01.512 ¹³⁹	.2950 ¹³²	-0.332 ⁵	05.819 ⁷²
90	.4403 ⁹²	-0.129 ⁸	01.204 ¹²²	.4461 ⁰	-0.158 ³⁶	01.652 ¹⁴⁰	.3101 ¹⁵¹	-0.316 ¹⁶	05.896 ⁷⁷
100	.4502 ⁹⁹	-0.117 ¹²	01.332 ¹²⁸	.4442 ¹⁹	-0.116 ⁴²	01.791 ¹³⁹	.3267 ¹⁶⁶	-0.291 ²⁵	05.978 ⁸²
110	.4606 ¹⁰⁴	-0.101 ¹⁶	01.466 ¹³⁴	.4403 ³⁹	-0.071 ⁴⁵	01.928 ¹³⁷	.3443 ¹⁷⁶	-0.255 ³⁶	06.068 ⁹⁰
120	.4712 ¹⁰⁶	-0.081 ²⁰	01.606 ¹⁴⁰	.4345 ⁵⁸	-0.024 ⁴⁷	02.062 ¹³⁴	.3624 ¹⁸¹	-0.207 ⁴⁸	06.165 ⁹⁷
130	.4816 ¹⁰⁴	-0.057 ²⁴	01.754 ¹⁴⁸	.4271 ⁷⁴	+0.022 ⁴⁶	02.192 ¹³⁰	.3803 ¹⁷⁹	-0.148 ⁵⁹	06.270 ¹⁰⁵
140	.4914 ⁹⁸	-0.030 ²⁷	01.908 ¹⁵⁴	.4184 ⁸⁷	+0.066 ⁴⁴	02.318 ¹²⁶	.3971 ¹⁶⁸	-0.078 ⁷⁰	06.385 ¹¹⁵
150	.5002 ⁸⁸	-0.002 ²⁸	02.069 ¹⁶¹	.4087 ⁹⁷	+0.106 ⁴⁰	02.438 ¹²⁰	.4123 ¹⁵²	-0.000 ⁷⁸	06.508 ¹²³
160	.5078 ⁷⁶	+0.028 ³⁰	02.236 ¹⁶⁷	.3984 ¹⁰³	+0.140 ³⁴	02.553 ¹¹⁵	.4250 ¹²⁷	+0.082 ⁸²	06.639 ¹³¹
170	.5139 ⁶¹	+0.058 ³⁰	02.409 ¹⁷³	.3879 ¹⁰⁵	+0.169 ²⁹	02.663 ¹¹⁰	.4346 ⁹⁶	+0.166 ⁸⁴	06.778 ¹³⁹
180	.5182 ⁴³	+0.087 ²⁹	02.586 ¹⁷⁷	.3776 ¹⁰³	+0.192 ²³	02.767 ¹⁰⁴	.4407 ⁶¹	+0.246 ⁸⁰	06.921 ¹⁴³
190	.5204 ²²	+0.113 ²⁶	02.765 ¹⁷⁹	.3678 ⁹⁸	+0.207 ¹⁵	02.867 ¹⁰⁰	.4432 ²⁵	+0.319 ⁷³	07.067 ¹⁴⁶
200	.5206 ²	+0.135 ²²	02.946 ¹⁸¹	.3587 ⁹¹	+0.216 ⁹	02.962 ⁹⁵	.4419 ¹³	+0.379 ⁶⁰	07.214 ¹⁴⁷
210	.5187 ¹⁹	+0.153 ¹⁸	03.126 ¹⁸⁰	.3507 ⁸⁰	+0.219 ³	03.054 ⁹²	.4372 ⁴⁷	+0.424 ⁴⁵	07.358 ¹⁴⁴
220	.5149 ³⁸	+0.165 ¹²	03.304 ¹⁷⁸	.3438 ⁶⁹	+0.216 ³	03.142 ⁸⁸	.4291 ⁸¹	+0.452 ²⁸	07.499 ¹⁴¹
230	.5093 ⁵⁶	+0.171 ⁶	03.477 ¹⁷³	.3382 ⁵⁶	+0.207 ⁹	03.228 ⁸⁶	.4183 ¹⁰⁸	+0.462 ¹⁰	07.633 ¹³⁴
240	.5022 ⁷¹	+0.171 ⁰	03.646 ¹⁶⁹	.3342 ⁴⁰	+0.192 ¹⁵	03.312 ⁸⁴	.4056 ¹²⁷	+0.456 ⁶	07.760 ¹²⁷
250	.4937 ⁸⁵	+0.165 ⁶	03.809 ¹⁶³	.3317 ²⁵	+0.173 ¹⁹	03.395 ⁸³	.3914 ¹⁴²	+0.434 ²²	07.880 ¹²⁰
260	.4842 ⁹⁵	+0.154 ¹¹	03.965 ¹⁵⁶	.3307 ¹⁰	+0.149 ²⁴	03.477 ⁸²	.3762 ¹⁵²	+0.400 ³⁴	07.992 ¹¹²
270	.4742 ¹⁰⁰	+0.139 ¹⁵	04.114 ¹⁴⁹	.3313 ⁶	+0.121 ²⁸	03.559 ⁸²	.3606 ¹⁵⁶	+0.356 ⁴⁴	08.096 ¹⁰⁴
280	.4639 ¹⁰³	+0.121 ¹⁸	04.257 ¹⁴³	.3334 ²¹	+0.090 ³¹	03.642 ⁸³	.3450 ¹⁵⁶	+0.304 ⁵²	08.193 ⁹⁷
290	.4537 ¹⁰²	+0.099 ²²	04.393 ¹³⁶	.3369 ³⁵	+0.056 ³⁴	03.726 ⁸⁴	.3296 ¹⁵⁴	+0.246 ⁵⁸	08.283 ⁹⁰
300	.4438 ⁹⁹	+0.076 ²³	04.523 ¹³⁰	.3418 ⁴⁹	+0.019 ³⁷	03.812 ⁸⁶	.3150 ¹⁴⁶	+0.185 ⁶¹	08.367 ⁸⁴
310	.4344 ⁹⁴	+0.051 ²⁵	04.647 ¹²⁴	.3479 ⁶¹	-0.019 ³⁸	03.900 ⁸⁸	.3013 ¹³⁷	+0.123 ⁶²	08.446 ⁷⁹
320	.4259 ⁸⁵	+0.026 ²⁵	04.766 ¹¹⁹	.3551 ⁷²	-0.057 ³⁸	03.990 ⁹⁰	.2888 ¹²⁵	+0.061 ⁶²	08.520 ⁷⁴
330	.4185 ⁷⁴	+0.001 ²⁵	04.881 ¹¹⁵	.3632 ⁸¹	-0.095 ³⁸	04.083 ⁹³	.2778 ¹¹⁰	+0.000 ⁶¹	08.591 ⁷¹
340	.4122 ⁶³	-0.023 ²⁴	04.992 ¹¹¹	.3720 ⁸⁸	-0.132 ³⁷	04.180 ⁹⁷	.2683 ⁹⁵	-0.057 ⁵⁷	08.658 ⁶⁷
350	.4073 ⁴⁹	-0.046 ²³	05.101 ¹⁰⁹	.3814 ⁹⁴	-0.167 ³⁵	04.282 ¹⁰²	.2607 ⁷⁶	-0.111 ⁵⁴	08.722 ⁶⁴
360	.4038 ³⁵	-0.067 ²¹	05.207 ¹⁰⁶	.3917 ⁹⁷	-0.198 ³¹	04.388 ¹⁰⁶	.2550 ⁵⁷	-0.161 ⁵⁰	08.785 ⁶³
	<i>T</i> 1899.569	<i>e</i> 0.1364		<i>T</i> 1904.883	<i>e</i> 0.1323		<i>T</i> 1854.000	<i>e</i> 0.2176	
	<i>M</i> 301° 1'5	<i>a</i> 2.921		<i>M</i> 127° 25'	<i>a</i> 2.473		<i>M</i> 80° 5'	<i>a</i> 2.296	
	ω 226 3	μ 72°10		ω 138 17	μ 92°54		ω 225 1	μ 103°51	
	Ω 150 32			Ω 125 7			Ω 150 4		
	<i>i</i> 3 4.5	<i>U</i> 4°993		<i>i</i> 5 36.5	<i>U</i> 3°890		<i>i</i> 10 9.3	<i>U</i> 3°478	

l	(19) Fortuna			(20) Massalia			(21) Lutetia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3219	+0.029	98.655	.3843	+0.013	97.576	.3190	-0.111	98.082
10	.3174	+0.020	98.734	.3733	+0.008	97.680	.3258	-0.108	98.162
20	.3145	+0.011	98.811	.3625	+0.003	97.778	.3341	-0.101	98.244
30	.3134	+0.001	98.887	.3522	-0.002	97.872	.3438	-0.092	98.330
40	.3141	-0.009	98.963	.3429	-0.006	97.961	.3546	-0.079	98.421
50	.3165	-0.018	99.040	.3346	-0.010	98.047	.3664	-0.064	98.516
60	.3207	-0.027	99.118	.3275	-0.014	98.130	.3787	-0.045	98.616
70	.3266	-0.036	99.198	.3218	-0.017	98.210	.3911	-0.024	98.722
80	.3340	-0.044	99.281	.3176	-0.020	98.289	.4034	-0.001	98.835
90	.3428	-0.051	99.366	.3151	-0.022	98.367	.4151	+0.023	98.954
100	.3528	-0.057	99.455	.3142	-0.024	98.444	.4258	+0.048	99.079
110	.3638	-0.061	99.549	.3149	-0.025	98.521	.4350	+0.072	99.210
120	.3754	-0.064	99.648	.3173	-0.025	98.598	.4425	+0.095	99.347
130	.3874	-0.065	99.753	.3213	-0.024	98.677	.4477	+0.115	99.488
140	.3995	-0.064	99.863	.3268	-0.023	98.757	.4506	+0.131	99.631
150	.4112	-0.061	99.979	.3338	-0.021	98.840	.4510	+0.143	99.775
160	.4221	-0.055	00.102	.3420	-0.019	98.926	.4490	+0.149	99.919
170	.4317	-0.048	00.231	.3513	-0.016	99.015	.4445	+0.150	00.060
180	.4398	-0.038	00.365	.3614	-0.012	99.108	.4378	+0.146	00.198
190	.4459	-0.027	00.503	.3722	-0.008	99.206	.4292	+0.137	00.331
200	.4498	-0.015	00.645	.3832	-0.003	99.309	.4191	+0.123	00.459
210	.4513	-0.002	00.788	.3942	+0.002	99.417	.4078	+0.106	00.580
220	.4504	+0.012	00.932	.4048	+0.007	99.531	.3958	+0.087	00.695
230	.4470	+0.024	01.074	.4146	+0.012	99.650	.3835	+0.066	00.804
240	.4413	+0.036	01.214	.4232	+0.017	99.775	.3712	+0.044	00.907
250	.4336	+0.046	01.349	.4304	+0.022	99.904	.3594	+0.022	01.004
260	.4242	+0.054	01.479	.4358	+0.026	00.037	.3483	+0.001	01.096
270	.4135	+0.060	01.603	.4392	+0.029	00.173	.3382	-0.019	01.184
280	.4020	+0.063	01.721	.4404	+0.032	00.310	.3293	-0.038	01.268
290	.3900	+0.065	01.832	.4394	+0.033	00.447	.3219	-0.056	01.349
300	.3780	+0.064	01.938	.4362	+0.032	00.583	.3161	-0.071	01.427
310	.3663	+0.062	02.038	.4310	+0.031	00.716	.3120	-0.084	01.503
320	.3551	+0.058	02.133	.4240	+0.029	00.846	.3097	-0.095	01.579
330	.3449	+0.052	02.224	.4155	+0.026	00.971	.3093	-0.103	01.655
340	.3358	+0.045	02.310	.4058	+0.022	01.091	.3107	-0.108	01.730
350	.3281	+0.038	02.393	.3952	+0.018	01.205	.3140	-0.111	01.807
360	.3219	+0.029	02.473	.3843	+0.013	01.314	.3190	-0.111	01.883
T 1904.169 e 0.1576			T 1899.241 e 0.1443			T 1853.003 e 0.1621			
M 137° 14' 5 a 2.443			M 76° 24' a 2.409			M 74° 20' a 2.436			
ω 179 57 μ 94° 30			ω 253 51 μ 96° 30			ω 246 30 μ 94° 72			
Ω 211 8			Ω 206 38			Ω 80 28			
i 1 33 U 3 ^h 818			i 0 41 U 3 ^h 738			i 3 5.2 U 3 ^h 801			

<i>l</i>	(22) Kalliope			(23) Thalia			(24) Themis		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4279	-0.600	96.732	.4501	-0.470	99.100	.5372	-0.028	95.318
10	.4241	-0.541	96.852	.4338	-0.414	99.237	.5295	-0.020	95.503
20	.4213	-0.468	96.969	.4168	-0.349	99.364	.5206	-0.012	95.681
30	.4196	-0.382	97.086	.3999	-0.278	99.481	.5109	-0.004	95.852
40	.4188	-0.286	97.202	.3832	-0.203	99.590	.5006	+0.003	96.015
50	.4187	-0.182	97.318	.3671	-0.128	99.691	.4903	+0.011	96.170
60	.4191	-0.073	97.434	.3522	-0.055	99.785	.4799	+0.017	96.318
70	.4200	+0.039	97.550	.3386	+0.015	99.873	.4701	+0.023	96.459
80	.4213	+0.150	97.667	.3265	+0.081	99.956	.4610	+0.028	96.594
90	.4231	+0.258	97.784	.3163	+0.141	00.035	.4529	+0.032	96.724
100	.4255	+0.359	97.903	.3083	+0.195	00.110	.4459	+0.035	96.850
110	.4285	+0.451	98.023	.3025	+0.243	00.183	.4402	+0.037	96.972
120	.4322	+0.531	98.145	.2992	+0.283	00.255	.4359	+0.038	97.091
130	.4368	+0.598	98.270	.2984	+0.317	00.326	.4331	+0.038	97.208
140	.4422	+0.648	98.397	.3004	+0.343	00.397	.4319	+0.037	97.324
150	.4486	+0.682	98.528	.3052	+0.361	00.469	.4323	+0.034	97.440
160	.4558	+0.697	98.663	.3126	+0.370	00.543	.4343	+0.031	97.556
170	.4636	+0.691	98.803	.3226	+0.370	00.620	.4378	+0.027	97.674
180	.4716	+0.664	98.948	.3351	+0.361	00.702	.4427	+0.023	97.795
190	.4797	+0.615	99.099	.3499	+0.341	00.788	.4490	+0.017	97.919
200	.4873	+0.545	99.255	.3665	+0.311	00.882	.4565	+0.011	98.046
210	.4940	+0.454	99.415	.3846	+0.268	00.983	.4651	+0.004	98.178
220	.4994	+0.345	99.582	.4036	+0.213	01.093	.4746	-0.003	98.316
230	.5030	+0.222	99.752	.4229	+0.146	01.213	.4846	-0.011	98.461
240	.5044	+0.089	99.923	.4419	+0.068	01.344	.4950	-0.018	98.612
250	.5036	-0.047	00.095	.4595	-0.020	01.487	.5054	-0.025	98.771
260	.5005	-0.180	00.265	.4751	-0.113	01.642	.5155	-0.032	98.937
270	.4954	-0.304	00.432	.4882	-0.209	01.807	.5249	-0.038	99.111
280	.4886	-0.415	00.595	.4980	-0.302	01.980	.5333	-0.043	99.292
290	.4806	-0.508	00.752	.5040	-0.386	02.161	.5403	-0.047	99.480
300	.4718	-0.582	00.903	.5062	-0.456	02.344	.5458	-0.049	99.674
310	.4629	-0.635	01.048	.5046	-0.509	02.528	.5494	-0.049	99.871
320	.4542	-0.667	01.187	.4992	-0.541	02.709	.5510	-0.048	00.071
330	.4461	-0.678	01.321	.4904	-0.552	02.884	.5504	-0.045	00.271
340	.4389	-0.670	01.450	.4789	-0.542	03.051	.5479	-0.041	00.470
350	.4329	-0.644	01.576	.4653	-0.514	03.209	.5434	-0.035	00.666
360	.4279	-0.600	01.698	.4501	-0.470	03.357	.5372	-0.028	00.857
	<i>T</i> 1898.751	<i>e</i> 0.0979		<i>T</i> 1900.007	<i>e</i> 0.2343		<i>T</i> 1897.984	<i>e</i> 0.1364	
	<i>M</i> 96° 35'	<i>a</i> 2.911		<i>M</i> 337° 2'	<i>a</i> 2.6265		<i>M</i> 40° 55'	<i>a</i> 3.130	
	<i>ω</i> 351 57	<i>μ</i> 72° 48		<i>ω</i> 56 0	<i>μ</i> 84° 56		<i>ω</i> 106 59	<i>μ</i> 65° 00	
	<i>Ω</i> 66 33			<i>Ω</i> 67 50			<i>Ω</i> 35 39		
	<i>i</i> 13 43.6	<i>U</i> 4° 966		<i>i</i> 10 13.0	<i>U</i> 4° 257		<i>i</i> 0 48	<i>U</i> 5° 539	

l	(25) Phocaea			(26) Proserpina			(27) Euterpe		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.2822 ²⁰⁰	+0.427 ¹⁰¹	98.859 ⁷⁶	.4419 ⁵⁶	-0.125 ²²	98.222 ¹³³	.3544 ¹²⁷	-0.063 ²	96.600 ⁹²
10	.3022 ²¹³	+0.326 ¹²¹	98.935 ⁸⁵	.4475 ⁴⁹	-0.103 ²⁵	98.355 ¹³⁷	.3417 ¹²⁰	-0.061 ⁴	96.692 ⁸⁶
20	.3235 ²¹⁴	+0.205 ¹⁴⁰	99.020 ⁹³	.4524 ³⁸	-0.078 ²⁹	98.492 ¹³⁸	.3297 ¹⁰⁹	-0.057 ⁵	96.778 ⁸²
30	.3449 ²⁰⁶	+0.065 ¹⁵⁷	99.113 ¹⁰²	.4562 ²⁷	-0.049 ³⁰	98.630 ¹⁴¹	.3188 ⁹⁵	-0.052 ⁶	96.860 ⁷⁸
40	.3655 ¹⁹⁰	-0.092 ¹⁶⁹	99.215 ¹¹²	.4589 ¹⁴	-0.019 ³²	98.771 ¹⁴³	.3093 ⁸⁰	-0.046 ⁷	96.938 ⁷⁵
50	.3845 ¹⁶⁸	-0.261 ¹⁷³	99.327 ¹²²	.4603 ²	+0.013 ³¹	98.914 ¹⁴³	.3013 ⁶²	-0.039 ⁸	97.013 ⁷³
60	.4013 ¹⁴⁰	-0.434 ¹⁶⁸	99.449 ¹³¹	.4605 ¹²	+0.044 ³⁰	99.057 ¹⁴³	.2951 ⁴⁴	-0.031 ⁹	97.086 ⁷¹
70	.4153 ¹¹⁵	-0.602 ¹⁵⁶	99.580 ¹³⁸	.4593 ²⁵	+0.074 ²⁷	99.200 ¹⁴¹	.2907 ²⁵	-0.022 ⁹	97.157 ⁷⁰
80	.4268 ⁸⁷	-0.758 ¹³⁵	99.718 ¹⁴⁶	.4568 ³⁶	+0.101 ²³	99.341 ¹³⁹	.2882 ⁶	-0.013 ⁹	97.227 ⁶⁹
90	.4355 ⁵⁹	-0.893 ¹⁰⁵	99.864 ¹⁵⁰	.4532 ⁴⁵	+0.124 ¹⁹	99.480 ¹³⁷	.2876 ¹⁴	-0.004 ¹⁰	97.296 ⁶⁹
100	.4414 ³⁶	-0.998 ⁷²	00.014 ¹⁵⁴	.4487 ⁵⁴	+0.143 ¹⁴	99.617 ¹³⁴	.2890 ³³	+0.006 ⁹	97.365 ⁷⁰
110	.4450 ¹⁵	-1.070 ³⁵	00.168 ¹⁵⁵	.4433 ⁶⁰	+0.157 ⁸	99.751 ¹³⁰	.2923 ⁵¹	+0.015 ⁹	97.435 ⁷²
120	.4465 ⁶	-1.105 ⁴	00.323 ¹⁵⁶	.4373 ⁶⁴	+0.165 ⁴	99.881 ¹²⁷	.2974 ⁶⁹	+0.024 ⁹	97.507 ⁷⁴
130	.4459 ²⁸	-1.101 ⁴³	00.479 ¹⁵⁵	.4309 ⁶⁶	+0.169 ²	00.008 ¹²³	.3043 ⁸⁶	+0.033 ⁸	97.581 ⁷⁶
140	.4431 ⁴⁸	-1.058 ⁷⁹	00.634 ¹⁵²	.4243 ⁶⁶	+0.167 ⁷	00.131 ¹¹⁹	.3129 ¹⁰¹	+0.041 ⁸	97.657 ⁷⁹
150	.4383 ⁷³	-0.979 ¹¹²	00.786 ¹⁴⁷	.4177 ⁶³	+0.160 ¹²	00.250 ¹¹⁶	.3230 ¹¹⁴	+0.049 ⁶	97.736 ⁸⁴
160	.4310 ⁹⁶	-0.867 ¹³⁸	00.933 ¹⁴²	.4114 ⁶⁰	+0.148 ¹⁶	00.366 ¹¹³	.3344 ¹²³	+0.055 ⁵	97.820 ⁸⁸
170	.4214 ¹²²	-0.729 ¹⁵⁷	01.075 ¹³⁵	.4054 ⁵⁴	+0.132 ¹⁹	00.479 ¹⁰⁹	.3467 ¹²⁹	+0.060 ⁴	97.908 ⁹⁴
180	.4092 ¹⁵⁰	-0.572 ¹⁶⁹	01.210 ¹²⁷	.4000 ⁴⁷	+0.113 ²¹	00.588 ¹⁰⁷	.3596 ¹³⁴	+0.064 ¹	98.002 ¹⁰⁰
190	.3942 ¹⁷²	-0.403 ¹⁷¹	01.337 ¹¹⁸	.3953 ⁴⁰	+0.092 ²⁴	00.695 ¹⁰⁴	.3730 ¹³³	+0.065 ⁰	98.102 ¹⁰⁶
200	.3770 ¹⁹¹	-0.232 ¹⁶⁵	01.455 ¹⁰⁹	.3913 ³¹	+0.068 ²⁶	00.799 ¹⁰³	.3863 ¹²⁸	+0.065 ²	98.208 ¹¹²
210	.3579 ²⁰⁶	-0.067 ¹⁵⁴	01.564 ⁹⁹	.3882 ²²	+0.042 ²⁶	00.902 ¹⁰²	.3991 ¹¹⁸	+0.063 ⁵	98.320 ¹¹⁹
220	.3373 ²¹¹	+0.087 ¹³⁶	01.663 ⁹⁰	.3860 ¹²	+0.016 ²⁷	01.004 ¹⁰¹	.4109 ¹⁰³	+0.058 ⁷	98.439 ¹²⁵
230	.3162 ²⁰⁷	+0.223 ¹¹⁷	01.753 ⁸¹	.3848 ²	-0.011 ²⁶	01.105 ¹⁰¹	.4212 ⁸⁴	+0.051 ⁹	98.564 ¹³¹
240	.2955 ¹⁹⁵	+0.340 ⁹⁷	01.834 ⁷⁴	.3846 ⁸	-0.037 ²⁵	01.206 ¹⁰¹	.4296 ⁶¹	+0.042 ¹¹	98.695 ¹³⁴
250	.2760 ¹⁷³	+0.437 ⁷⁸	01.908 ⁶⁸	.3854 ¹⁸	-0.062 ²⁴	01.307 ¹⁰²	.4357 ³⁶	+0.031 ¹³	98.829 ¹³⁷
260	.2587 ¹⁴⁴	+0.515 ⁶⁰	01.976 ⁶⁴	.3872 ²⁸	-0.086 ²¹	01.409 ¹⁰²	.4393 ⁸	+0.018 ¹³	98.966 ¹⁴⁰
270	.2443 ¹¹³	+0.575 ⁴³	02.040 ⁶⁰	.3900 ³⁸	-0.107 ¹⁹	01.511 ¹⁰⁴	.4401 ¹⁹	+0.005 ¹³	99.106 ¹⁴¹
280	.2330 ⁷⁴	+0.618 ²⁸	02.100 ⁵⁷	.3938 ⁴⁵	-0.126 ¹⁵	01.615 ¹⁰⁶	.4382 ⁴⁶	-0.008 ¹³	99.247 ¹³⁷
290	.2256 ³⁴	+0.646 ¹³	02.157 ⁵⁶	.3983 ⁵³	-0.141 ¹²	01.721 ¹⁰⁹	.4336 ⁷¹	-0.021 ¹²	99.384 ¹³⁴
300	.2222 ⁶	+0.659 ¹	02.213 ⁵⁵	.4036 ⁵⁹	-0.153 ⁷	01.830 ¹¹¹	.4265 ⁹³	-0.033 ¹⁰	99.518 ¹²⁸
310	.2228 ⁴⁶	+0.658 ¹⁴	02.268 ⁵⁶	.4095 ⁶⁴	-0.160 ³	01.941 ¹¹⁵	.4172 ¹¹⁰	-0.043 ⁸	99.646 ¹²³
320	.2274 ⁸⁶	+0.644 ³⁰	02.324 ⁵⁸	.4159 ⁶⁶	-0.163 ²	02.056 ¹¹⁸	.4062 ¹²²	-0.051 ⁶	99.769 ¹¹⁷
330	.2360 ¹²³	+0.614 ⁴⁵	02.382 ⁶¹	.4225 ⁶⁷	-0.161 ⁷	02.174 ¹²²	.3940 ¹³⁰	-0.057 ⁴	99.886 ¹¹⁰
340	.2483 ¹⁵⁵	+0.569 ⁶²	02.443 ⁶⁵	.4292 ⁶⁵	-0.154 ¹²	02.296 ¹²⁶	.3810 ¹³³	-0.061 ²	99.996 ¹⁰³
350	.2638 ¹⁸⁴	+0.507 ⁸⁰	02.508 ⁷⁰	.4357 ⁶²	-0.142 ¹⁷	02.422 ¹²⁹	.3677 ¹³³	-0.063 ⁰	00.099 ⁹⁷
360	.2822	+0.427	02.578	.4419	-0.125	02.551	.3544	-0.063	00.196
T 1898.586 e 0.2530			T 1853.444 e 0.0873			T 1873.014 e 0.1739			
M 7° 21' 6 a 2.4005			M 351° 6' a 2.656			M 90° 32' a 2.347			
ω 88 49.5 μ 96° 80			ω 190 30 μ 83° 16			ω 354 8 μ 100° 12			
Ω 214 14			Ω 45 55			Ω 93 51			
i 21 36.7 U 3 ^a 719			i 3 35.8 U 4 ^a 329			i 1 35.5 U 3 ^a 596			

<i>l</i>	(28) Bellona			(29) Amphitrite			(30) Urania				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.4706	-.0283	03.255	.3876	+0.013	01.183	.3218	+0.060	98.666		
10	.4589	-.0339	03.401	.3833	+0.058	01.286	.3179	+0.067	98.745		
20	.4467	-.0381	03.539	.3795	+0.100	01.388	.3153	+0.072	98.824		
30	.4344	-.0409	03.669	.3763	+0.139	01.488	.3142	+0.075	98.902		
40	.4225	-.0423	03.791	.3739	+0.173	01.587	.3146	+0.076	98.980		
50	.4115	-.0425	03.908	.3724	+0.202	01.685	.3166	+0.074	99.058		
60	.4014	-.0415	04.019	.3718	+0.225	01.782	.3200	+0.071	99.136		
70	.3927	-.0394	04.125	.3723	+0.242	01.879	.3248	+0.066	99.216		
80	.3854	-.0363	04.227	.3738	+0.252	01.976	.3309	+0.059	99.299		
90	.3797	-.0323	04.327	.3763	+0.255	02.075	.3381	+0.049	99.384		
100	.3756	-.0276	04.425	.3797	+0.251	02.175	.3463	+0.038	99.472		
110	.3731	-.0222	04.520	.3839	+0.239	02.277	.3553	+0.026	99.563		
120	.3721	-.0162	04.615	.3888	+0.220	02.381	.3648	+0.012	99.659		
130	.3727	-.0098	04.710	.3943	+0.195	02.487	.3745	-0.003	99.759		
140	.3747	-.0031	04.806	.4002	+0.162	02.596	.3842	-0.018	99.864		
150	.3781	+0.037	04.903	.4062	+0.124	02.708	.3935	-0.034	99.973		
160	.3828	+0.106	05.001	.4121	+0.081	02.823	.4022	-0.049	00.087		
170	.3887	+0.174	05.102	.4178	+0.035	02.941	.4100	-0.063	00.205		
180	.3958	+0.238	05.206	.4230	-0.014	03.063	.4165	-0.075	00.328		
190	.4040	+0.298	05.314	.4276	-0.064	03.187	.4214	-0.085	00.453		
200	.4131	+0.352	05.426	.4313	-0.113	03.314	.4246	-0.093	00.581		
210	.4231	+0.398	05.544	.4340	-0.158	03.443	.4258	-0.097	00.710		
220	.4337	+0.434	05.667	.4358	-0.199	03.573	.4252	-0.097	00.840		
230	.4448	+0.459	05.796	.4366	-0.234	03.703	.4228	-0.095	00.969		
240	.4558	+0.470	05.932	.4364	-0.261	03.834	.4186	-0.089	01.095		
250	.4667	+0.467	06.075	.4352	-0.279	03.964	.4126	-0.081	01.219		
260	.4770	+0.448	06.225	.4332	-0.288	04.094	.4053	-0.070	01.339		
270	.4862	+0.413	06.382	.4303	-0.288	04.222	.3970	-0.057	01.455		
280	.4939	+0.362	06.545	.4268	-0.279	04.348	.3879	-0.042	01.566		
290	.4995	+0.296	06.713	.4226	-0.261	04.472	.3783	-0.027	01.672		
300	.5029	+0.219	06.885	.4180	-0.236	04.594	.3686	-0.012	01.774		
310	.5036	+0.133	07.059	.4131	-0.203	04.713	.3590	+0.003	01.871		
320	.5017	+0.042	07.232	.4080	-0.165	04.829	.3498	+0.017	01.964		
330	.4971	-0.049	07.403	.4027	-0.123	04.942	.3413	+0.030	02.054		
340	.4902	-0.136	07.569	.3975	-0.079	05.053	.3336	+0.042	02.140		
350	.4812	-0.215	07.729	.3924	-0.033	05.161	.3271	+0.052	02.223		
360	.4706	-0.283	07.882	.3876	+0.013	05.266	.3218	+0.060	02.304		
<i>T</i> 1903.843			<i>e</i> 0.1501	<i>T</i> 1854.999			<i>e</i> 0.0742	<i>T</i> 1890.427			<i>e</i> 0.1279
<i>M</i> 295° 51'			<i>a</i> 2.777	<i>M</i> 198° 2'			<i>a</i> 2.554	<i>M</i> 239° 52'			<i>a</i> 2.3655
<i>ω</i> 340 42			<i>μ</i> 77° 80	<i>ω</i> 59 42			<i>μ</i> 88° 16	<i>ω</i> 83 43			<i>μ</i> 98° 94
<i>Ω</i> 144 34				<i>Ω</i> 357 5				<i>Ω</i> 308 15			
<i>i</i> 9 23.2			<i>U</i> 4° 27	<i>i</i> 6 7.2			<i>U</i> 4° 083	<i>i</i> 2 6			<i>U</i> 3° 638

l	(31) Euphrosyne			(32) Pomona			(33) Polyhymnia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4702 ¹⁰⁸	-0.773 ²⁴²	99.221 ¹⁵³	.4455 ¹³	+0.174 ³⁷	00.103 ¹³⁶	.2833 ⁷³	-0.010 ¹¹	98.250 ⁶⁵
10	.4594 ¹²⁴	-0.531 ²⁴⁷	99.374 ¹⁴⁵	.4468 ¹	+0.137 ⁴²	00.239 ¹³⁷	.2906 ¹⁰⁴	+0.001 ¹²	98.315 ⁶⁸
20	.4470 ¹³⁸	-0.284 ²⁴³	99.519 ¹³⁶	.4469 ¹²	+0.095 ⁴⁵	00.376 ¹³⁶	.3010 ¹³⁵	+0.013 ¹²	98.383 ⁷²
30	.4332 ¹⁵²	-0.041 ²²⁸	99.655 ¹²⁷	.4457 ²⁴	+0.050 ⁴⁷	00.512 ¹³⁵	.3145 ¹⁶⁵	+0.025 ¹²	98.455 ⁷⁷
40	.4180 ¹⁵⁶	+0.187 ²⁰⁷	99.782 ¹¹⁹	.4433 ³⁶	+0.003 ⁴⁶	00.647 ¹³³	.3310 ¹⁹³	+0.037 ¹²	98.532 ⁸⁴
50	.4024 ¹⁵³	+0.394 ¹⁸¹	99.901 ¹¹¹	.4397 ⁴⁷	-0.043 ⁴³	00.780 ¹³⁰	.3503 ²¹⁹	+0.049 ¹²	98.616 ⁹²
60	.3871 ¹³⁹	+0.575 ¹⁵³	00.012 ¹⁰³	.4350 ⁵⁵	-0.086 ⁴⁰	00.910 ¹²⁸	.3722 ²⁴⁰	+0.061 ¹²	98.708 ¹⁰²
70	.3732 ¹¹⁸	+0.728 ¹²⁶	00.115 ⁹⁷	.4295 ⁶¹	-0.126 ³⁵	01.038 ¹²⁴	.3962 ²⁵⁷	+0.073 ¹¹	98.810 ¹¹⁵
80	.3614 ⁸⁷	+0.854 ¹⁰⁰	00.212 ⁹³	.4234 ⁶⁴	-0.161 ²⁹	01.162 ¹²⁰	.4219 ²⁶⁹	+0.084 ⁹	98.925 ¹³⁰
90	.3527 ⁵¹	+0.954 ⁷⁶	00.305 ⁹⁰	.4170 ⁶⁶	-0.190 ²²	01.282 ¹¹⁷	.4488 ²⁷¹	+0.093 ⁷	99.055 ¹⁴⁷
100	.3476 ¹⁰	+1.030 ⁵³	00.395 ⁸⁹	.4104 ⁶⁵	-0.212 ¹⁵	01.399 ¹¹⁴	.4759 ²⁶⁴	+0.100 ⁵	99.202 ¹⁶⁶
110	.3466 ³²	+1.083 ³¹	00.484 ⁸⁹	.4039 ⁶²	-0.227 ⁹	01.513 ¹¹⁰	.5023 ²⁴⁴	+0.105 ⁰	99.368 ¹⁸⁶
120	.3498 ⁷⁷	+1.114 ⁸	00.573 ⁹¹	.3977 ⁵⁸	-0.236 ⁰	01.623 ¹⁰⁷	.5267 ²¹⁶	+0.105 ³	99.554 ²⁰⁸
130	.3575 ¹²²	+1.122 ¹⁴	00.664 ⁹⁶	.3919 ⁵¹	-0.236 ⁵	01.730 ¹⁰⁵	.5483 ¹⁷¹	+0.102 ⁹	99.762 ²²⁷
140	.3697 ¹⁶³	+1.108 ⁴²	00.760 ¹⁰²	.3868 ⁴²	-0.231 ¹²	01.835 ¹⁰²	.5654 ¹¹⁸	+0.093 ¹³	99.989 ²⁴³
150	.3860 ¹⁹⁸	+1.066 ⁷¹	00.862 ¹¹¹	.3826 ³⁴	-0.219 ¹⁹	01.937 ¹⁰¹	.5772 ⁵⁶	+0.080 ¹⁸	00.232 ²⁵³
160	.4058 ²²⁷	+0.995 ¹⁰⁶	00.973 ¹²²	.3792 ²⁴	-0.200 ²³	02.038 ¹⁰⁰	.5828 ¹¹	+0.062 ²⁰	00.485 ²⁵⁵
170	.4285 ²⁴⁶	+0.889 ¹⁴⁵	01.095 ¹³⁷	.3768 ¹⁵	-0.177 ²⁸	02.138 ⁹⁸	.5817 ⁷⁷	+0.042 ²²	00.740 ²⁵⁰
180	.4531 ²⁵¹	+0.744 ¹⁸⁹	01.232 ¹⁵³	.3753 ⁵	-0.149 ³³	02.236 ⁹⁷	.5740 ¹³⁸	+0.020 ²²	00.990 ²³⁸
190	.4782 ²³⁹	+0.555 ²³³	01.385 ¹⁷²	.3748 ⁴	-0.116 ³⁶	02.333 ⁹⁸	.5602 ¹⁸⁶	-0.002 ²⁰	01.228 ²²¹
200	.5021 ²¹²	+0.322 ²⁷¹	01.557 ¹⁹¹	.3752 ¹³	-0.080 ³⁸	02.431 ⁹⁹	.5416 ²²⁶	-0.022 ¹⁷	01.449 ²⁰¹
210	.5233 ¹⁶³	+0.051 ²⁹⁸	01.748 ²⁰⁸	.3765 ²²	-0.042 ³⁹	02.530 ⁹⁹	.5190 ²⁵⁴	-0.039 ¹⁴	01.650 ¹⁷⁹
220	.5396 ¹¹¹	-0.247 ³⁰⁷	01.956 ²²²	.3787 ³⁰	-0.003 ⁴⁰	02.629 ¹⁰⁰	.4936 ²⁶⁸	-0.053 ¹¹	01.829 ¹⁵⁹
230	.5507 ⁶¹	-0.554 ²⁹⁵	02.178 ²³¹	.3817 ³⁸	+0.037 ⁴⁰	02.729 ¹⁰²	.4668 ²⁷⁰	-0.064 ⁸	01.988 ¹⁴¹
240	.5568 ¹²	-0.849 ²⁶⁵	02.409 ²³⁶	.3855 ⁴⁵	+0.077 ³⁸	02.831 ¹⁰⁴	.4398 ²⁶⁶	-0.072 ⁴	02.129 ¹²⁵
250	.5580 ³²	-1.114 ²¹⁹	02.645 ²³⁴	.3900 ⁵⁰	+0.115 ³⁶	02.935 ¹⁰⁶	.4132 ²⁵⁴	-0.076 ¹	02.254 ¹¹⁰
260	.5548 ⁶²	-1.333 ¹⁶⁴	02.879 ²²⁸	.3950 ⁵⁴	+0.151 ³²	03.041 ¹⁰⁹	.3878 ²³³	-0.077 ¹	02.364 ⁹⁸
270	.5486 ⁸¹	-1.497 ¹⁰⁸	03.107 ²²²	.4004 ⁵⁸	+0.183 ²⁷	03.150 ¹¹¹	.3645 ²¹¹	-0.076 ²	02.462 ⁸⁹
280	.5405 ⁹¹	-1.605 ⁵²	03.329 ²¹³	.4062 ⁶⁰	+0.210 ²²	03.261 ¹¹⁵	.3434 ¹⁸⁵	-0.074 ⁴	02.551 ⁸¹
290	.5314 ⁹⁴	-1.657 ²	03.542 ²⁰³	.4122 ⁶¹	+0.232 ¹⁵	03.376 ¹¹⁸	.3249 ¹⁵⁵	-0.070 ⁶	02.632 ⁷⁵
300	.5220 ⁹²	-1.655 ⁵¹	03.745 ¹⁹⁶	.4183 ⁵⁹	+0.247 ⁸	03.494 ¹²¹	.3094 ¹²⁵	-0.064 ⁷	02.707 ⁷¹
310	.5128 ⁸⁷	-1.604 ⁹⁵	03.941 ¹⁸⁷	.4242 ⁵⁶	+0.255 ⁰	03.615 ¹²³	.2969 ⁹⁴	-0.057 ⁸	02.778 ⁶⁷
320	.5041 ⁸²	-1.509 ¹³⁶	04.128 ¹⁸⁰	.4298 ⁵¹	+0.255 ⁸	03.740 ¹²⁸	.2875 ⁶⁰	-0.049 ⁹	02.845 ⁶⁴
330	.4959 ⁷⁹	-1.373 ¹⁷²	04.308 ¹⁷⁴	.4349 ⁴⁵	+0.247 ¹⁷	03.868 ¹³⁰	.2815 ²⁷	-0.040 ⁹	02.909 ⁶⁴
340	.4880 ⁸³	-1.201 ²⁰¹	04.482 ¹⁶⁶	.4394 ³⁶	+0.230 ²⁴	03.998 ¹³³	.2788 ⁷	-0.031 ¹⁰	02.973 ⁶³
350	.4797 ⁹⁵	-1.000 ²²⁷	04.648 ¹⁶⁰	.4430 ²⁵	+0.206 ³²	04.131 ¹³⁴	.2795 ³⁸	-0.021 ¹¹	03.036 ⁶³
360	.4702	-0.773	04.808	.4455	+0.174	04.265	.2833	-0.010	03.099
T 1899.789 e 0.2228			T 1855.012 e 0.0830			T 1899.999 e 0.3369			
M 327° 7' a 3.148			M 223° 55' a 2.587			M 137° 41' a 2.865			
ω 60 24 μ 64° 43			ω 332 39 μ 86° 50			ω 334 10 μ 74° 24			
Ω 31 45			Ω 220 43			Ω 9 8			
i 26 28.0 U 5° 587			i 5 28.8 U 4° 162			i 1 55.5 U 4° 849			

<i>l</i>	(34) Circe			(35) Leukothea			(36) Atalante		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4670	+0.024	01.428	.5548	+0.040	98.965	.3133	+0.011	01.343
10	.4621 ⁴⁹	-0.025 ⁴⁹	01.573 ¹⁴⁵	.5612 ⁶⁴	+0.130 ⁹⁰	99.182 ²¹⁷	.3005 ¹²⁸	+0.127 ¹¹⁶	01.419 ⁷⁶
20	.4560 ⁶¹	-0.071 ⁴⁶	01.715 ¹⁴²	.5638 ²⁶	+0.216 ⁸⁶	99.403 ²²¹	.2894 ¹¹¹	+0.234 ¹⁰⁷	01.491 ⁷²
30	.4489 ⁷¹	-0.114 ⁴³	01.853 ¹³⁸	.5625 ¹³	+0.295 ⁷⁹	99.625 ²²²	.2807 ⁸⁷	+0.331 ⁹⁷	01.560 ⁶⁹
40	.4410 ⁷⁹	-0.152 ³⁸	01.986 ¹³³	.5574 ⁵¹	+0.361 ⁶⁶	99.843 ²¹⁸	.2746 ⁶¹	+0.416 ⁸⁵	01.626 ⁶⁶
50	.4327 ⁸³	-0.183 ³¹	02.114 ¹²⁸	.5489 ⁸⁵	+0.411 ⁵⁰	00.055 ²¹²	.2714 ³²	+0.490 ⁷⁴	01.692 ⁶⁶
60	.4244 ⁸³	-0.208 ²⁵	02.237 ¹²³	.5374 ¹¹⁵	+0.444 ³³	00.258 ²⁰³	.2716 ²	+0.551 ⁶¹	01.756 ⁶⁴
70	.4162 ⁸²	-0.226 ¹⁸	02.356 ¹¹⁹	.5238 ¹³⁶	+0.460 ¹⁶	00.449 ¹⁹¹	.2751 ³⁵	+0.601 ⁵⁰	01.821 ⁶⁵
80	.4083 ⁷⁹	-0.236 ¹⁰	02.470 ¹¹⁴	.5085 ¹⁵³	+0.459 ¹	00.628 ¹⁷⁹	.2825 ⁷⁴	+0.639 ³⁸	01.888 ⁶⁷
90	.4012 ⁷¹	-0.239 ³	02.580 ¹¹⁰	.4924 ¹⁶¹	+0.443 ¹⁶	00.794 ¹⁶⁶	.2936 ¹¹¹	+0.664 ²⁵	01.958 ⁷⁰
100	.3949 ⁶³	-0.236 ³	02.687 ¹⁰⁷	.4759 ¹⁶⁵	+0.414 ²⁹	00.948 ¹⁵⁴	.3086 ¹⁵⁰	+0.675 ¹¹	02.032 ⁷⁴
110	.3895 ⁵⁴	-0.226 ¹⁰	02.791 ¹⁰⁴	.4596 ¹⁶³	+0.414 ³⁹	01.090 ¹⁴²	.3271 ¹⁸⁵	+0.670 ⁵	02.112 ⁸⁰
120	.3854 ⁴¹	-0.210 ¹⁶	02.893 ¹⁰²	.4438 ¹⁵⁸	+0.375 ⁴⁷	01.223 ¹³³	.3489 ²¹⁸	+0.647 ²³	02.199 ⁸⁷
130	.3824 ³⁰	-0.188 ²²	02.994 ¹⁰¹	.4289 ¹⁴⁹	+0.328 ⁵⁴	01.347 ¹²⁴	.3736 ²⁴⁷	+0.604 ⁴³	02.297 ⁹⁸
140	.3806 ¹⁸	-0.162 ²⁶	03.093 ⁹⁹	.4154 ¹³⁵	+0.274 ⁵⁸	01.462 ¹¹⁵	.4003 ²⁶⁷	+0.536 ⁶⁸	02.407 ¹¹⁰
150	.3802 ⁴	-0.131 ³¹	03.191 ⁹⁸	.4032 ¹²²	+0.216 ⁶⁰	01.462 ¹¹⁰	.4282 ²⁷⁹	+0.440 ⁹⁶	02.533 ¹²⁶
160	.3808 ⁶	-0.096 ³⁵	03.290 ⁹⁹	.3927 ¹⁰⁵	+0.156 ⁶¹	01.572 ¹⁰³	.4282 ²⁷⁸	+0.440 ¹²⁴	02.674 ¹⁴¹
170	.3825 ¹⁷	-0.059 ³⁷	03.389 ⁹⁹	.3841 ⁸⁶	+0.095 ⁶¹	01.675 ⁹⁹	.4560 ²⁶⁰	+0.316 ¹⁵⁴	02.835 ¹⁶¹
180	.3856 ³¹	-0.020 ³⁹	03.489 ¹⁰⁰	.3774 ⁶⁷	+0.034 ⁶⁰	01.774 ⁹⁶	.4820 ²³⁰	+0.162 ¹⁷⁹	03.015 ¹⁸⁰
190	.3897 ⁴¹	+0.021 ⁴¹	03.592 ¹⁰³	.3728 ⁴⁶	-0.026 ⁵⁸	01.870 ⁹³	.5050 ¹⁸⁵	-0.017 ¹⁹⁶	03.214 ¹⁹⁹
200	.3947 ⁵⁰	+0.062 ⁴¹	03.696 ¹⁰⁴	.3728 ²⁴	-0.084 ⁵⁴	01.963 ⁹²	.5235 ¹²⁸	-0.213 ²⁰¹	03.427 ²¹³
210	.4006 ⁵⁹	+0.102 ⁴⁰	03.802 ¹⁰⁶	.3704 ³	-0.138 ⁵¹	02.055 ⁹¹	.5363 ⁶⁵	-0.414 ¹⁹¹	03.650 ²²³
220	.4071 ⁶⁵	+0.140 ³⁸	03.912 ¹¹⁰	.3701 ²¹	-0.189 ⁴⁷	02.146 ⁹²	.5428 ¹	-0.605 ¹⁶⁶	03.877 ²²⁷
230	.4142 ⁷¹	+0.176 ³⁶	04.025 ¹¹³	.3722 ⁴³	-0.236 ⁴⁰	02.238 ⁹³	.5429 ⁵⁷	-0.771 ¹³²	03.877 ²²³
240	.4142 ⁷⁵	+0.176 ³¹	04.025 ¹¹⁸	.3765 ⁶⁷	-0.276 ³⁵	02.331 ⁹⁵	.5372 ¹⁰⁷	-0.903 ⁸⁸	04.100 ²¹⁵
250	.4217 ⁷⁸	+0.207 ²⁶	04.143 ¹²²	.3832 ⁹⁰	-0.311 ²⁹	02.426 ⁹⁹	.5265 ¹⁴⁶	-0.991 ⁴⁶	04.315 ²⁰³
260	.4295 ⁷⁷	+0.233 ¹⁹	04.265 ¹²⁶	.3922 ¹¹⁰	-0.340 ²⁰	02.525 ¹⁰³	.5119 ¹⁷²	-1.037 ⁵	04.518 ¹⁸⁸
270	.4372 ⁷⁵	+0.252 ¹³	04.391 ¹³⁰	.4032 ¹³¹	-0.360 ¹²	02.628 ¹¹⁰	.4947 ¹⁸⁹	-1.042 ³²	04.706 ¹⁷³
280	.4447 ⁷¹	+0.265 ⁴	04.521 ¹³⁶	.4163 ¹⁴⁹	-0.372 ¹	02.738 ¹¹⁶	.4758 ¹⁹⁸	-1.010 ⁶²	04.879 ¹⁵⁹
290	.4518 ⁶⁴	+0.269 ⁴	04.657 ¹³⁹	.4312 ¹⁶²	-0.373 ⁹	02.854 ¹²⁶	.4560 ²⁰²	-0.948 ⁸⁷	05.038 ¹⁴⁵
300	.4582 ⁵⁵	+0.265 ¹⁴	04.796 ¹⁴³	.4474 ¹⁷³	-0.364 ²⁰	02.980 ¹³⁵	.4358 ¹⁹⁸	-0.861 ¹⁰⁶	05.183 ¹³¹
310	.4637 ⁴³	+0.251 ²²	04.939 ¹⁴⁶	.4647 ¹⁷⁷	-0.344 ³⁴	03.115 ¹⁴⁷	.4160 ¹⁹³	-0.755 ¹¹⁸	05.314 ¹²⁰
320	.4680 ²⁹	+0.229 ³⁰	05.085 ¹⁴⁹	.4824 ¹⁷⁷	-0.310 ⁴⁷	03.262 ¹⁵⁹	.3967 ¹⁸⁷	-0.637 ¹²⁸	05.434 ¹¹¹
330	.4709 ¹⁴	+0.199 ³⁷	05.234 ¹⁵⁰	.5001 ¹⁶⁸	-0.263 ⁶⁰	03.421 ¹⁷²	.3780 ¹⁷⁸	-0.509 ¹³²	05.545 ¹⁰¹
340	.4723 ²	+0.162 ⁴³	05.384 ¹⁵¹	.5169 ¹⁵¹	-0.203 ⁷²	03.593 ¹⁸⁶	.3602 ¹⁶⁸	-0.377 ¹³³	05.646 ⁹⁴
350	.4721 ¹⁷	+0.119 ⁴⁷	05.535 ¹⁵⁰	.5320 ¹²⁹	-0.131 ⁸²	03.779 ¹⁹⁸	.3434 ¹⁵⁸	-0.244 ¹³⁰	05.740 ⁸⁷
360	.4704 ³⁴	+0.072 ⁴⁸	05.685 ¹⁴⁸	.5449 ⁹⁹	-0.049 ⁸⁹	03.977 ²⁰⁹	.3276 ¹⁴³	-0.114 ¹²⁵	05.827 ⁸¹
	.4670	+0.024	05.833	.5548	+0.040	04.186	.3133	+0.011	05.908
	<i>T</i> 1897.929	<i>e</i> 0.1058		<i>T</i> 1904.829	<i>e</i> 0.2194		<i>T</i> 1899.350	<i>e</i> 0.2996	
	<i>M</i> 288° 25'	<i>a</i> 2.687		<i>M</i> 189° 16'	<i>a</i> 3.0095		<i>M</i> 179° 27'	<i>a</i> 2.752	
	<i>ω</i> 326 55	<i>μ</i> 81° 74		<i>ω</i> 207 50	<i>μ</i> 68° 96		<i>ω</i> 44 26	<i>μ</i> 78° 86	
	<i>Ω</i> 184 50			<i>Ω</i> 355 35			<i>Ω</i> 359 7		
	<i>i</i> 5 27.4	<i>U</i> 4.405		<i>i</i> 8 7.5	<i>U</i> 5.221		<i>i</i> 18 39.7	<i>U</i> 4.565	

l	(37) Fides			(38) Leda			(39) Lactitia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3803	-0.018	98.649	.4395	+0.301	00.175	.3902	-0.173	00.206
10	.3694	+0.005	98.746	.4274	+0.313	00.301	.3895	-0.242	00.309
20	.3599	+0.026	98.840	.4156	+0.316	00.420	.3900	-0.304	00.412
30	.3519	+0.045	98.930	.4046	+0.310	00.533	.3916	-0.358	00.515
40	.3455	+0.064	99.016	.3946	+0.295	00.641	.3946	-0.403	00.619
50	.3410	+0.080	99.100	.3858	+0.272	00.744	.3990	-0.438	00.725
60	.3385	+0.093	99.184	.3784	+0.243	00.844	.4046	-0.461	00.834
70	.3380	+0.104	99.266	.3726	+0.209	00.940	.4115	-0.472	00.946
80	.3394	+0.113	99.349	.3683	+0.170	01.034	.4195	-0.469	01.061
90	.3428	+0.118	99.433	.3657	+0.126	01.127	.4283	-0.453	01.181
100	.3480	+0.121	99.518	.3646	+0.080	01.219	.4376	-0.422	01.307
110	.3551	+0.120	99.606	.3652	+0.032	01.311	.4472	-0.377	01.438
120	.3638	+0.116	99.697	.3675	-0.018	01.403	.4566	-0.318	01.575
130	.3741	+0.109	99.792	.3713	-0.067	01.497	.4654	-0.246	01.718
140	.3857	+0.098	99.892	.3765	-0.116	01.593	.4732	-0.163	01.866
150	.3983	+0.083	99.998	.3832	-0.163	01.691	.4795	-0.071	02.019
160	.4115	+0.065	00.110	.3911	-0.207	01.792	.4841	+0.025	02.176
170	.4250	+0.044	00.229	.4001	-0.247	01.898	.4867	+0.122	02.336
180	.4384	+0.020	00.356	.4102	-0.281	02.009	.4872	+0.216	02.497
190	.4512	-0.006	00.491	.4213	-0.309	02.125	.4858	+0.302	02.657
200	.4630	-0.033	00.634	.4329	-0.329	02.248	.4825	+0.376	02.816
210	.4732	-0.061	00.784	.4446	-0.339	02.377	.4776	+0.436	02.972
220	.4815	-0.087	00.941	.4562	-0.340	02.513	.4715	+0.481	03.124
230	.4874	-0.112	01.103	.4673	-0.329	02.656	.4646	+0.509	03.271
240	.4908	-0.132	01.268	.4774	-0.306	02.807	.4571	+0.520	03.414
250	.4914	-0.148	01.435	.4861	-0.271	02.965	.4493	+0.514	03.552
260	.4893	-0.159	01.601	.4929	-0.226	03.128	.4414	+0.494	03.684
270	.4845	-0.164	01.764	.4977	-0.171	03.295	.4337	+0.459	03.811
280	.4772	-0.162	01.922	.5000	-0.110	03.466	.4264	+0.412	03.935
290	.4679	-0.156	02.077	.4995	-0.044	03.637	.4196	+0.354	04.055
300	.4569	-0.144	02.224	.4966	+0.023	03.807	.4133	+0.288	04.171
310	.4447	-0.128	02.362	.4911	+0.089	03.973	.4076	+0.215	04.284
320	.4316	-0.109	02.493	.4836	+0.148	04.134	.4026	+0.138	04.395
330	.4183	-0.087	02.616	.4742	+0.201	04.290	.3983	+0.059	04.503
340	.4051	-0.064	02.732	.4634	+0.244	04.439	.3947	-0.020	04.608
350	.3923	-0.041	02.841	.4517	+0.278	04.580	.3920	-0.098	04.712
360	.3803	-0.017	02.944	.4395	+0.301	04.713	.3902	-0.173	04.816
	T 1904.117	e 0.1750		T 1901.646	e 0.1546		T 1897.053	e 0.1113	
	M 48° 17'	a 2.6425		M 31° 52.5	a 2.741		M 111° 44'	a 2.770	
	ω 59 42	μ 83° 82		ω 166 11 *	μ 79° 32		ω 205 28	μ 78° 09	
	Ω 7 51			Ω 296 29			Ω 157 25		
	i 3 6.1	U 4° 295		i 6 57.9	U 4° 538		i 10 22.2	U 4° 610	

<i>l</i>	(40) Harmonia			(41) Daphne			(42) Isis				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.3336	-0.160	98.774	.5082	-0.018	99.529	.2939	-0.295	99.157		
10	.3339	-0.159	98.860	.5230	-0.183	99.722	.3046	-0.292	99.231		
20	.3348	-0.155	98.946	.5330	-0.350	99.927	.3176	-0.282	99.308		
30	.3363	-0.145	99.033	.5377	-0.508	00.141	.3324	-0.263	99.390		
40	.3383	-0.131	99.121	.5372	-0.646	00.355	.3487	-0.235	99.479		
50	.3409	-0.113	99.209	.5317	-0.755	00.567	.3663	-0.198	99.574		
60	.3439	-0.091	99.298	.5219	-0.831	00.770	.3842	-0.150	99.678		
70	.3472	-0.066	99.389	.5089	-0.871	00.964	.4021	-0.094	99.791		
80	.3507	-0.039	99.482	.4934	-0.878	01.145	.4193	-0.030	99.913		
90	.3542	-0.010	99.576	.4762	-0.854	01.313	.4350	+0.040	00.045		
100	.3577	+0.019	99.671	.4582	-0.804	01.468	.4485	+0.114	00.186		
110	.3611	+0.049	99.768	.4399	-0.733	01.611	.4593	+0.188	00.335		
120	.3643	+0.077	99.866	.4218	-0.646	01.742	.4670	+0.257	00.491		
130	.3671	+0.103	99.966	.4042	-0.546	01.863	.4711	+0.319	00.651		
140	.3695	+0.127	00.067	.3872	-0.437	01.974	.4714	+0.368	00.813		
150	.3715	+0.146	00.169	.3712	-0.324	02.078	.4681	+0.403	00.974		
160	.3729	+0.161	00.272	.3562	-0.210	02.174	.4615	+0.422	01.131		
170	.3737	+0.171	00.376	.3425	-0.097	02.263	.4519	+0.425	01.282		
180	.3740	+0.176	00.480	.3303	+0.012	02.348	.4398	+0.413	01.426		
190	.3738	+0.175	00.583	.3196	+0.115	02.429	.4259	+0.387	01.561		
200	.3730	+0.169	00.686	.3109	+0.210	02.506	.4106	+0.350	01.688		
210	.3716	+0.157	00.789	.3044	+0.297	02.580	.3946	+0.304	01.806		
220	.3697	+0.141	00.891	.3002	+0.374	02.652	.3782	+0.252	01.915		
230	.3674	+0.120	00.993	.2988	+0.442	02.724	.3619	+0.196	02.016		
240	.3647	+0.096	01.093	.3002	+0.499	02.795	.3462	+0.138	02.110		
250	.3616	+0.069	01.191	.3047	+0.545	02.867	.3315	+0.080	02.198		
260	.3583	+0.040	01.288	.3125	+0.579	02.942	.3179	+0.024	02.280		
270	.3548	+0.010	01.384	.3235	+0.601	03.020	.3058	-0.030	02.358		
280	.3513	-0.019	01.478	.3377	+0.609	03.102	.2954	-0.080	02.431		
290	.3478	-0.047	01.571	.3549	+0.603	03.191	.2870	-0.126	02.502		
300	.3445	-0.073	01.662	.3747	+0.579	03.288	.2808	-0.168	02.570		
310	.3415	-0.097	01.752	.3967	+0.536	03.394	.2768	-0.204	02.636		
320	.3388	-0.118	01.840	.4200	+0.471	03.512	.2752	-0.234	02.702		
330	.3366	-0.135	01.928	.4440	+0.383	03.644	.2760	-0.259	02.768		
340	.3350	-0.148	02.015	.4675	+0.271	03.791	.2795	-0.278	02.834		
350	.3340	-0.156	02.102	.4893	+0.136	03.954	.2855	-0.290	02.901		
360	.3336	-0.160	02.188	.5082	-0.018	04.134	.2939	-0.295	02.971		
<i>T</i> 1900.553			<i>e</i> 0.0466	<i>T</i> 1897.765			<i>e</i> 0.2663	<i>T</i> 1900.138			<i>e</i> 0.2223
<i>M</i> 186° 48'			<i>a</i> 2.267	<i>M</i> 338° 9'			<i>a</i> 2.768	<i>M</i> 119° 9'			<i>a</i> 2.441
<i>ω</i> 267 19			<i>μ</i> 105° 44	<i>ω</i> 41 50			<i>μ</i> 78° 18	<i>ω</i> 234 5			<i>μ</i> 94° 38
<i>Ω</i> 93 35				<i>Ω</i> 178 54.5				<i>Ω</i> 84 20.5			
<i>i</i> 4 15.8			<i>U</i> 3 ^a 414	<i>i</i> 15 55.6			<i>U</i> 4 ^a 605	<i>i</i> 8 33.9			<i>U</i> 3 ^a 814

l	(43) Ariadne			(44) Nysa			(45) Eugenia				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3191 ₁₂₆	+0.126	00.877 ₈₅	.3986 ₁₁₇	-0.122	00.498 ₁₁₁	.4540	-0.173	99.107 ₁₃₉		
10	.3317 ₁₂₉	+0.125	00.962 ₉₀	.3869 ₁₁₉	-0.135	00.609 ₁₀₅	.4583 ₄₃	-0.221	48 99.246 ₁₄₂		
20	.3446 ₁₂₈	+0.121	01.052 ₉₆	.3750 ₁₁₆	-0.143	00.714 ₉₉	.4617 ₃₄	-0.263	42 99.388 ₁₄₄		
30	.3574 ₁₂₄	+0.113	01.148 ₁₀₁	.3634 ₁₀₉	-0.147	00.813 ₉₄	.4641 ₂₄	-0.297	34 99.532 ₁₄₅		
40	.3698 ₁₁₆	+0.100	01.249 ₁₀₇	.3525 ₁₀₀	-0.146	00.907 ₈₉	.4656 ₁₅	-0.321	24 99.677 ₁₄₅		
50	.3814 ₁₀₁	+0.083	01.356 ₁₁₃	.3425 ₈₉	-0.141	00.996 ₈₆	.4660 ₄	-0.334	13 99.822 ₁₄₅		
60	.3915 ₈₂	+0.062	01.469 ₁₁₈	.3336 ₇₅	-0.132	01.082 ₈₃	.4655 ₁₅	-0.337	8 99.967 ₁₄₅		
70	.3997 ₆₁	+0.039	01.587 ₁₂₂	.3261 ₆₁	-0.120	01.165 ₈₀	.4640 ₂₅	-0.329	19 00.112 ₁₄₄		
80	.4058 ₃₆	+0.013	01.709 ₁₂₄	.3200 ₄₄	-0.105	01.245 ₇₉	.4615 ₃₃	-0.310	28 00.256 ₁₄₁		
90	.4094 ₁₀	-0.014	01.833 ₁₂₅	.3156 ₂₇	-0.088	01.324 ₇₇	.4582 ₄₁	-0.282	37 00.397 ₁₃₉		
100	.4104 ₁₈	-0.041	01.958 ₁₂₆	.3129 ₁₁	-0.069	01.401 ₇₆	.4541 ₅₀	-0.245	44 00.536 ₁₃₆		
110	.4086 ₄₃	-0.066	02.084 ₁₂₄	.3118 ₆	-0.048	01.477 ₇₆	.4491 ₅₆	-0.201	50 00.672 ₁₃₄		
120	.4043 ₆₈	-0.089	02.208 ₁₂₀	.3124 ₂₄	-0.026	01.553 ₇₆	.4435 ₅₉	-0.151	53 00.806 ₁₃₀		
130	.3975 ₈₉	-0.108	02.328 ₁₁₆	.3148 ₄₀	-0.003	01.629 ₇₈	.4376 ₆₁	-0.098	54 00.936 ₁₂₆		
140	.3886 ₁₀₄	-0.122	02.444 ₁₁₁	.3188 ₅₆	+0.021	01.707 ₈₀	.4315 ₆₀	-0.044	54 01.062 ₁₂₃		
150	.3782 ₁₁₇	-0.131	02.555 ₁₀₆	.3244 ₇₀	+0.044	01.787 ₈₂	.4255 ₅₉	+0.010	53 01.185 ₁₁₉		
160	.3665 ₁₂₄	-0.136	02.661 ₁₀₀	.3314 ₈₃	+0.067	01.869 ₈₅	.4196 ₅₇	+0.063	49 01.304 ₁₁₆		
170	.3541 ₁₂₉	-0.136	02.761 ₉₄	.3397 ₉₅	+0.089	01.954 ₈₈	.4139 ₅₃	+0.112	44 01.420 ₁₁₃		
180	.3412 ₁₂₇	-0.132	02.855 ₈₉	.3492 ₁₀₆	+0.109	02.042 ₉₃	.4086 ₄₇	+0.156	39 01.533 ₁₁₁		
190	.3285 ₁₂₂	-0.124	02.944 ₈₄	.3598 ₁₁₂	+0.127	02.135 ₉₇	.4039 ₄₀	+0.195	33 01.644 ₁₀₈		
200	.3163 ₁₁₆	-0.113	03.028 ₇₉	.3710 ₁₁₅	+0.142	02.232 ₁₀₃	.3999 ₃₀	+0.228	26 01.752 ₁₀₆		
210	.3047 ₁₀₅	-0.100	03.107 ₇₆	.3825 ₁₁₆	+0.153	02.335 ₁₀₈	.3969 ₁₉	+0.254	19 01.858 ₁₀₅		
220	.2942 ₉₁	-0.084	03.183 ₇₂	.3941 ₁₁₃	+0.160	02.443 ₁₁₄	.3950 ₈	+0.273	11 01.963 ₁₀₅		
230	.2851 ₇₇	-0.066	03.255 ₇₀	.4054 ₁₀₆	+0.163	02.557 ₁₂₀	.3942 ₄	+0.284	3 02.068 ₁₀₄		
240	.2774 ₆₁	-0.048	03.325 ₆₇	.4160 ₉₅	+0.160	02.677 ₁₂₆	.3946 ₁₆	+0.287	5 02.172 ₁₀₅		
250	.2713 ₄₅	-0.029	03.392 ₆₆	.4255 ₈₁	+0.151	02.803 ₁₃₁	.3962 ₂₆	+0.282	13 02.277 ₁₀₆		
260	.2668 ₂₆	-0.009	03.458 ₆₄	.4336 ₆₃	+0.137	02.934 ₁₃₆	.3988 ₃₇	+0.269	21 02.383 ₁₀₈		
270	.2642 ₇	+0.010	03.522 ₆₄	.4399 ₄₁	+0.117	03.070 ₁₃₈	.4025 ₄₅	+0.248	28 02.491 ₁₁₀		
280	.2635 ₁₁	+0.029	03.586 ₆₄	.4440 ₁₇	+0.093	03.208 ₁₄₀	.4070 ₅₃	+0.220	36 02.601 ₁₁₂		
290	.2646 ₃₀	+0.048	03.650 ₆₅	.4457 ₇	+0.065	03.348 ₁₄₁	.4123 ₆₀	+0.184	41 02.713 ₁₁₅		
300	.2676 ₄₈	+0.065	03.715 ₆₆	.4450 ₃₁	+0.035	03.489 ₁₄₀	.4183 ₆₅	+0.143	47 02.828 ₁₁₉		
310	.2724 ₆₄	+0.080	03.781 ₆₇	.4419 ₅₃	+0.004	03.629 ₁₃₇	.4248 ₆₅	+0.096	52 02.947 ₁₂₂		
320	.2788 ₈₁	+0.094	03.848 ₇₀	.4366 ₇₃	-0.027	03.766 ₁₃₃	.4313 ₆₂	+0.044	54 03.069 ₁₂₅		
330	.2869 ₉₆	+0.106	03.918 ₇₃	.4293 ₈₉	-0.056	03.899 ₁₂₈	.4375 ₅₉	-0.010	56 03.194 ₁₂₉		
340	.2965 ₁₀₈	+0.116	03.991 ₇₆	.4204 ₁₀₂	-0.082	04.027 ₁₂₂	.4434 ₅₆	-0.066	55 03.323 ₁₃₃		
350	.3073 ₁₁₈	+0.122	04.067 ₈₁	.4102 ₁₁₂	-0.104	04.149 ₁₁₇	.4490 ₅₀	-0.121	52 03.456 ₁₃₆		
360	.3191	+0.126	04.148	.3990	-0.122	04.266	.4540	-0.173	03.592		
T 1901.036			e 0.1675	T 1891.249			e 0.1530	T 1890.865			e 0.0826
M 80° 16'			a 2.2035	M 101° 30'			a 2.421	M 180° 7'			a 2.720
ω 14 0			μ 110° 05	ω 340 32			μ 95° 54	ω 82 43			μ 80° 26
Ω 264 44				Ω 131 15				Ω 148 8			
i 3 27.7			U 3 ^a 271	i 3 42.1			U 3 ^a 768	i 6 35.4			U 4 ^a 485

<i>l</i>	(46) Hestia			(47) Aglaja			(48) Doris				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.3244	+0.002	98.148	.4140	-0.016	01.717	.4856	+0.029	01.898		
10	.3264	-0.013	98.227	.4212	+0.024	01.831	.4812	-0.031	02.045		
20	.3302	-0.027	98.307	.4294	+0.065	01.948	.4771	-0.090	02.190		
30	.3358	-0.042	98.389	.4384	+0.105	02.070	.4733	-0.145	02.331		
40	.3430	-0.055	98.473	.4478	+0.144	02.197	.4699	-0.194	02.470		
50	.3517	-0.068	98.561	.4575	+0.181	02.330	.4672	-0.238	02.607		
60	.3617	-0.079	98.653	.4672	+0.213	02.470	.4652	-0.274	02.743		
70	.3728	-0.088	98.750	.4767	+0.240	02.616	.4640	-0.302	02.878		
80	.3848	-0.095	98.851	.4857	+0.260	02.768	.4635	-0.321	03.012		
90	.3973	-0.100	98.958	.4938	+0.272	02.926	.4639	-0.331	03.146		
100	.4100	-0.102	99.072	.5008	+0.276	03.089	.4653	-0.332	03.281		
110	.4225	-0.100	99.193	.5063	+0.270	03.257	.4676	-0.323	03.417		
120	.4343	-0.095	99.320	.5102	+0.254	03.430	.4707	-0.305	03.555		
130	.4449	-0.087	99.454	.5123	+0.230	03.605	.4744	-0.278	03.695		
140	.4540	-0.075	99.595	.5123	+0.198	03.780	.4787	-0.242	03.837		
150	.4612	-0.060	99.741	.5103	+0.158	03.954	.4834	-0.198	03.983		
160	.4663	-0.043	99.891	.5065	+0.114	04.126	.4884	-0.147	04.132		
170	.4688	-0.023	00.044	.5008	+0.067	04.295	.4933	-0.090	04.284		
180	.4685	-0.003	00.198	.4935	+0.019	04.459	.4981	-0.029	04.439		
190	.4657	+0.017	00.350	.4850	-0.028	04.617	.5026	+0.034	04.598		
200	.4605	+0.037	00.500	.4756	-0.073	04.769	.5067	+0.097	04.761		
210	.4530	+0.054	00.645	.4656	-0.112	04.914	.5101	+0.158	04.926		
220	.4437	+0.069	00.785	.4553	-0.147	05.051	.5128	+0.215	05.093		
230	.4328	+0.081	00.918	.4450	-0.176	05.182	.5148	+0.265	05.262		
240	.4208	+0.090	01.045	.4351	-0.198	05.308	.5162	+0.308	05.432		
250	.4083	+0.095	01.165	.4260	-0.213	05.428	.5167	+0.340	05.603		
260	.3955	+0.098	01.277	.4178	-0.222	05.544	.5165	+0.362	05.775		
270	.3830	+0.097	01.383	.4108	-0.225	05.656	.5156	+0.373	05.946		
280	.3711	+0.093	01.485	.4052	-0.221	05.764	.5140	+0.371	06.116		
290	.3601	+0.087	01.581	.4010	-0.212	05.870	.5119	+0.358	06.285		
300	.3502	+0.079	01.671	.3983	-0.197	05.974	.5092	+0.333	06.451		
310	.3418	+0.069	01.758	.3972	-0.176	06.078	.5060	+0.299	06.615		
320	.3349	+0.057	01.843	.3977	-0.152	06.181	.5024	+0.255	06.777		
330	.3296	+0.044	01.925	.3997	-0.123	06.285	.4985	+0.205	06.936		
340	.3260	+0.031	02.005	.4031	-0.090	06.390	.4943	+0.149	07.092		
350	.3243	+0.017	02.084	.4079	-0.054	06.497	.4900	+0.090	07.245		
360	.3244	+0.002	02.163	.4140	-0.016	06.607	.4856	+0.029	07.395		
<i>T</i> 1904.226			<i>e</i> 0.1653	<i>T</i> 1904.226			<i>e</i> 0.1319	<i>T</i> 1890.701			<i>e</i> 0.0611
<i>M</i> 189° 5'			<i>a</i> 2.5265	<i>M</i> 220° 42'			<i>a</i> 2.881	<i>M</i> 277° 3'			<i>a</i> 3.1145
<i>ω</i> 172 56			<i>μ</i> 89° 66	<i>ω</i> 309 52			<i>μ</i> 73° 62	<i>ω</i> 251 37			<i>μ</i> 65° 50
<i>Ω</i> 181 20				<i>Ω</i> 3 55.7				<i>Ω</i> 184 42			
<i>i</i> 2 17.6			<i>U</i> 4° 015	<i>i</i> 5 0.1			<i>U</i> 4° 890	<i>i</i> 6 30.5			<i>U</i> 5° 497

l	(49) Pales			(50) Virginia			(51) Nemausa		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3957 ⁶⁹	+0.129 ⁴	01.327 ⁹⁸	.2768 ¹⁷	-0.010 ¹⁶	00.873 ⁶⁴	.4021 ¹⁴	-0.032 ⁷⁶	00.107 ¹¹⁷
10	.3888 ⁴⁵	+0.133 ⁰	01.425 ⁹⁶	.2751 ¹²	-0.026 ¹⁵	00.937 ⁶³	.4007 ²⁷	-0.108 ⁷¹	00.224 ¹¹⁶
20	.3843 ²¹	+0.133 ³	01.521 ⁹⁵	.2763 ⁴²	-0.041 ¹⁴	01.000 ⁶⁵	.3980 ³⁸	-0.179 ⁶⁵	00.340 ¹¹⁴
30	.3822 ³	+0.130 ⁶	01.616 ⁹⁴	.2805 ⁷¹	-0.055 ¹⁴	01.065 ⁶⁶	.3942 ⁴⁶	-0.244 ⁵⁶	00.454 ¹¹¹
40	.3825 ²⁶	+0.124 ⁹	01.710 ⁹⁴	.2876 ⁹⁹	-0.069 ¹²	01.131 ⁶⁸	.3896 ⁵³	-0.300 ⁴⁵	00.565 ¹⁰⁹
50	.3851 ⁵¹	+0.115 ¹²	01.804 ⁹⁷	.2975 ¹²⁶	-0.081 ¹¹	01.199 ⁷²	.3843 ⁵⁶	-0.345 ³³	00.674 ¹⁰⁷
60	.3902 ⁷⁴	+0.103 ¹⁵	01.901 ⁹⁹	.3101 ¹⁵²	-0.092 ⁹	01.271 ⁷⁷	.3787 ⁵⁶	-0.378 ²¹	00.781 ¹⁰⁴
70	.3976 ⁹⁵	+0.088 ¹⁸	02.000 ¹⁰⁴	.3253 ¹⁷⁵	-0.101 ⁷	01.348 ⁸⁴	.3731 ⁵⁴	-0.399 ⁸	00.885 ¹⁰¹
80	.4071 ¹¹⁶	+0.070 ²²	02.104 ¹⁰⁸	.3428 ¹⁹⁵	-0.108 ⁴	01.432 ⁹⁰	.3677 ⁵⁰	-0.407 ³	00.986 ⁹⁹
90	.4187 ¹³⁵	+0.048 ²³	02.212 ¹¹⁵	.3623 ²¹¹	-0.112 ²	01.522 ⁹⁹	.3627 ⁴⁶	-0.404 ¹⁶	01.085 ⁹⁶
100	.4322 ¹⁴⁹	+0.025 ²⁶	02.327 ¹²²	.3834 ²²³	-0.114 ²	01.621 ¹¹⁰	.3581 ³⁹	-0.388 ²⁶	01.181 ⁹⁵
110	.4471 ¹⁶¹	-0.001 ²⁸	02.449 ¹³²	.4057 ²²⁹	-0.112 ⁶	01.731 ¹²²	.3542 ³³	-0.362 ³⁶	01.276 ⁹³
120	.4632 ¹⁶⁹	-0.029 ²⁹	02.581 ¹⁴²	.4286 ²²⁶	-0.106 ¹⁰	01.853 ¹³⁵	.3509 ²⁶	-0.326 ⁴⁵	01.369 ⁹²
130	.4801 ¹⁷¹	-0.058 ²⁹	02.723 ¹⁵⁴	.4512 ²¹⁶	-0.096 ¹⁵	01.988 ¹⁵⁰	.3483 ¹⁹	-0.281 ⁵³	01.461 ⁹¹
140	.4972 ¹⁷¹	-0.087 ²⁹	02.877 ¹⁶⁷	.4728 ¹⁹⁶	-0.081 ²⁰	02.138 ¹⁶⁵	.3464 ¹⁴	-0.228 ⁵⁹	01.552 ⁹⁰
150	.5143 ¹⁶²	-0.116 ²⁷	03.044 ¹⁸⁰	.4924 ¹⁶⁷	-0.061 ²³	02.303 ¹⁸⁰	.3450 ⁹	-0.169 ⁶³	01.642 ⁹⁰
160	.5305 ¹⁴⁸	-0.143 ²⁵	03.224 ¹⁹³	.5091 ¹²⁸	-0.038 ²⁷	02.483 ¹⁹²	.3441 ⁴	-0.106 ⁶⁶	01.732 ⁹⁰
170	.5453 ¹²⁸	-0.168 ¹⁹	03.417 ²⁰⁵	.5219 ⁸¹	-0.011 ²⁹	02.675 ²⁰¹	.3437 ¹	-0.040 ⁶⁸	01.822 ⁸⁹
180	.5581 ¹⁰¹	-0.187 ¹³	03.622 ²¹⁷	.5300 ³⁰	+0.018 ²⁹	02.876 ²⁰⁷	.3438 ⁶	+0.028 ⁶⁶	01.911 ⁸⁹
190	.5682 ⁶⁹	-0.200 ⁶	03.839 ²²⁶	.5330 ²⁴	+0.047 ²⁶	03.083 ²⁰⁷	.3444 ¹⁰	+0.094 ⁶⁵	02.000 ⁹⁰
200	.5751 ³⁴	-0.206 ¹	04.065 ²³¹	.5306 ⁷⁶	+0.073 ²³	03.290 ²⁰²	.3454 ¹⁵	+0.159 ⁶⁰	02.090 ⁹¹
210	.5785 ³	-0.205 ¹⁰	04.296 ²³²	.5230 ¹²⁵	+0.096 ¹⁹	03.492 ¹⁹³	.3469 ²¹	+0.219 ⁵⁴	02.181 ⁹¹
220	.5782 ⁴¹	-0.195 ¹⁷	04.528 ²³¹	.5105 ¹⁶³	+0.115 ¹²	03.685 ¹⁸¹	.3490 ²⁶	+0.273 ⁴⁶	02.272 ⁹²
230	.5741 ⁷⁵	-0.178 ²⁴	04.759 ²²³	.4942 ¹⁹³	+0.127 ⁷	03.866 ¹⁶⁶	.3516 ³³	+0.319 ³⁸	02.364 ⁹³
240	.5666 ¹⁰⁷	-0.154 ²⁸	04.982 ²¹⁵	.4749 ²¹³	+0.134 ¹	04.032 ¹⁵²	.3549 ⁴⁰	+0.357 ²⁹	02.457 ⁹⁵
250	.5559 ¹³¹	-0.126 ³¹	05.197 ²⁰⁴	.4536 ²²⁵	+0.135 ³	04.184 ¹³⁷	.3589 ⁴⁶	+0.386 ¹⁷	02.552 ⁹⁷
260	.5428 ¹⁵²	-0.095 ³³	05.401 ¹⁹¹	.4311 ²²⁸	+0.132 ⁷	04.321 ¹²³	.3635 ⁴⁹	+0.403 ⁶	02.649 ⁹⁹
270	.5276 ¹⁶⁵	-0.062 ³²	05.592 ¹⁷⁷	.4083 ²²³	+0.125 ¹¹	04.444 ¹¹¹	.3684 ⁵²	+0.409 ⁷	02.748 ¹⁰²
280	.5111 ¹⁷¹	-0.030 ³¹	05.769 ¹⁶⁴	.3860 ²¹²	+0.114 ¹²	04.555 ¹⁰¹	.3736 ⁵⁵	+0.402 ¹⁹	02.850 ¹⁰⁴
290	.4940 ¹⁷³	+0.001 ²⁹	05.933 ¹⁵²	.3648 ¹⁹⁶	+0.102 ¹⁴	04.656 ⁹¹	.3791 ⁵⁵	+0.383 ³¹	02.954 ¹⁰⁶
300	.4767 ¹⁷⁰	+0.030 ²⁵	06.085 ¹⁴⁰	.3452 ¹⁷⁷	+0.088 ¹⁶	04.747 ⁸⁴	.3846 ⁵²	+0.352 ⁴³	03.060 ¹⁰⁹
310	.4597 ¹⁵⁹	+0.055 ²²	06.225 ¹³⁰	.3275 ¹⁵⁴	+0.072 ¹⁶	04.831 ⁷⁸	.3898 ⁴⁶	+0.309 ⁵⁴	03.169 ¹¹²
320	.4438 ¹⁴⁷	+0.077 ¹⁹	06.355 ¹²¹	.3121 ¹²⁹	+0.056 ¹⁷	04.909 ⁷³	.3944 ³⁷	+0.255 ⁶³	03.281 ¹¹⁴
330	.4291 ¹²⁹	+0.096 ¹⁴	06.476 ¹¹³	.2992 ¹⁰³	+0.039 ¹⁶	04.982 ⁶⁹	.3981 ²⁶	+0.192 ⁷¹	03.395 ¹¹⁶
340	.4162 ¹¹⁴	+0.110 ¹¹	06.589 ¹⁰⁷	.2889 ⁷⁵	+0.023 ¹⁷	05.051 ⁶⁶	.4007 ¹⁴	+0.121 ⁷⁵	03.511 ¹¹⁷
350	.4048 ⁹¹	+0.121 ⁸	06.696 ¹⁰³	.2814 ⁴⁶	+0.006 ¹⁶	05.117 ⁶⁴	.4021 ⁰	+0.046 ⁷⁸	03.628 ¹¹⁷
360	.3951	+0.129	06.799	.2768	-0.010	05.181	.4021	-0.032	03.745
T 1898.203 e 0.2228			T 1898.944 e 0.2884			T 1900.794 e 0.0673			
M 133° 1' a 3.105			M 193° 10' a 2.648			M 254° 27' a 2.366			
ω 104 19 μ 65° 80			ω 196 47 μ 83° 56			ω 358 30 μ 98° 94			
Ω 289 41			Ω 173 47.5			Ω 175 53			
i 3 8.5 U 5° 47.2			i 2 48.5 U 4° 30.8			i 9 57.3 U 3° 63.8			

<i>l</i>	(52) Europa			(53) Kalypso			(54) Alexandra		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4962	—0.314	99.742	.4062	—0.135	99.019	.3748	+0.356	99.100
10	.4871	—0.348	99.896	.3905	—0.160	99.129	.3865	+0.422	99.201
20	.4781	—0.369	00.044	.3756	—0.178	99.232	.3994	+0.479	99.308
30	.4695	—0.379	00.186	.3619	—0.189	99.328	.4133	+0.525	99.423
40	.4615	—0.378	00.323	.3496	—0.195	99.418	.4279	+0.558	99.545
50	.4545	—0.366	00.455	.3391	—0.196	99.504	.4429	+0.576	99.675
60	.4487	—0.344	00.583	.3306	—0.192	99.586	.4579	+0.576	99.815
70	.4441	—0.314	00.707	.3243	—0.182	99.666	.4722	+0.556	99.965
80	.4407	—0.275	00.830	.3202	—0.169	99.743	.4852	+0.516	00.125
90	.4384	—0.230	00.952	.3183	—0.151	99.820	.4963	+0.454	00.294
100	.4375	—0.178	01.072	.3186	—0.130	99.896	.5048	+0.373	00.471
110	.4379	—0.121	01.192	.3212	—0.105	99.973	.5100	+0.274	00.653
120	.4395	—0.061	01.313	.3258	—0.077	00.051	.5113	+0.163	00.838
130	.4422	+0.001	01.435	.3326	—0.046	00.131	.5087	+0.046	01.023
140	.4460	+0.064	01.559	.3414	—0.013	00.214	.5024	—0.071	01.204
150	.4507	+0.128	01.685	.3519	+0.022	00.301	.4926	—0.180	01.377
160	.4562	+0.188	01.815	.3640	+0.058	00.392	.4799	—0.278	01.543
170	.4626	+0.244	01.948	.3775	+0.095	00.489	.4651	—0.359	01.698
180	.4698	+0.296	02.085	.3919	+0.131	00.593	.4489	—0.423	01.843
190	.4775	+0.340	02.227	.4071	+0.166	00.704	.4322	—0.469	01.977
200	.4856	+0.376	02.374	.4225	+0.198	00.823	.4156	—0.497	02.100
210	.4938	+0.401	02.527	.4378	+0.226	00.950	.3996	—0.509	02.215
220	.5020	+0.415	02.685	.4523	+0.247	01.087	.3850	—0.506	02.322
230	.5100	+0.416	02.850	.4656	+0.262	01.233	.3720	—0.489	02.423
240	.5175	+0.404	03.021	.4773	+0.268	01.388	.3607	—0.461	02.518
250	.5241	+0.377	03.198	.4868	+0.265	01.550	.3514	—0.421	02.608
260	.5297	+0.338	03.379	.4934	+0.251	01.718	.3442	—0.373	02.695
270	.5338	+0.286	03.564	.4970	+0.228	01.890	.3391	—0.316	02.780
280	.5362	+0.223	03.753	.4973	+0.196	02.064	.3360	—0.253	02.864
290	.5368	+0.152	03.943	.4942	+0.156	02.237	.3350	—0.183	02.946
300	.5356	+0.076	04.132	.4878	+0.112	02.406	.3357	—0.109	03.028
310	.5325	—0.002	04.320	.4785	+0.064	02.569	.3382	—0.031	03.111
320	.5277	—0.078	04.504	.4668	+0.017	02.725	.3424	+0.049	03.196
330	.5213	—0.150	04.683	.4532	—0.028	02.871	.3482	+0.129	03.282
340	.5137	—0.214	04.857	.4381	—0.069	03.008	.3556	+0.208	03.371
350	.5052	—0.270	05.025	.4223	—0.105	03.136	.3645	+0.285	03.463
360	.4962	—0.314	05.186	.4062	—0.135	03.255	.3748	+0.357	03.560
	<i>T</i> 1902.137	<i>e</i> 0.1137		<i>T</i> 1903.952	<i>e</i> 0.2036		<i>T</i> 1898.003	<i>e</i> 0.1999	
	<i>M</i> 65° 39' 5	<i>a</i> 3.0945		<i>M</i> 348° 2'	<i>a</i> 2.618		<i>M</i> 316° 55'	<i>a</i> 2.7095	
	<i>ω</i> 335 59	<i>μ</i> 66° 13		<i>ω</i> 310 57	<i>μ</i> 84° 98		<i>ω</i> 341 54	<i>μ</i> 80° 72	
	<i>Ω</i> 129 49			<i>Ω</i> 143 47.5			<i>Ω</i> 313 54		
	<i>i</i> 7 26.3	<i>U</i> 5 ^a 444		<i>i</i> 5 8.2	<i>U</i> 4 ^a 236		<i>i</i> 11 47.6	<i>U</i> 4 ^a 460	

l	(55) Pandora			(56) Melete			(57) Mnemosyne		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3739	-0.058	99.921	.3497	+0.077	99.659	.4580	+0.267	98.841
10	.3729	-0.006	00.016	.3654	+0.023	99.752	.4536	+0.134	98.974
20	.3733	+0.046	00.111	.3821	-0.035	99.852	.4494	0.000	99.104
30	.3752	+0.097	00.207	.3996	-0.098	99.960	.4456	-0.132	99.232
40	.3786	+0.146	00.303	.4171	-0.162	00.078	.4424	-0.258	99.359
50	.3834	+0.192	00.401	.4346	-0.226	00.205	.4400	-0.375	99.483
60	.3896	+0.234	00.502	.4510	-0.287	00.343	.4386	-0.480	99.606
70	.3972	+0.271	00.606	.4660	-0.343	00.491	.4384	-0.572	99.729
80	.4059	+0.301	00.715	.4789	-0.389	00.648	.4396	-0.648	99.853
90	.4156	+0.324	00.828	.4894	-0.424	00.815	.4426	-0.708	99.977
100	.4260	+0.338	00.946	.4968	-0.443	00.988	.4472	-0.750	00.103
110	.4370	+0.342	01.070	.5008	-0.446	01.166	.4536	-0.773	00.233
120	.4482	+0.337	01.202	.5011	-0.431	01.346	.4617	-0.775	00.367
130	.4593	+0.320	01.340	.4978	-0.400	01.525	.4713	-0.756	00.507
140	.4698	+0.291	01.484	.4909	-0.355	01.699	.4820	-0.714	00.654
150	.4793	+0.251	01.635	.4809	-0.298	01.867	.4935	-0.648	00.808
160	.4874	+0.201	01.793	.4680	-0.233	02.027	.5050	-0.559	00.971
170	.4936	+0.142	01.956	.4528	-0.163	02.176	.5161	-0.446	01.143
180	.4976	+0.077	02.123	.4360	-0.094	02.314	.5263	-0.312	01.322
190	.4993	+0.008	02.293	.4182	-0.026	02.442	.5347	-0.161	01.509
200	.4985	-0.062	02.463	.4000	+0.037	02.560	.5408	0.000	01.705
210	.4953	-0.128	02.631	.3820	+0.094	02.668	.5444	+0.166	01.904
220	.4898	-0.189	02.796	.3648	+0.143	02.768	.5453	+0.327	02.104
230	.4824	-0.242	02.956	.3488	+0.186	02.861	.5436	+0.476	02.304
240	.4734	-0.284	03.110	.3343	+0.220	02.947	.5397	+0.606	02.502
250	.4632	-0.316	03.257	.3220	+0.246	03.028	.5339	+0.712	02.695
260	.4524	-0.335	03.397	.3119	+0.265	03.105	.5267	+0.792	02.883
270	.4413	-0.344	03.530	.3042	+0.276	03.179	.5188	+0.844	03.065
280	.4302	-0.341	03.657	.2990	+0.281	03.251	.5105	+0.867	03.240
290	.4195	-0.329	03.777	.2965	+0.278	03.321	.5023	+0.864	03.408
300	.4094	-0.308	03.892	.2967	+0.269	03.391	.4943	+0.835	03.569
310	.4003	-0.279	04.002	.2996	+0.254	03.462	.4869	+0.784	03.725
320	.3924	-0.243	04.108	.3050	+0.231	03.534	.4800	+0.711	03.877
330	.3857	-0.202	04.210	.3130	+0.202	03.608	.4738	+0.620	04.024
340	.3804	-0.157	04.309	.3233	+0.167	03.685	.4682	+0.513	04.166
350	.3764	-0.109	04.406	.3356	+0.125	03.767	.4629	+0.394	04.305
360	.3739	-0.058	04.503	.3497	+0.077	03.853	.4580	+0.267	04.442
T 1898.806 e 0.1446			T 1900.996 e 0.2318			T 1899.228 e 0.1188			
M 263° 33' a 2.7585			M 157° 16' a 2.601			M 345° 49.5 a 3.1535			
ω 0 47 μ 78° 58			ω 101 6 u 85° 84			ω 208 5 μ 64° 27			
Ω 11 5.5			Ω 194 2			Ω 199 58.5			
i 7 13.4 U 4.582			i 8 3.2 U 4.194			i 15 12.3 U 5.601			

l	(58) Concordia			(59) Elpis			(60) Echo		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4491	-0.079	97.915	.3815	-0.058	00.907	.3781	+0.031	97.857
10	.4491	-0.119	98.049	.3792	-0.119	01.006	.3640	+0.005	97.958
20	.4485	-0.154	98.183	.3781	-0.176	01.104	.3504	-0.020	98.053
30	.4473	-0.185	98.317	.3782	-0.229	01.202	.3374	-0.042	98.143
40	.4455	-0.210	98.450	.3796	-0.275	01.301	.3257	-0.062	98.226
50	.4433	-0.227	98.582	.3823	-0.314	01.400	.3153	-0.080	98.306
60	.4408	-0.238	98.712	.3865	-0.345	01.501	.3064	-0.094	98.383
70	.4380	-0.241	98.840	.3919	-0.367	01.604	.2994	-0.106	98.457
80	.4351	-0.237	98.967	.3986	-0.379	01.710	.2943	-0.114	98.528
90	.4321	-0.226	99.092	.4064	-0.381	01.819	.2912	-0.120	98.599
100	.4291	-0.207	99.215	.4151	-0.372	01.933	.2902	-0.122	98.668
110	.4262	-0.183	99.337	.4245	-0.352	02.052	.2913	-0.121	98.738
120	.4234	-0.154	99.457	.4341	-0.319	02.176	.2944	-0.117	98.809
130	.4208	-0.121	99.576	.4437	-0.275	02.306	.2995	-0.110	98.881
140	.4185	-0.084	99.693	.4531	-0.220	02.441	.3066	-0.100	98.954
150	.4165	-0.045	99.809	.4615	-0.156	02.582	.3155	-0.086	99.031
160	.4147	-0.005	99.924	.4687	-0.084	02.729	.3260	-0.070	99.111
170	.4134	+0.034	00.038	.4744	-0.007	02.880	.3378	-0.051	99.195
180	.4126	+0.073	00.152	.4784	+0.073	03.034	.3507	-0.029	99.284
190	.4122	+0.109	00.266	.4805	+0.150	03.190	.3644	-0.005	99.379
200	.4122	+0.142	00.379	.4805	+0.223	03.347	.3785	+0.021	99.481
210	.4128	+0.171	00.492	.4785	+0.288	03.503	.3925	+0.048	99.588
220	.4138	+0.195	00.606	.4747	+0.342	03.658	.4060	+0.075	99.704
230	.4154	+0.213	00.721	.4695	+0.384	03.809	.4187	+0.101	99.826
240	.4175	+0.225	00.837	.4631	+0.411	03.957	.4297	+0.126	99.956
250	.4200	+0.231	00.954	.4557	+0.425	04.099	.4389	+0.146	00.091
260	.4230	+0.230	01.072	.4476	+0.425	04.237	.4458	+0.162	00.231
270	.4262	+0.222	01.192	.4394	+0.411	04.370	.4500	+0.173	00.375
280	.4295	+0.208	01.314	.4311	+0.386	04.497	.4514	+0.177	00.521
290	.4330	+0.186	01.438	.4229	+0.350	04.619	.4499	+0.175	00.667
300	.4364	+0.159	01.563	.4149	+0.305	04.737	.4456	+0.166	00.811
310	.4397	+0.126	01.690	.4075	+0.253	04.851	.4385	+0.152	00.951
320	.4426	+0.089	01.820	.4007	+0.195	04.962	.4293	+0.132	01.086
330	.4450	+0.048	01.952	.3946	+0.134	05.069	.4182	+0.110	01.215
340	.4470	+0.006	02.085	.3893	+0.070	05.174	.4056	+0.084	01.337
350	.4484	-0.037	02.218	.3849	+0.005	05.276	.3921	+0.058	01.452
360	.4491	-0.079	02.352	.3815	-0.058	05.376	.3781	+0.031	01.560
	<i>T</i> 1900.519	<i>e</i> 0.0426		<i>T</i> 1900.771	<i>e</i> 0.1172		<i>T</i> 1901.468	<i>e</i> 0.1835	
	<i>M</i> 21° 24'	<i>a</i> 2.700		<i>M</i> 334° 19'	<i>a</i> 2.7135		<i>M</i> 272° 15'	<i>a</i> 2.3935	
	<i>ω</i> 27 50	<i>μ</i> 81° 14		<i>ω</i> 207 58	<i>μ</i> 80° 56		<i>ω</i> 267 58	<i>μ</i> 97° 23	
	<i>Ω</i> 161 20			<i>Ω</i> 170 50			<i>Ω</i> 191 53		
	<i>i</i> 5 1.8	<i>U</i> 4 ^h 437		<i>i</i> 8 37	<i>U</i> 4 ^h 469		<i>i</i> 3 35.1	<i>U</i> 3 ^h 703	

l	(61) Danae			(62) Erato			(63) Ausonia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t ^{*)}	log r cos b	r sin b	t
0°	.3953	+0.356	96.973	.4255	-0.083	99.405	.3711	+0.089	99.988
10	.3962 ⁹	+0.480 ¹²⁴	97.079 ¹⁰⁶	.4190 ⁶⁵	-0.091 ⁸	99.517 ¹¹²	.3806 ⁹⁵	+0.129 ⁴⁰	00.091 ¹⁰³
20	.3985 ²³	+0.591 ¹¹¹	97.186 ¹⁰⁷	.4142 ⁴⁸	-0.096 ⁵	99.625 ¹⁰⁸	.3898 ⁹²	+0.167 ³⁸	00.198 ¹⁰⁷
30	.4024 ³⁹	+0.688 ⁹⁷	97.295 ¹⁰⁹	.4113 ²⁹	-0.099 ³	99.732 ¹⁰⁷	.3986 ⁸⁸	+0.200 ³³	00.309 ¹¹¹
40	.4080 ⁵⁶	+0.769 ⁸¹	97.406 ¹¹¹	.4105 ⁸	-0.099 ⁰	99.838 ¹⁰⁶	.4068 ⁸²	+0.228 ²⁸	00.426 ¹¹⁷
50	.4156 ⁷⁶	+0.832 ⁶³	97.520 ¹¹⁴	.4117 ¹²	-0.096 ³	99.944 ¹⁰⁶	.4140 ⁷²	+0.250 ²²	00.546 ¹²⁰
60	.4253 ⁹⁷	+0.876 ⁴⁴	97.638 ¹¹⁸	.4117 ³¹	-0.091 ⁵	00.051 ¹⁰⁷	.4201 ⁶¹	+0.264 ¹⁴	00.671 ¹²⁵
70	.4253 ¹¹⁶	+0.876 ²¹	97.638 ¹²⁶	.4148 ⁵⁰	-0.091 ⁷	00.051 ¹¹⁰	.4201 ⁴⁷	+0.264 ⁶	00.671 ¹²⁸
80	.4369 ¹³³	+0.897 ²	97.764 ¹³²	.4198 ⁶⁹	-0.084 ¹⁰	00.161 ¹¹²	.4248 ³²	+0.270 ⁴	00.799 ¹²⁹
90	.4502 ¹⁴⁷	+0.895 ²⁹	97.896 ¹⁴¹	.4267 ⁸⁵	-0.074 ¹²	00.273 ¹¹⁶	.4280 ¹³	+0.266 ¹³	00.928 ¹³¹
100	.4649 ¹⁵⁴	+0.866 ⁵⁷	98.037 ¹⁵¹	.4352 ¹⁰⁰	-0.062 ¹⁵	00.389 ¹²¹	.4293 ⁵	+0.253 ²²	01.059 ¹³¹
110	.4803 ¹⁵⁴	+0.809 ⁸⁸	98.188 ¹⁶³	.4452 ¹¹⁴	-0.047 ¹⁷	00.510 ¹²⁷	.4288 ²²	+0.231 ³⁰	01.190 ¹³⁰
120	.4957 ¹⁴⁴	+0.721 ¹²⁰	98.351 ¹⁷⁴	.4566 ¹²⁴	-0.030 ¹⁸	00.637 ¹³⁵	.4266 ⁴⁰	+0.201 ³⁶	01.320 ¹²⁹
130	.5101 ¹²⁶	+0.601 ¹⁵⁰	98.525 ¹⁸⁶	.4690 ¹³¹	-0.012 ²⁰	00.772 ¹⁴³	.4226 ⁵⁷	+0.165 ⁴¹	01.449 ¹²⁶
140	.5227 ¹⁰⁰	+0.451 ¹⁷⁴	98.711 ¹⁹⁵	.4821 ¹³⁴	+0.008 ²¹	00.915 ¹⁵¹	.4169 ⁷¹	+0.124 ⁴⁴	01.575 ¹²²
150	.5327 ⁶²	+0.277 ¹⁹³	98.906 ²⁰³	.4955 ¹³⁴	+0.029 ²²	01.066 ¹⁶¹	.4098 ⁸³	+0.080 ⁴⁴	01.697 ¹¹⁸
160	.5389 ¹⁹	+0.084 ¹⁹⁹	99.109 ²⁰⁶	.5089 ¹²⁹	+0.051 ²¹	01.227 ¹⁷²	.4015 ⁹²	+0.036 ⁴⁵	01.815 ¹¹³
170	.5407 ²³	-0.115 ¹⁹⁴	99.315 ²⁰⁷	.5218 ¹¹⁹	+0.072 ¹⁹	01.399 ¹⁸²	.3923 ⁹⁷	-0.009 ⁴²	01.928 ¹⁰⁹
180	.5384 ⁶²	-0.309 ¹⁷⁹	99.522 ²⁰²	.5337 ¹⁰⁶	+0.091 ¹⁸	01.581 ¹⁹¹	.3826 ⁹⁹	-0.051 ³⁹	02.037 ¹⁰³
190	.5322 ⁹⁶	-0.488 ¹⁵⁴	99.724 ¹⁹⁵	.5443 ⁸⁷	+0.109 ¹⁵	01.772 ²⁰⁰	.3727 ⁹⁸	-0.090 ³¹	02.140 ⁹⁹
200	.5226 ¹¹⁸	-0.642 ¹²⁴	99.919 ¹⁸⁶	.5530 ⁶⁵	+0.124 ¹⁰	01.972 ²⁰⁸	.3629 ⁹⁵	-0.124 ²⁹	02.239 ⁹⁵
210	.5108 ¹³⁵	-0.766 ⁹¹	00.105 ¹⁷⁵	.5595 ³⁹	+0.134 ⁶	02.180 ²¹²	.3534 ⁸⁸	-0.153 ²⁴	02.334 ⁹¹
220	.4973 ¹⁴¹	-0.857 ⁵⁸	00.280 ¹⁶⁴	.5634 ¹²	+0.140 ¹	02.392 ²¹⁵	.3446 ⁷⁸	-0.177 ¹⁷	02.425 ⁸⁷
230	.4832 ¹³⁹	-0.915 ²⁷	00.444 ¹⁵⁴	.5646 ¹⁶	+0.141 ⁵	02.607 ²¹⁵	.3368 ⁶⁶	-0.194 ¹²	02.512 ⁸⁵
240	.4693 ¹³⁰	-0.942 ²	00.598 ¹⁴⁵	.5630 ⁴³	+0.136 ⁹	02.822 ²¹¹	.3302 ⁵²	-0.206 ⁶	02.597 ⁸²
250	.4563 ¹¹⁹	-0.940 ²⁷	00.743 ¹³⁶	.5587 ⁶⁸	+0.127 ¹³	03.033 ²⁰⁶	.3250 ³⁷	-0.212 ⁰	02.679 ⁸⁰
260	.4444 ¹⁰⁶	-0.913 ⁵¹	00.879 ¹³⁰	.5519 ⁸⁹	+0.114 ¹⁷	03.239 ²⁰⁰	.3213 ²³	-0.212 ⁵	02.759 ⁷⁹
270	.4338 ⁸⁸	-0.862 ⁷²	01.009 ¹²⁵	.5430 ¹⁰⁸	+0.097 ²⁰	03.439 ¹⁹⁰	.3190 ⁷	-0.207 ¹¹	02.838 ⁷⁹
280	.4250 ⁷⁴	-0.790 ⁹⁰	01.134 ¹¹⁸	.5322 ¹²²	+0.077 ²¹	03.629 ¹⁸⁰	.3183 ⁹	-0.196 ¹⁷	02.917 ⁷⁹
290	.4176 ⁵⁹	-0.700 ¹⁰⁶	01.252 ¹¹⁶	.5200 ¹³⁰	+0.056 ²²	03.809 ¹⁷⁰	.3192 ²⁵	-0.179 ²¹	02.996 ⁸⁰
300	.4117 ⁴⁸	-0.594 ¹²⁰	01.368 ¹¹³	.5070 ¹³⁴	+0.034 ²²	03.979 ¹⁶⁰	.3217 ³⁹	-0.158 ²⁶	03.076 ⁸¹
310	.4069 ³⁸	-0.474 ¹³¹	01.481 ¹¹¹	.4936 ¹³³	+0.012 ²⁰	04.139 ¹⁵⁰	.3256 ⁵²	-0.132 ³⁰	03.157 ⁸³
320	.4031 ²⁹	-0.343 ¹³⁹	01.592 ¹⁰⁹	.4803 ¹³¹	-0.008 ¹⁹	04.289 ¹⁴²	.3308 ⁶⁴	-0.102 ³⁴	03.240 ⁸⁴
330	.4002 ²²	-0.204 ¹⁴²	01.701 ¹⁰⁸	.4672 ¹²³	-0.027 ¹⁸	04.431 ¹³³	.3372 ⁷⁵	-0.068 ³⁷	03.324 ⁸⁷
340	.3980 ¹⁶	-0.062 ¹⁴³	01.809 ¹⁰⁷	.4549 ¹¹²	-0.045 ¹⁵	04.564 ¹²⁷	.3447 ⁸³	-0.031 ³⁹	03.411 ⁹¹
350	.3964 ¹⁰	+0.081 ¹⁴¹	01.916 ¹⁰⁶	.4437 ⁹⁹	-0.060 ¹³	04.691 ¹²⁰	.3530 ⁸⁸	+0.008 ⁴¹	03.502 ⁹⁴
360	.3954 ¹	+0.222 ¹³⁴	02.022 ¹⁰⁶	.4338 ⁸³	-0.073 ¹⁰	04.811 ¹¹⁶	.3618 ⁹³	+0.049 ⁴⁰	03.596 ⁹⁹
	.3953	+0.356	02.128	.4255	-0.083	04.927	.3711	+0.089	03.695
	T 1900.284	e 0.1648		T 1877.723	e 0.1756		T 1898.093	e 0.1271	
	M 244° 21'	a 2.984		M 358° 44'	a 3.124		M 250° 44'	a 2.395	
	ω 8 27.5	μ 69° 84		ω 273 17	μ 65° 19		ω 292 55	μ 97° 12	
	Ω 334 15			Ω 126 0			Ω 337.58		
	i 18 15	U 5 ^h 155		i 2 12.3	U 5 ^h 22		i 5 47.2	U 3 ^h 707	

*) Die t erfordern gegenwärtig nach Beobachtungen aus 1907 und 1910 eine Korrektur von etwa -0^h 115.
 Phys.-math. Klasse. 1910. Anhang. Abh. IV. 4

<i>l</i>	(64) Angelina			(65) Cybele			(66) Maja		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4536 ⁸⁹	+0.050	98.855 ¹³⁵	.5421 ⁷³	-0.077	95.702 ¹⁸⁶	.3615 ⁸¹	-0.018	98.118 ⁹⁰
10	.4447 ⁹⁵	+0.055	98.990 ¹³⁰	.5494 ⁶⁸	-0.112	95.888 ¹⁹³	.3534 ⁶⁴	+0.004	98.208 ⁸⁷
20	.4352 ⁹⁷	+0.059	99.120 ¹²⁴	.5562 ⁶¹	-0.144	96.081 ¹⁹⁸	.3470 ⁴⁶	+0.024	98.295 ⁸⁵
30	.4255 ⁹⁶	+0.061	99.244 ¹¹⁹	.5623 ⁵²	-0.173	96.279 ²⁰³	.3424 ²⁷	+0.044	98.380 ⁸⁴
40	.4159 ⁹²	+0.060	99.363 ¹¹⁴	.5675 ⁴¹	-0.197	96.482 ²⁰⁸	.3397 ⁸	+0.062	98.464 ⁸³
50	.4067 ⁸⁶	+0.058	99.477 ¹⁰⁹	.5716 ²⁹	-0.215	96.690 ²¹²	.3389 ¹²	+0.078	98.547 ⁸²
60	.3981 ⁷⁷	+0.055	99.586 ¹⁰⁵	.5745 ¹⁵	-0.226	96.902 ²¹⁴	.3401 ³²	+0.092	98.629 ⁸⁴
70	.3904 ⁶⁸	+0.050	99.691 ¹⁰²	.5760 ²	-0.229	97.116 ²¹⁴	.3433 ⁵⁰	+0.104	98.713 ⁸⁵
80	.3836 ⁵⁵	+0.044	99.793 ⁹⁹	.5762 ¹²	-0.225	97.330 ²¹⁴	.3483 ⁶⁹	+0.114	98.798 ⁸⁸
90	.3781 ⁴³	+0.036	99.892 ⁹⁶	.5750 ²⁷	-0.213	97.544 ²¹²	.3552 ⁸⁵	+0.121	98.886 ⁹¹
100	.3738 ²⁸	+0.028	99.988 ⁹⁵	.5723 ³⁹	-0.194	97.756 ²⁰⁹	.3637 ¹⁰¹	+0.124	98.977 ⁹⁵
110	.3710 ¹⁵	+0.019	00.083 ⁹⁴	.5684 ⁵¹	-0.169	97.965 ²⁰⁴	.3738 ¹¹³	+0.125	99.072 ⁹⁹
120	.3695 ⁰	+0.010	00.177 ⁹⁴	.5633 ⁶⁰	-0.139	98.169 ¹⁹⁹	.3851 ¹²⁴	+0.121	99.171 ¹⁰⁵
130	.3695 ¹⁶	+0.001	00.271 ⁹⁴	.5573 ⁶⁷	-0.106	98.368 ¹⁹³	.3975 ¹³²	+0.114	99.276 ¹¹²
140	.3711 ³¹	-0.009	00.365 ⁹⁵	.5506 ⁷⁴	-0.069	98.561 ¹⁸⁸	.4107 ¹³⁵	+0.104	99.388 ¹¹⁹
150	.3742 ⁴³	-0.018	00.460 ⁹⁷	.5432 ⁷⁷	-0.032	98.749 ¹⁸¹	.4242 ¹³⁵	+0.089	99.507 ¹²⁷
160	.3785 ⁵⁶	-0.027	00.557 ⁹⁹	.5355 ⁷⁵	+0.005	98.930 ¹⁷⁵	.4377 ¹³⁰	+0.070	99.634 ¹³⁴
170	.3841 ⁶⁹	-0.035	00.656 ¹⁰²	.5280 ⁷³	+0.040	99.105 ¹⁶⁹	.4507 ¹¹⁹	+0.048	99.768 ¹⁴²
180	.3910 ⁸⁰	-0.043	00.758 ¹⁰⁵	.5207 ⁷⁰	+0.073	99.274 ¹⁶³	.4626 ¹⁰⁴	+0.023	99.910 ¹⁵⁰
190	.3990 ⁸⁷	-0.050	00.863 ¹⁰⁹	.5137 ⁶⁴	+0.103	99.437 ¹⁵⁸	.4730 ⁸⁵	-0.005	00.060 ¹⁵⁷
200	.4077 ⁹³	-0.055	00.972 ¹¹⁴	.5073 ⁵⁶	+0.129	99.595 ¹⁵⁴	.4815 ⁶²	-0.033	00.217 ¹⁶²
210	.4170 ⁹⁶	-0.059	01.086 ¹²⁰	.5017 ⁴⁷	+0.150	99.749 ¹⁵¹	.4877 ³⁶	-0.061	00.379 ¹⁶⁵
220	.4266 ⁹⁷	-0.062	01.206 ¹²⁵	.4970 ³⁶	+0.167	99.900 ¹⁴⁷	.4913 ⁸	-0.088	00.544 ¹⁶⁷
230	.4363 ⁹³	-0.062	01.331 ¹³⁰	.4934 ²⁶	+0.179	00.047 ¹⁴⁶	.4921 ¹⁹	-0.111	00.711 ¹⁶⁸
240	.4456 ⁸⁸	-0.061	01.461 ¹³⁶	.4908 ¹⁴	+0.186	00.193 ¹⁴⁴	.4902 ⁴⁶	-0.131	00.879 ¹⁶⁴
250	.4544 ⁸¹	-0.058	01.597 ¹⁴¹	.4894 ⁰	+0.188	00.337 ¹⁴⁴	.4856 ⁷⁰	-0.145	01.043 ¹⁶⁰
260	.4625 ⁶⁹	-0.052	01.738 ¹⁴⁶	.4894 ¹²	+0.184	00.481 ¹⁴⁴	.4786 ⁹²	-0.154	01.203 ¹⁵⁴
270	.4694 ⁵³	-0.045	01.884 ¹⁵¹	.4906 ²⁴	+0.175	00.625 ¹⁴⁵	.4694 ¹⁰⁹	-0.157	01.357 ¹⁴⁸
280	.4747 ³⁶	-0.036	02.035 ¹⁵³	.4930 ³⁶	+0.162	00.770 ¹⁴⁷	.4585 ¹²²	-0.155	01.505 ¹³⁹
290	.4783 ¹⁸	-0.025	02.188 ¹⁵⁶	.4966 ⁴⁵	+0.143	00.917 ¹⁵⁰	.4463 ¹³⁰	-0.147	01.644 ¹³²
300	.4801 ¹	-0.013	02.344 ¹⁵⁶	.5011 ⁵⁵	+0.121	01.067 ¹⁵⁴	.4333 ¹³³	-0.136	01.776 ¹²⁴
310	.4800 ²⁰	-0.001	02.500 ¹⁵⁶	.5066 ⁶³	+0.094	01.221 ¹⁵⁸	.4200 ¹³²	-0.120	01.900 ¹¹⁷
320	.4780 ³⁹	+0.011	02.656 ¹⁵³	.5129 ⁷⁰	+0.064	01.379 ¹⁶³	.4068 ¹²⁸	-0.102	02.017 ¹¹⁰
330	.4741 ⁵⁵	+0.022	02.809 ¹⁵⁰	.5199 ⁷⁵	+0.031	01.542 ¹⁶⁸	.3940 ¹²⁰	-0.083	02.127 ¹⁰³
340	.4686 ⁶⁹	+0.033	02.959 ¹⁴⁶	.5274 ⁷⁴	-0.004	01.710 ¹⁷⁴	.3820 ¹⁰⁹	-0.062	02.230 ⁹⁹
350	.4617 ⁸¹	+0.042	03.105 ¹⁴¹	.5348 ⁷³	-0.041	01.884 ¹⁸⁰	.3711 ⁹⁶	-0.040	02.229 ⁹³
360	.4536	+0.050	03.246	.5421	-0.077	02.064	.3615	-0.018	02.422
	<i>T</i> 1898.751	<i>e</i> 0.1271		<i>T</i> 1903.952	<i>e</i> 0.0998		<i>T</i> 1897.546	<i>e</i> 0.1747	
	<i>M</i> 239° 39'	<i>a</i> 2.682		<i>M</i> 199° 54'	<i>a</i> 3.433		<i>M</i> 277° 24'	<i>a</i> 2.646	
	<i>ω</i> 173 37	<i>μ</i> 81° 98		<i>ω</i> 96 59	<i>μ</i> 56° 58		<i>ω</i> 40 10	<i>μ</i> 83° 64	
	<i>Ω</i> 310 51			<i>Ω</i> 158 44			<i>Ω</i> 8 18		
	<i>i</i> 1 19.6	<i>U</i> 4 ^a 391		<i>i</i> 3 28.9	<i>U</i> 6 ^a 362		<i>i</i> 3 5	<i>U</i> 4 ^a 304	

l	(67) Asia			(68) Leto			(69) Hesperia				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3221 ¹¹⁴	+0.086 ³⁶	99.983 ⁸³	.3543 ⁴⁵	-0.223 ⁴¹	04.662 ⁸⁹	.4894 ¹²⁹	+0.054 ⁸⁰	00.498 ¹⁵³		
10	.3335 ¹²⁶	+0.050 ³⁸	00.066 ⁸⁷	.3588 ⁶²	-0.182 ⁴⁶	04.751 ⁹⁰	.4765 ¹³²	-0.026 ⁷⁴	00.651 ¹⁴⁴		
20	.3461 ¹³⁵	+0.012 ⁴²	00.153 ⁹³	.3650 ⁸⁰	-0.136 ⁵²	04.841 ⁹⁴	.4633 ¹³²	-0.100 ⁶⁷	00.795 ¹³⁵		
30	.3596 ¹⁴⁰	-0.030 ⁴³	00.246 ⁹⁸	.3730 ⁹⁸	-0.084 ⁵⁶	04.935 ⁹⁷	.4501 ¹²⁶	-0.167 ⁵⁸	00.930 ¹²⁷		
40	.3736 ¹⁴¹	-0.073 ⁴⁴	00.344 ¹⁰⁶	.3828 ¹¹⁰	-0.028 ⁶⁰	05.032 ¹⁰³	.4375 ¹¹⁷	-0.225 ⁴⁸	01.057 ¹²⁰		
50	.3877 ¹⁴⁰	-0.117 ⁴²	00.450 ¹¹³	.3938 ¹²²	+0.032 ⁶²	05.135 ¹⁰⁷	.4258 ¹⁰⁴	-0.273 ³⁹	01.177 ¹¹⁵		
60	.4017 ¹³³	-0.159 ⁴¹	00.563 ¹²⁰	.4060 ¹²⁹	+0.094 ⁶³	05.242 ¹¹⁵	.4154 ⁸⁸	-0.312 ²⁸	01.292 ¹⁰⁹		
70	.4150 ¹²⁰	-0.200 ³⁵	00.683 ¹²⁷	.4189 ¹³⁵	+0.157 ⁶²	05.357 ¹²¹	.4066 ⁷¹	-0.340 ¹⁹	01.401 ¹⁰⁶		
80	.4270 ¹⁰⁵	-0.235 ²⁹	00.810 ¹³⁴	.4324 ¹³⁷	+0.219 ⁵⁹	05.478 ¹³⁰	.3995 ⁵³	-0.359 ⁹	01.507 ¹⁰²		
90	.4375 ⁸⁵	-0.264 ²¹	00.944 ¹³⁹	.4461 ¹³⁶	+0.278 ⁵⁴	05.608 ¹³⁷	.3942 ³²	-0.368 ¹	01.609 ¹⁰¹		
100	.4460 ⁶¹	-0.285 ¹¹	01.083 ¹⁴⁵	.4597 ¹²⁹	+0.332 ⁴⁶	05.745 ¹⁴⁷	.3910 ¹⁰	-0.367 ¹⁰	01.710 ⁹⁹		
110	.4521 ³⁴	-0.296 ¹¹	01.228 ¹⁴⁸	.4726 ¹²⁰	+0.378 ³⁶	05.892 ¹⁵⁵	.3900 ¹²	-0.357 ¹⁹	01.809 ¹⁰⁰		
120	.4555 ⁵	-0.297 ¹¹	01.376 ¹⁴⁹	.4846 ¹⁰⁶	+0.414 ²³	06.047 ¹⁶⁴	.3912 ³²	-0.338 ²⁸	01.909 ¹⁰¹		
130	.4560 ²³	-0.286 ²¹	01.525 ¹⁴⁹	.4952 ⁸⁸	+0.437 ⁸	06.211 ¹⁷¹	.3944 ⁵²	-0.310 ³⁷	02.010 ¹⁰²		
140	.4537 ⁵¹	-0.265 ³⁰	01.674 ¹⁴⁶	.5040 ⁶⁶	+0.445 ⁷	06.382 ¹⁷⁷	.3996 ⁶⁹	-0.273 ⁴⁵	02.112 ¹⁰⁶		
150	.4486 ⁷⁷	-0.235 ³⁸	01.820 ¹⁴²	.5106 ⁴¹	+0.438 ²⁴	06.559 ¹⁸¹	.4065 ⁸⁵	-0.228 ⁵⁴	02.218 ¹⁰⁹		
160	.4409 ¹⁰⁰	-0.197 ⁴³	01.962 ¹³⁶	.5147 ¹³	+0.414 ³⁹	06.740 ¹⁸⁵	.4150 ⁹⁹	-0.174 ⁶⁰	02.327 ¹¹⁴		
170	.4309 ¹¹⁸	-0.154 ⁴⁷	02.098 ¹³⁰	.5160 ¹⁷	+0.375 ⁵³	06.925 ¹⁸³	.4249 ¹¹⁰	-0.114 ⁶⁷	02.441 ¹²⁰		
180	.4191 ¹³³	-0.107 ⁴⁷	02.228 ¹²²	.5143 ⁴⁵	+0.322 ⁶⁴	07.108 ¹⁸²	.4359 ¹¹⁸	-0.047 ⁷¹	02.561 ¹²⁶		
190	.4058 ¹⁴¹	-0.060 ⁴⁷	02.350 ¹¹⁵	.5098 ⁷³	+0.258 ⁷²	07.290 ¹⁷⁶	.4477 ¹²³	+0.024 ⁷⁵	02.687 ¹³⁴		
200	.3917 ¹⁴⁵	-0.013 ⁴⁴	02.465 ¹⁰⁷	.5025 ⁹⁸	+0.186 ⁷⁶	07.466 ¹⁶⁹	.4600 ¹²⁴	+0.099 ⁷⁶	02.821 ¹⁴¹		
210	.3772 ¹⁴⁵	+0.031 ⁴⁰	02.572 ¹⁰⁰	.4927 ¹¹⁸	+0.110 ⁷⁵	07.635 ¹⁶¹	.4724 ¹²²	+0.175 ⁷⁵	02.962 ¹⁴⁹		
220	.3627 ¹⁴⁰	+0.071 ³⁶	02.672 ⁹⁵	.4809 ¹³⁵	+0.035 ⁷³	07.796 ¹⁵²	.4846 ¹¹⁷	+0.250 ⁷¹	03.111 ¹⁵⁸		
230	.3487 ¹³⁰	+0.107 ³⁰	02.767 ⁸⁸	.4674 ¹⁴⁵	-0.038 ⁶⁷	07.948 ¹⁴³	.4963 ¹⁰⁸	+0.321 ⁶⁴	03.269 ¹⁶⁷		
240	.3357 ¹¹⁸	+0.137 ²⁵	02.855 ⁸⁴	.4529 ¹⁵⁰	-0.105 ⁵⁹	08.091 ¹³³	.5071 ⁹⁷	+0.385 ⁵⁴	03.436 ¹⁷⁵		
250	.3239 ¹⁰³	+0.162 ¹⁹	02.939 ⁷⁹	.4379 ¹⁴⁸	-0.164 ⁵¹	08.224 ¹²⁴	.5168 ⁸¹	+0.439 ⁴⁰	03.611 ¹⁸¹		
260	.3136 ⁸⁵	+0.181 ¹⁴	03.018 ⁷⁶	.4231 ¹⁴⁴	-0.215 ⁴⁰	08.348 ¹¹⁷	.5249 ⁶¹	+0.479 ²⁵	03.792 ¹⁸⁸		
270	.3051 ⁶⁶	+0.195 ⁸	03.094 ⁷³	.4087 ¹³⁵	-0.255 ³¹	08.465 ¹⁰⁹	.5310 ⁴⁰	+0.504 ⁷	03.980 ¹⁹²		
280	.2985 ⁴⁵	+0.203 ³	03.167 ⁷²	.3952 ¹²⁰	-0.286 ²²	08.574 ¹⁰²	.5350 ¹⁹	+0.511 ¹⁰	04.172 ¹⁹⁵		
290	.2940 ²³	+0.206 ²	03.239 ⁷⁰	.3832 ¹⁰³	-0.308 ¹²	08.676 ⁹⁸	.5369 ⁴	+0.501 ²⁹	04.367 ¹⁹⁵		
300	.2917 ¹	+0.204 ⁸	03.309 ⁷⁰	.3729 ⁸⁵	-0.320 ³	08.774 ⁹³	.5365 ²⁷	+0.472 ⁴⁵	04.562 ¹⁹⁴		
310	.2916 ²¹	+0.196 ¹²	03.379 ⁷⁰	.3644 ⁶⁴	-0.323 ⁵	08.867 ⁹⁰	.5338 ⁵¹	+0.427 ⁶⁰	04.756 ¹⁹¹		
320	.2937 ⁴³	+0.184 ¹⁸	03.449 ⁷¹	.3580 ⁴²	-0.318 ¹³	08.957 ⁸⁸	.5287 ⁷³	+0.367 ⁷⁰	04.947 ¹⁸⁵		
330	.2980 ⁶²	+0.166 ²²	03.520 ⁷³	.3538 ²¹	-0.305 ²⁰	09.045 ⁸⁷	.5214 ⁹²	+0.297 ⁷⁹	05.132 ¹⁷⁹		
340	.3042 ⁸¹	+0.144 ²⁷	03.593 ⁷⁶	.3517 ²	-0.285 ²⁸	09.132 ⁸⁶	.5122 ¹⁰⁸	+0.218 ⁸²	05.311 ¹⁷⁰		
350	.3123 ⁹⁸	+0.117 ³¹	03.669 ⁷⁹	.3519 ²⁴	-0.257 ³⁴	09.218 ⁸⁷	.5014 ¹²⁰	+0.136 ⁸²	05.481 ¹⁶²		
360	.3221	+0.086	03.748	.3543	-0.223	09.305	.4894	+0.054	05.643		
T 1901.694			e 0.1873	T 1904.774			e 0.1869	T 1889.004			e 0.1676
M 201° 21'			a 2.4205	M 17° 16'			a 2.783	M 182° 53'			a 2.980
ω 103 21			μ 95° 61	ω 302 15			μ 77° 53	ω 284 44			μ 69° 97
Ω 202 55				Ω 44 41				Ω 186 41			
i 5 59.2			U 3 ^a 765	i 7 58.6			U 4 ^a 643	i 8 29.9			U 5 ^a 145

<i>l</i>	(70) Panopaea			(72) Feronia			(73) Klytia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3589	-0.351	00.568	.3169	+0.092	96.802	.4152	-0.014	99.306
10	.3718 ¹²⁹	-0.300 ⁵¹	00.664 ⁹⁶	.3243 ⁷⁴	+0.061 ³¹	96.884 ⁸²	.4124 ²⁸	+0.004 ¹⁸	99.420 ¹¹⁴
20	.3858 ¹⁴⁰	-0.237 ⁶³	00.766 ¹⁰²	.3325 ⁸²	+0.028 ³³	96.968 ⁸⁴	.4101 ²³	+0.023 ¹⁹	99.533 ¹¹³
30	.4003 ¹⁴⁵	-0.162 ⁷⁵	00.875 ¹⁰⁹	.3413 ⁸⁸	-0.008 ³⁶	97.056 ⁸⁸	.4082 ¹⁹	+0.041 ¹⁸	99.645 ¹¹²
40	.4150 ¹⁴⁷	-0.077 ⁸⁵	00.992 ¹¹⁷	.3503 ⁹⁰	-0.044 ³⁶	97.148 ⁹²	.4068 ¹⁴	+0.057 ¹⁶	99.757 ¹¹²
50	.4293 ¹⁴³	+0.017 ⁹⁴	01.116 ¹²⁴	.3594 ⁹¹	-0.081 ³⁷	97.244 ⁹⁶	.4059 ⁹	+0.072 ¹⁵	99.868 ¹¹¹
60	.4427 ¹³⁴	+0.116 ⁹⁹	01.249 ¹³³	.3682 ⁸⁸	-0.117 ³⁶	97.343 ⁹⁹	.4055 ⁴	+0.085 ¹³	99.978 ¹¹⁰
70	.4547 ¹²⁰	+0.217 ¹⁰¹	01.390 ¹⁴¹	.3765 ⁸⁶	-0.151 ³⁴	97.447 ¹⁰⁴	.4057 ⁸	+0.095 ¹⁰	00.088 ¹¹⁰
80	.4646 ⁹⁹	+0.316 ⁹⁹	01.538 ¹⁴⁸	.3841 ⁷³	-0.181 ³⁰	97.555 ¹⁰⁸	.4065 ²	+0.102 ⁷	00.199 ¹¹¹
90	.4723 ⁷⁷	+0.407 ⁹¹	01.692 ¹⁵⁴	.3906 ⁶⁵	-0.205 ²⁴	97.666 ¹¹¹	.4078 ¹³	+0.106 ⁴	00.310 ¹¹¹
100	.4777 ⁵⁴	+0.486 ⁷⁹	01.851 ¹⁵⁹	.3959 ⁵³	-0.224 ¹⁹	97.780 ¹¹⁴	.4096 ¹⁸	+0.108 ²	00.422 ¹¹²
110	.4807 ³⁰	+0.549 ⁶³	02.014 ¹⁶³	.3998 ³⁹	-0.235 ¹¹	97.897 ¹¹⁷	.4119 ²³	+0.106 ²	00.535 ¹¹³
120	.4812 ⁵	+0.592 ⁴³	02.177 ¹⁶³	.4022 ²⁴	-0.239 ⁴	98.015 ¹¹⁸	.4147 ²⁸	+0.101 ⁵	00.649 ¹¹⁴
130	.4793 ¹⁹	+0.615 ²³	02.340 ¹⁶³	.4029 ⁷	-0.234 ⁵	98.134 ¹¹⁹	.4178 ³¹	+0.093 ⁸	00.765 ¹¹⁶
140	.4752 ⁴¹	+0.615 ⁰	02.501 ¹⁶¹	.4019 ¹⁰	-0.221 ¹³	98.254 ¹²⁰	.4211 ³³	+0.082 ¹¹	00.883 ¹¹⁸
150	.4691 ⁶¹	+0.594 ²¹	02.658 ¹⁵⁷	.3992 ²⁷	-0.201 ²⁰	98.372 ¹¹⁸	.4245 ³⁴	+0.068 ¹⁴	01.002 ¹¹⁹
160	.4613 ⁷⁸	+0.554 ⁴⁰	02.810 ¹⁵²	.3950 ⁴²	-0.174 ²⁷	98.489 ¹¹⁷	.4279 ³⁴	+0.052 ¹⁶	01.124 ¹²²
170	.4519 ⁹⁴	+0.496 ⁵⁸	02.956 ¹⁴⁶	.3893 ⁵⁷	-0.142 ³²	98.603 ¹¹⁴	.4312 ³³	+0.034 ¹⁸	01.247 ¹²³
180	.4412 ¹⁰⁷	+0.425 ⁷¹	03.095 ¹³⁹	.3823 ⁷⁰	-0.107 ³⁵	98.713 ¹¹⁰	.4344 ³²	+0.015 ¹⁹	01.372 ¹²⁵
190	.4296 ¹¹⁶	+0.343 ⁸²	03.228 ¹³³	.3744 ⁷⁹	-0.069 ³⁸	98.819 ¹⁰⁶	.4373 ²⁹	-0.005 ²⁰	01.499 ¹²⁷
200	.4172 ¹²⁴	+0.255 ⁸⁸	03.353 ¹²⁵	.3657 ⁸⁷	-0.030 ³⁹	98.922 ¹⁰³	.4398 ²⁵	-0.025 ²⁰	01.627 ¹²⁸
210	.4043 ¹²⁹	+0.164 ⁹¹	03.472 ¹¹⁹	.3565 ⁹²	+0.008 ³⁸	99.020 ⁹⁸	.4418 ²⁰	-0.044 ¹⁹	01.756 ¹²⁹
220	.3913 ¹³⁰	+0.073 ⁹¹	03.583 ¹¹¹	.3471 ⁹⁴	+0.044 ³⁶	99.115 ⁹⁵	.4432 ¹⁴	-0.062 ¹⁸	01.887 ¹³¹
230	.3785 ¹²⁸	-0.015 ⁸⁸	03.688 ¹⁰⁵	.3379 ⁹²	+0.077 ³³	99.205 ⁹⁰	.4440 ⁸	-0.079 ¹⁷	02.019 ¹³²
240	.3663 ¹²²	-0.097 ⁸²	03.787 ⁹⁹	.3292 ⁸⁷	+0.107 ³⁰	99.292 ⁸⁷	.4443 ³	-0.093 ¹⁴	02.151 ¹³²
250	.3551 ¹¹²	-0.173 ⁷⁶	03.881 ⁹⁴	.3212 ⁸⁰	+0.133 ²⁶	99.375 ⁸³	.4440 ³	-0.103 ¹⁰	02.283 ¹³²
260	.3450 ¹⁰¹	-0.240 ⁶⁷	03.970 ⁸⁹	.3140 ⁷²	+0.154 ²¹	99.456 ⁸¹	.4431 ⁹	-0.111 ⁸	02.414 ¹³¹
270	.3365 ⁸⁵	-0.298 ⁵⁸	04.056 ⁸⁶	.3079 ⁶¹	+0.170 ¹⁶	99.534 ⁷⁸	.4416 ¹⁵	-0.115 ⁴	02.545 ¹³¹
280	.3299 ⁶⁶	-0.346 ⁴⁸	04.138 ⁸²	.3031 ⁴⁸	+0.181 ¹¹	99.610 ⁷⁶	.4395 ²¹	-0.115 ⁰	02.675 ¹³⁰
290	.3254 ⁴⁵	-0.384 ³⁸	04.219 ⁸¹	.2997 ³⁴	+0.187 ⁶	99.685 ⁷⁵	.4371 ²⁴	-0.112 ³	02.803 ¹²⁸
300	.3231 ²³	-0.412 ²⁸	04.298 ⁷⁹	.2977 ²⁰	+0.188 ¹	99.759 ⁷⁴	.4343 ²⁸	-0.106 ⁶	02.931 ¹²⁸
310	.3233 ²	-0.429 ¹⁷	04.377 ⁷⁹	.2973 ⁴	+0.183 ⁵	99.832 ⁷³	.4312 ³¹	-0.096 ¹⁰	03.056 ¹²⁵
320	.3258 ²⁵	-0.436 ⁷	04.457 ⁸⁰	.2985 ¹²	+0.174 ⁹	99.906 ⁷⁴	.4280 ³²	-0.083 ¹³	03.179 ¹²³
330	.3308 ⁵⁰	-0.432 ⁴	04.537 ⁸⁰	.3011 ²⁶	+0.160 ¹⁴	99.980 ⁷⁴	.4247 ³³	-0.068 ¹⁵	03.300 ¹²⁰
340	.3381 ⁷³	-0.417 ¹⁵	04.620 ⁸³	.3051 ⁴⁰	+0.142 ¹⁸	00.056 ⁷⁶	.4214 ³³	-0.051 ¹⁷	03.420 ¹²¹
350	.3476 ⁹⁵	-0.390 ²⁷	04.707 ⁸⁷	.3104 ⁵³	+0.119 ²³	00.133 ⁷⁷	.4182 ³²	-0.033 ¹⁸	03.538 ¹¹⁸
360	.3589 ¹¹³	-0.351 ³⁹	04.797 ⁹⁰	.3169 ⁶⁵	+0.092 ²⁷	00.212 ⁷⁹	.4152 ³⁰	-0.014 ¹⁹	03.654 ¹¹⁶
	<i>T</i> 1890.975	<i>e</i> 0.1800		<i>T</i> 1897.984	<i>e</i> 0.1209		<i>T</i> 1898.586	<i>e</i> 0.0448	
	<i>M</i> 305° 21'	<i>a</i> 2.615		<i>M</i> 166° 4'	<i>a</i> 2.266		<i>M</i> 244° 30'	<i>a</i> 2.664	
	<i>ω</i> 252 50	<i>μ</i> 85° 12		<i>ω</i> 100 28	<i>μ</i> 105° 55		<i>ω</i> 52 42	<i>μ</i> 82° 80	
	<i>Ω</i> 48 16			<i>Ω</i> 207 54			<i>Ω</i> 7 35.5		
	<i>i</i> 11 38.3	<i>U</i> 4 ^a 229		<i>i</i> 5 23.9	<i>U</i> 3 ^a 410		<i>i</i> 2 24.2	<i>U</i> 4 ^a 348	

l	(74) Galatea			(75) Eurydike			(76) Freia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3276	+0.045	99.826	.2780	0.000	97.580	.5180	+0.063	00.135
10	.3267	+0.020	99.903	.2870	+0.030	97.646	.5055	+0.043	00.296
20	.3283	-0.006	99.981	.2988	+0.060	97.714	.4938	+0.023	00.449
30	.3324	-0.032	00.060	.3133	+0.090	97.788	.4830	+0.004	00.594
40	.3389	-0.058	00.140	.3303	+0.120	97.866	.4736	-0.014	00.732
50	.3477	-0.083	00.223	.3496	+0.150	97.952	.4658	-0.032	00.864
60	.3587	-0.107	00.311	.3708	+0.178	98.046	.4596	-0.048	00.992
70	.3717	-0.130	00.403	.3935	+0.203	98.150	.4551	-0.063	01.117
80	.3866	-0.151	00.502	.4173	+0.225	98.266	.4525	-0.075	01.241
90	.4029	-0.169	00.608	.4414	+0.242	98.395	.4519	-0.086	01.364
100	.4204	-0.183	00.722	.4650	+0.251	98.540	.4531	-0.094	01.487
110	.4387	-0.192	00.846	.4872	+0.252	98.701	.4562	-0.100	01.611
120	.4572	-0.196	00.981	.5070	+0.243	98.878	.4612	-0.103	01.737
130	.4752	-0.194	01.129	.5232	+0.223	99.069	.4680	-0.104	01.867
140	.4923	-0.184	01.288	.5348	+0.192	99.275	.4764	-0.102	02.001
150	.5074	-0.167	01.460	.5411	+0.152	99.488	.4863	-0.097	02.142
160	.5200	-0.142	01.643	.5416	+0.104	99.706	.4974	-0.089	02.289
170	.5294	-0.110	01.836	.5365	+0.052	99.921	.5095	-0.078	02.444
180	.5351	-0.073	02.036	.5257	0.000	00.128	.5222	-0.063	02.608
190	.5367	-0.032	02.239	.5102	-0.050	00.323	.5353	-0.046	02.782
200	.5342	+0.010	02.441	.4907	-0.093	00.502	.5483	-0.027	02.967
210	.5277	+0.050	02.640	.4685	-0.129	00.666	.5608	-0.005	03.163
220	.5174	+0.087	02.831	.4447	-0.157	00.813	.5724	+0.018	03.371
230	.5040	+0.119	03.011	.4201	-0.176	00.944	.5823	+0.042	03.588
240	.4883	+0.145	03.180	.3959	-0.189	01.061	.5904	+0.065	03.816
250	.4710	+0.164	03.337	.3726	-0.194	01.167	.5964	+0.086	04.050
260	.4527	+0.176	03.481	.3508	-0.193	01.261	.5999	+0.106	04.291
270	.4341	+0.181	03.614	.3310	-0.187	01.347	.6008	+0.121	04.534
280	.4158	+0.181	03.736	.3136	-0.177	01.426	.5990	+0.132	04.776
290	.3984	+0.175	03.848	.2989	-0.164	01.499	.5946	+0.137	05.015
300	.3824	+0.165	03.951	.2870	-0.146	01.568	.5877	+0.138	05.248
310	.3680	+0.151	04.048	.2779	-0.127	01.633	.5787	+0.134	05.473
320	.3555	+0.134	04.139	.2718	-0.105	01.697	.5682	+0.126	05.687
330	.3450	+0.115	04.225	.2688	-0.081	01.759	.5565	+0.114	05.890
340	.3368	+0.093	04.308	.2689	-0.055	01.821	.5439	+0.099	06.083
350	.3310	+0.070	04.388	.2720	-0.028	01.883	.5310	+0.082	06.264
360	.3276	+0.045	04.466	.2780	0.000	01.947	.5180	+0.063	06.435
T 1897.162 e 0.2372			T 1897.820 e 0.3051			T 1904.500 e 0.1699			
M 148° 5' a 2.782			M 32° 23' a 2.672			M 180° 20' a 3.411			
ω 171 0 μ 77° 58			ω 335 34 μ 82° 43			ω 236 12 μ 57° 15			
Ω 197 44			Ω 359 58			Ω 212 10			
i 4 0.4 U 4° 640			i 5 0 U 4° 367			i 2 2.9 U 6° 300			

<i>l</i>	(77) Frigga			(78) Diana			(79) Eurynome		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3897	-0.004	97.550	.4494	+0.189	99.752	.3171	+0.075	98.064
10	.3821 ⁷⁶	+0.014 ¹⁸	97.651 ¹⁰¹	.4330 ¹⁶⁴	+0.244 ⁵⁵	99.888 ¹³⁶	.3092 ⁷⁹	+0.047 ²⁸	98.141 ⁷⁷
20	.3757 ⁶⁴	+0.031 ¹⁷	97.749 ⁹⁸	.4161 ¹⁶⁹	+0.287 ⁴³	00.013 ¹²⁵	.3030 ⁶²	+0.018 ²⁹	98.215 ⁷⁴
30	.3706 ⁵¹	+0.047 ¹⁶	97.845 ⁹⁶	.3991 ¹⁷⁰	+0.318 ³¹	00.129 ¹¹⁶	.2987 ⁴³	-0.010 ²⁸	98.288 ⁷³
40	.3669 ³⁷	+0.062 ¹⁵	97.939 ⁹⁴	.3827 ¹⁶⁴	+0.337 ¹⁹	00.237 ¹⁰⁸	.2964 ²³	-0.037 ²⁷	98.359 ⁷¹
50	.3647 ²²	+0.074 ¹²	98.031 ⁹²	.3675 ¹⁵²	+0.346 ⁹	00.337 ¹⁰⁰	.2962 ²	-0.063 ²⁶	98.430 ⁷¹
60	.3640 ⁷	+0.084 ¹⁰	98.123 ⁹²	.3538 ¹³⁷	+0.344 ²	00.430 ⁹³	.2981 ¹⁹	-0.088 ²⁵	98.501 ⁷¹
70	.3648 ⁸	+0.092 ⁸	98.215 ⁹³	.3419 ¹¹⁹	+0.334 ¹⁰	00.518 ⁸⁸	.3020 ³⁹	-0.111 ²³	98.573 ⁷²
80	.3672 ²⁴	+0.098 ⁶	98.308 ⁹²	.3321 ⁹⁸	+0.315 ¹⁹	00.602 ⁸⁴	.3079 ⁵⁹	-0.131 ²⁰	98.647 ⁷⁴
90	.3711 ³⁹	+0.101 ³	98.402 ⁹⁴	.3244 ⁷⁷	+0.289 ²⁶	00.682 ⁸⁰	.3157 ⁷⁸	-0.149 ¹⁸	98.724 ⁷⁷
100	.3765 ⁵⁴	+0.101 ⁰	98.498 ⁹⁶	.3189 ⁵⁵	+0.257 ³²	00.761 ⁷⁹	.3254 ⁹⁷	-0.163 ¹⁴	98.803 ⁷⁹
110	.3832 ⁶⁷	+0.099 ²	98.597 ⁹⁹	.3156 ³³	+0.219 ³⁸	00.837 ⁷⁶	.3367 ¹¹³	-0.173 ¹⁰	98.887 ⁸⁴
120	.3911 ⁷⁹	+0.093 ⁶	98.699 ¹⁰²	.3146 ¹⁰	+0.176 ⁴³	00.913 ⁷⁶	.3494 ¹²⁷	-0.179 ⁶	98.975 ⁸⁸
130	.3999 ⁸⁸	+0.085 ⁸	98.805 ¹⁰⁶	.3158 ¹²	+0.128 ⁴⁸	00.988 ⁷⁵	.3631 ¹³⁷	-0.180 ¹	99.068 ⁹³
140	.4094 ⁹⁵	+0.074 ¹¹	98.916 ¹¹¹	.3191 ³³	+0.076 ⁵²	01.065 ⁷⁷	.3777 ¹⁴⁶	-0.176 ⁴	99.168 ¹⁰⁰
150	.4194 ¹⁰⁰	+0.060 ¹⁴	99.032 ¹¹⁶	.3244 ⁵³	+0.022 ⁵⁴	01.143 ⁷⁸	.3925 ¹⁴⁸	-0.166 ¹⁰	99.275 ¹⁰⁷
160	.4296 ¹⁰²	+0.043 ¹⁷	99.153 ¹²¹	.3244 ⁷²	+0.022 ⁵⁷	01.143 ⁸¹	.3925 ¹⁴⁷	-0.166 ¹⁷	99.275 ¹¹⁵
170	.4397 ¹⁰¹	+0.025 ¹⁸	99.280 ¹²⁷	.3316 ⁹⁰	-0.035 ⁵⁸	01.224 ⁸³	.4072 ¹⁴²	-0.149 ²³	99.390 ¹²²
180	.4494 ⁹⁷	+0.004 ²¹	99.413 ¹³³	.3406 ¹⁰⁶	-0.093 ⁵⁸	01.307 ⁸⁷	.4214 ¹²⁹	-0.126 ²⁸	99.512 ¹³¹
190	.4583 ⁸⁹	-0.017 ²¹	99.552 ¹³⁹	.3512 ¹²²	-0.151 ⁵⁷	01.394 ⁹²	.4343 ¹¹²	-0.098 ³⁴	99.643 ¹³⁸
200	.4660 ⁷⁷	-0.039 ²²	99.697 ¹⁴⁵	.3634 ¹³⁴	-0.208 ⁵⁴	01.486 ⁹⁸	.4455 ⁸⁹	-0.064 ³⁸	99.781 ¹⁴⁴
210	.4722 ⁶²	-0.060 ²¹	99.846 ¹⁴⁹	.3768 ¹⁴⁴	-0.262 ⁵⁰	01.584 ¹⁰⁴	.4544 ⁶¹	-0.026 ⁴⁰	99.925 ¹⁴⁹
220	.4768 ⁴⁶	-0.079 ¹⁹	99.999 ¹⁵³	.3912 ¹⁵¹	-0.312 ⁴⁴	01.688 ¹¹¹	.4605 ³¹	+0.014 ⁴⁰	00.074 ¹⁵³
230	.4795 ²⁷	-0.096 ¹⁷	00.154 ¹⁵⁵	.4063 ¹⁵⁶	-0.356 ³⁶	01.799 ¹²⁰	.4636 ⁰	+0.054 ³⁹	00.227 ¹⁵⁴
240	.4803 ⁸	-0.110 ¹⁴	00.310 ¹⁵⁶	.4219 ¹⁵⁵	-0.392 ²⁵	01.919 ¹²⁸	.4636 ³²	+0.093 ³⁵	00.381 ¹⁵³
250	.4790 ¹³	-0.120 ¹⁰	00.467 ¹⁵⁷	.4374 ¹⁵⁰	-0.417 ¹³	02.047 ¹³⁸	.4604 ⁶²	+0.128 ²⁹	00.534 ¹⁴⁹
260	.4757 ³³	-0.126 ⁶	00.622 ¹⁵⁵	.4524 ¹³⁸	-0.430 ¹	02.185 ¹⁴⁸	.4542 ⁸⁹	+0.157 ²³	00.683 ¹⁴⁴
270	.4706 ⁵¹	-0.127 ¹	00.773 ¹⁵¹	.4662 ¹²¹	-0.429 ¹⁶	02.333 ¹⁵⁶	.4453 ¹¹⁰	+0.180 ¹⁶	00.827 ¹³⁷
280	.4640 ⁶⁶	-0.124 ³	00.921 ¹⁴⁸	.4783 ⁹⁹	-0.413 ³³	02.489 ¹⁶⁵	.4343 ¹²⁸	+0.196 ⁸	00.964 ¹³¹
290	.4561 ⁷⁹	-0.117 ⁷	01.064 ¹⁴³	.4882 ⁷⁰	-0.380 ⁴⁹	02.654 ¹⁷¹	.4215 ¹³⁸	+0.204 ⁰	01.095 ¹²²
300	.4471 ⁹⁰	-0.106 ¹¹	01.202 ¹³⁸	.4952 ³⁷	-0.331 ⁶²	02.825 ¹⁷⁵	.4077 ¹⁴⁵	+0.204 ⁵	01.217 ¹¹⁵
310	.4471 ⁹⁷	-0.106 ¹³	01.202 ¹³²	.4989 ¹	-0.269 ⁷⁴	03.000 ¹⁷⁷	.3932 ¹⁴⁶	+0.199 ¹²	01.332 ¹⁰⁸
320	.4374 ¹⁰¹	-0.093 ¹⁶	01.334 ¹²⁶	.4990 ³⁶	-0.195 ⁸⁰	03.177 ¹⁷⁶	.3786 ¹⁴³	+0.187 ¹⁶	01.440 ¹⁰⁰
330	.4273 ¹⁰¹	-0.077 ¹⁷	01.460 ¹²⁰	.4954 ⁷³	-0.115 ⁸³	03.353 ¹⁷¹	.3643 ¹³⁶	+0.171 ²⁰	01.540 ⁹⁴
340	.4172 ⁹⁸	-0.060 ¹⁹	01.580 ¹¹⁴	.4881 ¹⁰⁵	-0.032 ⁸¹	03.524 ¹⁶⁴	.3507 ¹²⁵	+0.151 ²⁴	01.634 ⁸⁹
350	.4074 ⁹²	-0.041 ¹⁹	01.694 ¹¹⁰	.4776 ¹³⁰	+0.049 ⁷⁵	03.688 ¹⁵⁶	.3382 ¹¹³	+0.127 ²⁵	01.723 ⁸⁴
360	.3982 ⁸⁵	-0.022 ¹⁸	01.804 ¹⁰⁶	.4646 ¹⁵²	+0.124 ⁶⁵	03.844 ¹⁴⁶	.3269 ⁹⁸	+0.102 ²⁷	01.807 ⁸⁰
	.3897	-0.004	01.910	.4494	+0.189	03.990	.3171	+0.075	01.887
	<i>T</i> 1897.765	<i>e</i> 0.1330		<i>T</i> 1899.681	<i>e</i> 0.2093		<i>T</i> 1904.337	<i>e</i> 0.1910	
	<i>M</i> 331° 14'	<i>a</i> 2.669		<i>M</i> 253° 25'	<i>a</i> 2.619		<i>M</i> 199° 25' 5	<i>a</i> 2.445	
	<i>ω</i> 56 51.5	<i>μ</i> 82° 56		<i>ω</i> 148 55	<i>μ</i> 84° 94		<i>ω</i> 198 46.5	<i>μ</i> 94° 16	
	<i>Ω</i> 2 4			<i>Ω</i> 333 52			<i>Ω</i> 206 32		
	<i>i</i> 2 27.5	<i>U</i> 4 ^h 360		<i>i</i> 8 41.3	<i>U</i> 4 ^h 238		<i>i</i> 4 36.0	<i>U</i> 3 ^h 283	

<i>l</i>	(80) Sappho			(81) Terpsichore			(82) Alkmene		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.2618	+0.173	96.620	.3787	-0.014	98.443	.4909	-0.069	00.826
10	.2647 ²⁹	+0.134 ³⁹	96.683 ⁶³	.3689 ⁹⁸	+0.043 ⁵⁷	98.538 ⁹⁵	.4755 ¹⁵⁴	-0.042 ²⁷	00.985 ¹⁵⁹
20	.2695 ⁴⁸	+0.090 ⁴⁴	96.748 ⁶⁵	.3610 ⁷⁹	+0.096 ⁵³	98.630 ⁹²	.4590 ¹⁶⁵	-0.016 ²⁶	01.133 ¹⁴⁸
30	.2763 ⁶⁸	+0.043 ⁴⁷	96.814 ⁶⁶	.3551 ⁵⁹	+0.146 ⁵⁰	98.718 ⁸⁸	.4419 ¹⁷¹	+0.008 ²⁴	01.270 ¹³⁷
40	.2848 ⁸⁵	-0.007 ⁵⁰	96.883 ⁶⁹	.3515 ⁶⁹	+0.190 ⁴⁴	98.804 ⁸⁶	.4246 ¹⁷³	+0.031 ²³	01.396 ¹²⁶
50	.2950 ¹⁰²	-0.059 ⁵²	96.955 ⁷²	.3500 ¹⁵	+0.230 ⁴⁰	98.889 ⁸⁵	.4078 ¹⁶⁸	+0.051 ²⁰	01.513 ¹¹⁷
60	.3065 ¹¹⁵	-0.112 ⁵³	97.031 ⁷⁶	.3508 ⁸	+0.263 ³⁷	98.975 ⁸⁶	.3920 ¹⁵⁸	+0.068 ¹⁷	01.621 ¹⁰⁸
70	.3193 ¹²⁸	-0.164 ⁵²	97.111 ⁸⁰	.3539 ³¹	+0.290 ³³	99.061 ⁸⁶	.3776 ¹⁴⁴	+0.082 ¹⁴	01.722 ¹⁰¹
80	.3330 ¹³⁷	-0.215 ⁵¹	97.196 ⁸⁵	.3594 ⁵⁵	+0.290 ²¹	99.148 ⁸⁷	.3646 ¹³⁰	+0.093 ¹¹	01.816 ⁹⁴
90	.3473 ¹⁴³	-0.263 ⁴⁸	97.286 ⁹⁰	.3673 ⁷⁹	+0.311 ¹³	99.239 ⁹¹	.3534 ¹¹²	+0.101 ⁸	01.906 ⁹⁰
100	.3619 ¹⁴⁶	-0.306 ⁴³	97.383 ⁹⁷	.3773 ¹⁰⁰	+0.329 ⁵	99.333 ⁹⁴	.3445 ⁸⁹	+0.106 ⁵	01.991 ⁸⁵
110	.3765 ¹⁴⁶	-0.342 ³⁶	97.487 ¹⁰⁴	.3773 ¹²¹	+0.329 ⁴	99.333 ¹⁰⁰	.3445 ⁶⁷	+0.106 ²	01.991 ⁸³
120	.3906 ¹⁴¹	-0.369 ²⁷	97.598 ¹¹¹	.3894 ¹³⁹	+0.325 ¹³	99.433 ¹⁰⁵	.3378 ⁴³	+0.108 ¹	02.074 ⁸⁰
130	.4037 ¹³¹	-0.384 ¹⁵	97.716 ¹¹⁸	.4033 ¹⁵⁴	+0.312 ²³	99.538 ¹¹³	.3335 ²⁰	+0.107 ³	02.154 ⁸⁰
140	.4154 ¹¹⁷	-0.387 ³	97.841 ¹²⁵	.4187 ¹⁶⁴	+0.289 ³³	99.651 ¹²¹	.3315 ⁴	+0.104 ⁶	02.234 ⁷⁹
150	.4252 ⁹⁸	-0.376 ¹¹	97.972 ¹³¹	.4351 ¹⁷¹	+0.256 ⁴⁵	99.772 ¹³¹	.3319 ²⁸	+0.098 ⁸	02.313 ⁸⁰
160	.4326 ⁷⁴	-0.351 ²⁵	97.972 ¹³⁷	.4522 ¹⁷⁰	+0.211 ⁵⁵	99.903 ¹⁴³	.3347 ⁵²	+0.090 ¹¹	02.393 ⁸¹
170	.4371 ⁴⁵	-0.312 ³⁹	98.109 ¹⁴⁰	.4692 ¹⁶³	+0.156 ⁶⁴	00.046 ¹⁵³	.3399 ⁷⁶	+0.079 ¹³	02.474 ⁸³
180	.4382 ¹¹	-0.260 ⁵²	98.249 ¹⁴²	.4855 ¹⁵¹	+0.092 ⁷³	00.199 ¹⁶⁴	.3475 ⁹⁷	+0.066 ¹⁵	02.557 ⁸⁷
190	.4359 ²³	-0.199 ⁶¹	98.391 ¹⁴²	.5006 ¹³¹	+0.019 ⁷⁹	00.363 ¹⁷⁶	.3572 ¹¹⁷	+0.051 ¹⁸	02.644 ⁹²
200	.4303 ⁵⁶	-0.131 ⁶⁸	98.533 ¹⁴⁰	.5137 ¹⁰⁵	-0.060 ⁸⁰	00.539 ¹⁸⁶	.3689 ¹³⁴	+0.033 ¹⁹	02.736 ⁹⁶
210	.4216 ⁸⁷	-0.060 ⁷¹	98.673 ¹³⁵	.5242 ⁷⁵	-0.140 ⁷⁹	00.725 ¹⁹³	.3823 ¹⁵⁰	+0.014 ²²	02.832 ¹⁰³
220	.4102 ¹¹⁴	+0.009 ⁶⁹	98.808 ¹²⁸	.5317 ⁴¹	-0.219 ⁷²	00.918 ¹⁹⁹	.3973 ¹⁶¹	-0.008 ²²	02.935 ¹¹¹
230	.3966 ¹³⁶	+0.074 ⁶⁵	98.936 ¹²²	.5358 ⁴	-0.291 ⁶²	01.117 ²⁰¹	.4134 ¹⁶⁹	-0.030 ²³	03.046 ¹²⁰
240	.3814 ¹⁵²	+0.133 ⁵⁹	99.058 ¹¹³	.5362 ³⁰	-0.353 ⁴⁸	01.318 ¹⁹⁹	.4303 ¹⁷¹	-0.053 ²⁴	03.166 ¹³⁰
250	.3653 ¹⁶¹	+0.183 ⁵⁰	99.171 ¹⁰⁶	.5332 ⁶³	-0.401 ³¹	01.517 ¹⁹⁶	.4474 ¹⁷¹	-0.077 ²³	03.296 ¹⁴⁰
260	.3489 ¹⁶⁴	+0.224 ⁴¹	99.277 ⁹⁸	.5269 ⁹²	-0.432 ¹⁵	01.713 ¹⁸⁸	.4645 ¹⁶¹	-0.100 ²¹	03.436 ¹⁵¹
270	.3329 ¹⁶⁰	+0.255 ³¹	99.375 ⁹¹	.5177 ¹¹⁵	-0.447 ¹	01.901 ¹⁸⁰	.4806 ¹⁴⁵	-0.121 ¹⁹	03.587 ¹⁶³
280	.3177 ¹⁵²	+0.276 ²¹	99.466 ⁸⁵	.5062 ¹³³	-0.446 ¹⁷	02.081 ¹⁷⁰	.4951 ¹²⁶	-0.140 ¹⁴	03.750 ¹⁷³
290	.3037 ¹⁴⁰	+0.276 ¹³	99.551 ⁷⁹	.4929 ¹⁴⁶	-0.429 ³⁰	02.251 ¹⁵⁹	.5077 ¹⁰⁰	-0.154 ⁹	03.923 ¹⁸²
300	.2914 ¹²³	+0.289 ⁴	99.630 ⁷⁴	.4783 ¹⁵⁴	-0.399 ⁴¹	02.410 ¹⁴⁸	.5177 ⁶⁷	-0.163 ³	04.105 ¹⁸⁹
310	.2809 ¹⁰⁵	+0.293 ³	99.704 ⁷¹	.4629 ¹⁵⁶	-0.358 ⁴⁹	02.558 ¹³⁸	.5244 ³¹	-0.166 ³	04.294 ¹⁹⁴
320	.2726 ⁸³	+0.290 ¹¹	99.775 ⁶⁸	.4473 ¹⁵⁴	-0.309 ⁵⁵	02.696 ¹²⁹	.5275 ⁵	-0.163 ³	04.488 ¹⁹⁵
330	.2666 ⁶⁰	+0.279 ¹⁸	99.843 ⁶⁵	.4319 ¹⁴⁹	-0.254 ⁵⁹	02.825 ¹²⁰	.5270 ⁴³	-0.154 ¹⁶	04.683 ¹⁹³
340	.2628 ³⁸	+0.261 ²¹	99.908 ⁶⁴	.4170 ¹⁴¹	-0.195 ⁶¹	02.945 ¹¹²	.5227 ⁷⁷	-0.138 ²⁰	04.876 ¹⁸⁷
350	.2612 ¹⁶	+0.237 ²⁹	99.972 ⁶³	.4029 ¹²⁸	-0.134 ⁶¹	03.057 ¹⁰⁶	.5150 ¹⁰⁹	-0.118 ²³	05.063 ¹⁸⁰
360	.2618 ⁶	+0.208 ³⁵	00.035 ⁶⁴	.3901 ¹¹⁴	-0.073 ⁵⁹	03.163 ⁹⁹	.5041 ¹³²	-0.095 ²⁶	05.243 ¹⁷⁰
		+0.173	00.099	.3787	-0.014	03.262	.4909	-0.069	05.413
	<i>T</i> 1896.779	<i>e</i> 0.2007		<i>T</i> 1897.546	<i>e</i> 0.2113		<i>T</i> 1904.610	<i>e</i> 0.2223	
	<i>M</i> 19° 11'	<i>a</i> 2.296		<i>M</i> 260° 37'	<i>a</i> 2.853		<i>M</i> 184° 23'	<i>a</i> 2.761	
	<i>ω</i> 136 55	<i>μ</i> 103° 50		<i>ω</i> 46 15	<i>μ</i> 74° 72		<i>ω</i> 106 51	<i>μ</i> 78° 47	
	<i>Ω</i> 218 41			<i>Ω</i> 2 26			<i>Ω</i> 26 30		
	<i>i</i> 8 37.3	<i>U</i> 3 ^h 479		<i>i</i> 7 55	<i>U</i> 4 ^h 819		<i>i</i> 2 51.2	<i>U</i> 4 ^h 587	

<i>l</i>	(83) Beatrix			(84) Klio			(85) Io		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4201	-0.107	97.259	.2598	+0.161	02.159	.3420	+0.187	95.881
10	.4210	-0.070	97.383	.2650	+0.205	02.221	.3514	+0.113	95.968
20	.4207	-0.031	97.508	.2726	+0.245	02.286	.3622	+0.032	96.060
30	.4190	+0.009	97.632	.2825	+0.280	02.354	.3741	-0.054	96.157
40	.4161	+0.049	97.755	.2947	+0.310	02.426	.3868	-0.143	96.259
50	.4121	+0.086	97.876	.3088	+0.333	02.501	.4000	-0.234	96.368
60	.4071	+0.119	97.994	.3247	+0.348	02.582	.4135	-0.323	96.484
70	.4014	+0.148	98.110	.3421	+0.354	02.670	.4269	-0.407	96.607
80	.3951	+0.172	98.222	.3606	+0.349	02.765	.4399	-0.482	96.737
90	.3886	+0.190	98.331	.3797	+0.333	02.869	.4522	-0.546	96.876
100	.3820	+0.201	98.436	.3986	+0.304	02.983	.4637	-0.595	97.023
110	.3755	+0.206	98.539	.4167	+0.262	03.106	.4739	-0.626	97.177
120	.3694	+0.204	98.639	.4330	+0.206	03.239	.4823	-0.636	97.337
130	.3639	+0.197	98.736	.4467	+0.138	03.382	.4886	-0.623	97.504
140	.3590	+0.185	98.830	.4571	+0.061	03.533	.4926	-0.588	97.674
150	.3549	+0.167	98.923	.4632	-0.021	03.691	.4940	-0.530	97.847
160	.3516	+0.145	99.014	.4650	-0.104	03.851	.4925	-0.453	98.019
170	.3492	+0.119	99.104	.4624	-0.183	04.011	.4879	-0.360	98.189
180	.3478	+0.090	99.194	.4556	-0.253	04.167	.4802	-0.257	98.354
190	.3474	+0.059	99.282	.4449	-0.310	04.317	.4698	-0.148	98.513
200	.3479	+0.026	99.371	.4311	-0.353	04.459	.4570	-0.040	98.663
210	.3494	-0.008	99.461	.4152	-0.380	04.592	.4425	+0.063	98.804
220	.3517	-0.042	99.551	.3977	-0.393	04.714	.4268	+0.157	98.935
230	.3549	-0.075	99.642	.3795	-0.391	04.827	.4105	+0.240	99.057
240	.3589	-0.107	99.735	.3613	-0.378	04.931	.3943	+0.309	99.171
250	.3636	-0.136	99.830	.3436	-0.355	05.027	.3788	+0.364	99.276
260	.3688	-0.162	99.927	.3268	-0.323	05.115	.3645	+0.405	99.375
270	.3746	-0.183	00.026	.3115	-0.285	05.197	.3518	+0.434	99.467
280	.3807	-0.200	00.128	.2977	-0.241	05.273	.3413	+0.449	99.555
290	.3870	-0.211	00.233	.2857	-0.194	05.345	.3330	+0.453	99.638
300	.3933	-0.216	00.341	.2756	-0.144	05.414	.3271	+0.445	99.719
310	.3994	-0.214	00.452	.2674	-0.092	05.480	.3236	+0.426	99.799
320	.4051	-0.205	00.566	.2615	-0.039	05.544	.3227	+0.398	99.878
330	.4102	-0.190	00.683	.2576	+0.013	05.606	.3243	+0.359	99.956
340	.4146	-0.168	00.803	.2560	+0.064	05.667	.3281	+0.310	00.036
350	.4179	-0.140	00.925	.2567	+0.114	05.729	.3341	+0.253	00.118
360	.4201	-0.107	01.049	.2598	+0.161	05.791	.3420	+0.187	00.202
<i>T</i> 1891.030 <i>e</i> 0.0847			<i>T</i> 1904.226 <i>e</i> 0.2361			<i>T</i> 1889.113 <i>e</i> 0.1938			
<i>M</i> 295° 16' <i>a</i> 2.431			<i>M</i> 217° 5' <i>a</i> 2.363			<i>M</i> 180° 10' <i>a</i> 2.653			
<i>ω</i> 163 24 <i>μ</i> 94° 96			<i>ω</i> 12 46 <i>μ</i> 99° 12			<i>ω</i> 120 16 <i>μ</i> 83° 31			
<i>Ω</i> 27 40			<i>Ω</i> 327 29			<i>Ω</i> 203 47			
<i>i</i> 4 59.7 <i>U</i> 3 ^h 790			<i>i</i> 9 21.5 <i>U</i> 3 ^h 632			<i>i</i> 11 53.9 <i>U</i> 4 ^h 321			

l	(86) Semele			(87) Sylvia			(88) Thisbe		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3906	-0.206	98.440	.4937	-0.579	94.318	.3861	+0.221	99.346
10	.3852 ⁵⁴	-0.199	98.537	.4972 ³⁵	-0.548	94.467 ¹⁴⁹	.3955 ⁹⁴	+0.228	99.449 ¹⁰³
20	.3822 ³⁰	-0.187	98.631	.5020 ⁴⁸	-0.501	94.619 ¹⁵²	.4062 ¹⁰⁷	+0.229	99.557 ¹⁰⁸
30	.3816 ⁶	-0.171	98.725	.5080 ⁶⁰	-0.439	94.775 ¹⁵⁶	.4179 ¹¹⁷	+0.223	99.670 ¹¹³
40	.3834 ¹⁸	-0.150	98.820	.5149 ⁶⁹	-0.362	94.935 ¹⁶⁰	.4304 ¹²⁵	+0.209	99.790 ¹²⁰
50	.3876 ⁴²	-0.126	98.916	.5223 ⁷⁴	-0.272	95.101 ¹⁶⁶	.4433 ¹²⁹	+0.189	99.917 ¹²⁷
60	.3940 ⁶⁴	-0.097	99.014	.5300 ⁷⁷	-0.170	95.272 ¹⁷¹	.4561 ¹²⁸	+0.161	00.052 ¹³⁵
70	.4027 ⁸⁷	-0.065	99.115	.5377 ⁷⁷	-0.059	95.450 ¹⁷⁸	.4685 ¹²⁴	+0.126	00.195 ¹⁴³
80	.4135 ¹⁰⁸	-0.030	99.221	.5451 ⁷⁴	+0.057	95.634 ¹⁸⁴	.4798 ¹¹³	+0.084	00.346 ¹⁵¹
90	.4261 ¹²⁶	+0.008	99.334	.5518 ⁶⁷	+0.176	95.824 ¹⁹⁰	.4896 ⁹⁸	+0.038	00.504 ¹⁵⁸
100	.4402 ¹⁴¹	+0.048	99.453	.5578 ⁶⁰	+0.292	96.020 ¹⁹⁶	.4976 ⁸⁰	-0.011	00.669 ¹⁶⁵
110	.4556 ¹⁵⁴	+0.090	99.581	.5629 ⁵¹	+0.402	96.221 ²⁰¹	.5034 ⁵⁸	-0.062	00.840 ¹⁷¹
120	.4719 ¹⁶³	+0.132	99.718	.5670 ⁴¹	+0.500	96.427 ²⁰⁶	.5067 ³³	-0.112	01.014 ¹⁷⁴
130	.4887 ¹⁶⁸	+0.173	99.866	.5702 ³²	+0.584	96.636 ²⁰⁹	.5073 ⁶	-0.158	01.190 ¹⁷⁶
140	.5056 ¹⁶⁹	+0.212	00.027	.5724 ²²	+0.650	96.847 ²¹¹	.5053 ²⁰	-0.198	01.365 ¹⁷⁵
150	.5221 ¹⁶⁵	+0.246	00.200	.5736 ¹²	+0.695	97.060 ²¹³	.5008 ⁴⁵	-0.230	01.537 ¹⁷²
160	.5373 ¹⁵²	+0.275	00.386	.5738 ²	+0.718	97.274 ²¹⁴	.4940 ⁶⁸	-0.254	01.705 ¹⁶⁸
170	.5508 ¹³⁵	+0.295	00.585	.5732 ⁶	+0.717	97.487 ²¹³	.4853 ⁸⁷	-0.268	01.867 ¹⁶²
180	.5620 ¹¹²	+0.306	00.796	.5717 ¹⁵	+0.693	97.700 ²¹³	.4751 ¹⁰²	-0.272	02.022 ¹⁵⁵
190	.5704 ⁸⁴	+0.305	01.016	.5694 ²³	+0.647	97.911 ²¹¹	.4637 ¹¹⁴	-0.267	02.170 ¹⁴⁸
200	.5754 ⁵⁰	+0.292	01.244	.5663 ³¹	+0.581	98.119 ²⁰⁸	.4517 ¹²⁰	-0.254	02.310 ¹⁴⁰
210	.5769 ¹⁵	+0.268	01.475	.5624 ³⁹	+0.497	98.323 ²⁰⁴	.4394 ¹²³	-0.234	02.442 ¹³²
220	.5747 ²²	+0.234	01.705	.5576 ⁴⁸	+0.399	98.524 ²⁰¹	.4272 ¹²²	-0.208	02.567 ¹²⁵
230	.5689 ⁵⁸	+0.191	01.931	.5520 ⁵⁶	+0.291	98.720 ¹⁹⁶	.4154 ¹¹⁸	-0.177	02.685 ¹¹⁸
240	.5598 ⁹¹	+0.142	02.150	.5457 ⁶³	+0.176	98.911 ¹⁹¹	.4043 ¹¹¹	-0.143	02.798 ¹¹³
250	.5478 ¹²⁰	+0.091	02.358	.5388 ⁶⁹	+0.059	99.096 ¹⁸⁵	.3942 ¹⁰¹	-0.106	02.905 ¹⁰⁷
260	.5335 ¹⁴³	+0.039	02.554	.5316 ⁷²	-0.056	99.275 ¹⁷⁹	.3853 ⁸⁹	-0.068	03.007 ¹⁰²
270	.5176 ¹⁵⁹	-0.010	02.737	.5242 ⁷⁴	-0.165	99.448 ¹⁷³	.3777 ⁷⁶	-0.030	03.106 ⁹⁹
280	.5006 ¹⁷⁰	-0.056	02.907	.5170 ⁷²	-0.266	99.615 ¹⁶⁷	.3717 ⁶⁰	+0.009	03.201 ⁹⁵
290	.4833 ¹⁷³	-0.096	03.063	.5102 ⁶⁸	-0.356	99.777 ¹⁶²	.3674 ⁴³	+0.046	03.294 ⁹³
300	.4661 ¹⁷²	-0.130	03.207	.5040 ⁶²	-0.433	99.935 ¹⁵⁸	.3647 ²⁷	+0.081	03.386 ⁹²
310	.4495 ¹⁶⁶	-0.158	03.341	.4988 ⁵²	-0.496	00.088 ¹⁵³	.3637 ¹⁰	+0.113	03.476 ⁹⁰
320	.4342 ¹⁵³	-0.180	03.465	.4948 ⁴⁰	-0.544	00.238 ¹⁵⁰	.3645 ⁸	+0.143	03.567 ⁹¹
330	.4204 ¹³⁸	-0.195	03.581	.4923 ²⁵	-0.576	00.386 ¹⁴⁸	.3672 ²⁷	+0.169	03.659 ⁹²
340	.4084 ¹²⁰	-0.204	03.691	.4912 ¹¹	-0.593	00.532 ¹⁴⁶	.3718 ⁴⁶	+0.191	03.752 ⁹³
350	.3984 ¹⁰⁰	-0.208	03.795	.4917 ⁵	-0.594	00.678 ¹⁴⁶	.3781 ⁶³	+0.209	03.847 ⁹⁵
360	.3906 ⁷⁸	-0.206	03.895	.4937 ²⁰	-0.579	00.825 ¹⁴⁷	.3861 ⁸⁰	+0.221	03.946 ⁹⁹
	T 1896.341	e 0.2213		T 1898.312	e 0.0949		T 1889.989	e 0.1639	
	M 203° 38'	a 3.099		M 236° 43'	a 3.485		M 25° 33' 5	a 2.766	
	ω 300 25	μ 66° 00		ω 265 34	μ 55° 33		ω 30 51.6	μ 78° 24	
	Ω 87 55			Ω 75 8			Ω 277 43		
	i 4 47.6	U 5 ² 455		i 10 53	U 6 ² 507		i 5 14.9	U 4 ² 600	

<i>l</i>	(89) Julia			(90) Antiope			(91) Argina		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3091	+0.441	99.569	.4523	−0.106	00.216	.4027	−0.018	95.656
10	.3085	+0.502	99.645	.4619	−0.101	00.346	.3950	−0.002	95.765
20	.3102	+0.551	99.721	.4725	−0.092	00.483	.3877	+0.014	95.870
30	.3145	+0.587	99.799	.4838	−0.080	00.626	.3812	+0.029	95.972
40	.3215	+0.609	99.879	.4955	−0.064	00.777	.3756	+0.043	96.071
50	.3310	+0.616	99.961	.5074	−0.046	00.936	.3711	+0.055	96.168
60	.3429	+0.608	00.048	.5190	−0.025	01.104	.3676	+0.066	96.263
70	.3569	+0.583	00.141	.5299	−0.003	01.281	.3653	+0.074	96.357
80	.3726	+0.539	00.239	.5396	+0.021	01.467	.3642	+0.081	96.450
90	.3895	+0.476	00.346	.5478	+0.045	01.661	.3644	+0.085	96.543
100	.4068	+0.392	00.462	.5543	+0.068	01.861	.3659	+0.087	96.636
110	.4235	+0.287	00.586	.5587	+0.090	02.067	.3687	+0.086	96.730
120	.4389	+0.164	00.720	.5608	+0.109	02.276	.3727	+0.083	96.826
130	.4522	+0.027	00.863	.5604	+0.123	02.486	.3778	+0.078	96.924
140	.4625	−0.119	01.015	.5577	+0.134	02.694	.3839	+0.070	97.024
150	.4694	−0.266	01.173	.5527	+0.139	02.898	.3907	+0.060	97.127
160	.4727	−0.407	01.335	.5458	+0.139	03.097	.3981	+0.048	97.234
170	.4725	−0.533	01.497	.5371	+0.135	03.289	.4060	+0.034	97.345
180	.4690	−0.638	01.658	.5270	+0.126	03.474	.4142	+0.018	97.460
190	.4628	−0.717	01.816	.5160	+0.114	03.649	.4223	+0.002	97.579
200	.4545	−0.768	01.968	.5045	+0.099	03.815	.4300	−0.016	97.703
210	.4448	−0.792	02.115	.4928	+0.081	03.973	.4372	−0.033	97.831
220	.4340	−0.789	02.254	.4812	+0.062	04.122	.4436	−0.050	97.962
230	.4227	−0.761	02.386	.4701	+0.042	04.263	.4490	−0.066	98.098
240	.4113	−0.712	02.512	.4598	+0.022	04.398	.4532	−0.080	98.237
250	.3999	−0.644	02.631	.4506	+0.002	04.526	.4559	−0.092	98.378
260	.3888	−0.560	02.745	.4426	−0.017	04.650	.4571	−0.100	98.520
270	.3780	−0.463	02.852	.4360	−0.035	04.770	.4567	−0.105	98.663
280	.3675	−0.358	02.955	.4310	−0.052	04.886	.4548	−0.106	98.805
290	.3574	−0.247	03.053	.4277	−0.067	05.001	.4514	−0.104	98.945
300	.3478	−0.134	03.146	.4261	−0.080	05.114	.4467	−0.099	99.082
310	.3386	−0.021	03.236	.4262	−0.091	05.227	.4409	−0.090	99.216
320	.3302	+0.088	03.321	.4281	−0.099	05.340	.4341	−0.079	99.347
330	.3227	+0.190	03.404	.4318	−0.105	05.455	.4266	−0.065	99.473
340	.3165	+0.284	03.484	.4371	−0.108	05.572	.4187	−0.050	99.595
350	.3118	+0.368	03.563	.4440	−0.109	05.692	.4107	−0.034	99.713
360	.3091	+0.441	03.640	.4523	−0.106	05.817	.4027	−0.018	99.826
<i>T</i> 1889.989 <i>e</i> 0.1832			<i>T</i> 1904.391 <i>e</i> 0.1541			<i>T</i> 1897.108 <i>e</i> 0.1066			
<i>M</i> 237° 15' <i>a</i> 2.550			<i>M</i> 310° 45' <i>a</i> 3.154			<i>M</i> 54° 32' <i>a</i> 2.591			
<i>ω</i> 42 50.5 <i>μ</i> 88° 43			<i>ω</i> 232 39 <i>μ</i> 64° 27			<i>ω</i> 71 55 <i>μ</i> 86° 33			
<i>Ω</i> 311 52.5			<i>Ω</i> 71 11			<i>Ω</i> 10 56			
<i>i</i> 16 12.5 <i>U</i> 4° 071			<i>i</i> 2 16.3 <i>U</i> 5° 601			<i>i</i> 2 8.3 <i>U</i> 4° 170			

<i>l</i>	(92) Undina			(93) Minerva			(94) Aurora		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4600	-0.486	96.602	.4254	-0.035	95.211	.4747	-0.033	01.361
10	.4638 ³⁸	-0.507 ²¹	96.735 ¹³³	.4361 ¹⁰⁷	+0.036 ⁷¹	95.336 ¹²⁵	.4705 ⁴²	+0.041 ⁷⁴	01.500 ¹³⁹
20	.4688 ⁵⁰	-0.514 ⁷	96.870 ¹³⁵	.4466 ¹⁰⁵	+0.110 ⁷⁴	95.466 ¹³⁰	.4668 ³⁷	+0.112 ⁷¹	01.637 ¹³⁷
30	.4750 ⁶²	-0.507 ⁷	97.009 ¹³⁹	.4566 ¹⁰⁰	+0.184 ⁷⁴	95.603 ¹³⁷	.4638 ³⁰	+0.178 ⁶⁶	01.772 ¹³⁵
40	.4821 ⁷¹	-0.485 ²²	97.153 ¹⁴⁴	.4658 ⁹²	+0.254 ⁷⁰	95.746 ¹⁴³	.4617 ²¹	+0.239 ⁶¹	01.905 ¹³³
50	.4900 ⁷⁹	-0.448 ³⁷	97.302 ¹⁴⁹	.4739 ⁸¹	+0.318 ⁶⁴	95.895 ¹⁴⁹	.4605 ¹²	+0.293 ⁵⁴	02.037 ¹³²
60	.4984 ⁸⁴	-0.396 ⁵²	97.456 ¹⁵⁴	.4808 ⁶⁹	+0.374 ⁵⁶	96.049 ¹⁵⁴	.4603 ²	+0.338 ⁴⁵	02.169 ¹³²
70	.5070 ⁸⁶	-0.330 ⁶⁶	97.617 ¹⁶¹	.4862 ⁵⁴	+0.419 ⁴⁵	96.207 ¹⁵⁸	.4611 ⁸	+0.373 ³⁵	02.301 ¹³²
80	.5153 ⁸³	-0.250 ⁸⁰	97.784 ¹⁶⁷	.4898 ³⁶	+0.451 ³²	96.369 ¹⁶²	.4611 ²⁰	+0.373 ²⁶	02.434 ¹³³
90	.5229 ⁷⁶	-0.160 ⁹⁰	97.957 ¹⁷³	.4917 ¹⁹	+0.467 ¹⁶	96.533 ¹⁶⁴	.4631 ³¹	+0.399 ¹⁵	02.568 ¹³⁴
100	.5295 ⁶⁶	-0.061 ⁹⁹	98.136 ¹⁷⁹	.4919 ²	+0.467 ⁰	96.698 ¹⁶⁵	.4662 ⁴²	+0.414 ³	02.705 ¹³⁷
110	.5349 ⁵⁴	+0.043 ¹⁰⁴	98.320 ¹⁸⁴	.4919 ¹⁶	+0.467 ¹⁶	96.862 ¹⁶⁴	.4704 ⁵²	+0.417 ⁹	02.845 ¹⁴⁰
120	.5388 ³⁹	+0.148 ¹⁰⁵	98.508 ¹⁸⁸	.4903 ³⁴	+0.451 ³¹	96.862 ¹⁶³	.4756 ⁵⁹	+0.408 ²⁰	02.989 ¹⁴⁴
130	.5411 ²³	+0.249 ¹⁰¹	98.699 ¹⁹¹	.4869 ⁵¹	+0.420 ⁴⁵	97.025 ¹⁵⁹	.4815 ⁶⁶	+0.388 ³³	03.136 ¹⁴⁷
140	.5418 ⁷	+0.342 ⁹³	98.891 ¹⁹²	.4818 ⁶⁶	+0.375 ⁵⁶	97.184 ¹⁵⁵	.4881 ⁶⁹	+0.355 ⁴⁵	03.288 ¹⁵²
150	.5409 ⁹	+0.424 ⁸²	99.083 ¹⁹²	.4752 ⁸⁰	+0.319 ⁶⁵	97.339 ¹⁵⁰	.4950 ⁷⁰	+0.310 ⁵⁵	03.445 ¹⁵⁷
160	.5409 ²³	+0.424 ⁶⁶	99.273 ¹⁹⁰	.4672 ⁹⁰	+0.254 ⁷¹	97.489 ¹⁴⁴	.5020 ⁶⁹	+0.255 ⁶⁵	03.608 ¹⁶³
170	.5386 ³⁶	+0.490 ⁵⁰	99.461 ¹⁸⁸	.4582 ⁹⁹	+0.183 ⁷⁴	97.633 ¹³⁸	.5089 ⁶⁴	+0.190 ⁷⁴	03.775 ¹⁶⁷
180	.5350 ⁴⁵	+0.540 ³²	99.646 ¹⁸⁵	.4483 ¹⁰⁵	+0.109 ⁷³	97.771 ¹³¹	.5153 ⁵⁷	+0.116 ⁷⁹	03.947 ¹⁷²
190	.5305 ⁵²	+0.572 ¹²	99.826 ¹⁸⁰	.4378 ¹⁰⁷	+0.036 ⁷¹	97.902 ¹²⁵	.5210 ⁴⁷	+0.037 ⁸²	04.123 ¹⁷⁶
200	.5253 ⁵⁷	+0.584 ⁶	00.002 ¹⁷⁶	.4271 ¹⁰⁶	-0.035 ⁶⁷	98.027 ¹¹⁹	.5257 ³⁶	-0.045 ⁸³	04.303 ¹⁸⁰
210	.5196 ⁶¹	+0.578 ²⁴	00.173 ¹⁷¹	.4165 ¹⁰²	-0.102 ⁶¹	98.146 ¹¹⁴	.5293 ²³	-0.128 ⁸⁰	04.485 ¹⁸²
220	.5135 ⁶³	+0.554 ⁴⁰	00.340 ¹⁶⁷	.4063 ⁹⁴	-0.163 ⁵³	98.260 ¹⁰⁹	.5316 ⁹	-0.208 ⁷³	04.669 ¹⁸⁴
230	.5072 ⁶²	+0.514 ⁵⁴	00.501 ¹⁶¹	.3969 ⁸⁴	-0.216 ⁴⁵	98.369 ¹⁰⁴	.5325 ²	-0.281 ⁶⁴	04.853 ¹⁸⁴
240	.5010 ⁶²	+0.460 ⁶⁷	00.658 ¹⁵⁷	.3885 ⁷⁰	-0.261 ³⁷	98.473 ¹⁰¹	.5323 ¹³	-0.345 ⁵²	05.036 ¹⁸³
250	.4948 ⁶⁰	+0.393 ⁷⁷	00.811 ¹⁵³	.3815 ⁵⁴	-0.298 ²⁸	98.574 ⁹⁸	.5310 ²³	-0.397 ³⁹	05.218 ¹⁸²
260	.4888 ⁵⁸	+0.316 ⁸⁴	00.959 ¹⁴⁸	.3761 ³⁸	-0.326 ¹⁸	98.672 ⁹⁵	.5287 ³²	-0.436 ²⁴	05.397 ¹⁷⁹
270	.4830 ⁵⁶	+0.232 ⁸⁸	01.104 ¹⁴⁵	.3723 ²⁰	-0.344 ⁹	98.767 ⁹⁴	.5255 ⁴¹	-0.460 ¹⁰	05.573 ¹⁷⁶
280	.4774 ⁵²	+0.144 ⁹¹	01.245 ¹⁴¹	.3703 ²	-0.353 ⁰	98.861 ⁹⁴	.5214 ⁴⁸	-0.470 ⁶	05.745 ¹⁷²
290	.4722 ⁴⁶	+0.053 ⁹⁰	01.383 ¹³⁸	.3701 ¹⁷	-0.353 ¹⁰	98.955 ⁹⁴	.5166 ⁵²	-0.464 ²¹	05.914 ¹⁶⁹
300	.4676 ⁴⁰	-0.037 ⁸⁷	01.518 ¹³⁵	.3718 ³⁶	-0.343 ¹⁸	99.049 ⁹⁶	.5114 ⁵⁴	-0.443 ³³	06.079 ¹⁶⁵
310	.4636 ³³	-0.124 ⁸³	01.651 ¹³³	.3754 ⁵³	-0.325 ²⁸	99.145 ⁹⁸	.5060 ⁵⁴	-0.410 ⁴⁵	06.239 ¹⁶⁰
320	.4603 ²³	-0.207 ⁷⁵	01.783 ¹³²	.3807 ⁶⁸	-0.297 ³⁷	99.243 ¹⁰⁰	.5006 ⁵⁵	-0.365 ⁵⁵	06.396 ¹⁵⁷
330	.4580 ¹²	-0.282 ⁶⁷	01.913 ¹³⁰	.3875 ⁸¹	-0.260 ⁴⁵	99.343 ¹⁰⁴	.4951 ⁵⁵	-0.310 ⁶³	06.549 ¹⁵³
340	.4568 ¹	-0.349 ⁵⁷	02.043 ¹³⁰	.3956 ⁹²	-0.215 ⁵³	99.447 ¹⁰⁸	.4896 ⁵³	-0.247 ⁶⁸	06.698 ¹⁴⁹
350	.4567 ¹⁰	-0.406 ⁴⁶	02.173 ¹³⁰	.4048 ¹⁰¹	-0.162 ⁶¹	99.555 ¹¹²	.4843 ⁵⁰	-0.179 ⁷³	06.844 ¹⁴⁶
360	.4577 ²³	-0.452 ³⁴	02.304 ¹³¹	.4149 ¹⁰⁵	-0.101 ⁶⁶	99.667 ¹¹⁸	.4793 ⁴⁶	-0.106 ⁷³	06.987 ¹⁴³
	.4600	-0.486	02.304	.4254	-0.035	99.785	.4747	-0.033	06.987
	<i>T</i> 1900.393	<i>e</i> 0.0967		<i>T</i> 1897.053	<i>e</i> 0.1397		<i>T</i> 1900.406	<i>e</i> 0.0826	
	<i>M</i> 266° 49' 5	<i>a</i> 3.192		<i>M</i> 213° 22'	<i>a</i> 2.756		<i>M</i> 256° 3'	<i>a</i> 3.163	
	<i>ω</i> 221 10	<i>μ</i> 63° 13		<i>ω</i> 270 52	<i>μ</i> 78° 70		<i>ω</i> 45 22.5	<i>μ</i> 63° 99	
	<i>Ω</i> 105 53			<i>Ω</i> 4 56			<i>Ω</i> 4 25		
	<i>i</i> 9 56	<i>U</i> 5 ^a 702		<i>i</i> 8 35.4	<i>U</i> 4 ^a 574		<i>i</i> 8 4.2	<i>U</i> 5 ^a 626	

l	(95) Arethusa			(96) Aegle			(97) Klotho		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4143	+0.535	99.511	.5302	+0.591	98.008	.3513	-0.154	97.291
10	.4110	+0.478	99.621	.5227	+0.705	98.196	.3350	-0.220	97.378
20	.4096	+0.409	99.730	.5138	+0.790	98.378	.3207	-0.275	97.459
30	.4099	+0.330	99.839	.5040	+0.847	98.552	.3087	-0.321	97.536
40	.4116	+0.241	99.948	.4939	+0.875	98.718	.2992	-0.356	97.609
50	.4147	+0.145	00.058	.4839	+0.875	98.876	.2927	-0.382	97.679
60	.4191	+0.042	00.171	.4745	+0.850	99.028	.2893	-0.398	97.747
70	.4246	-0.064	00.286	.4659	+0.802	99.173	.2889	-0.405	97.815
80	.4310	-0.171	00.404	.4582	+0.733	99.313	.2916	-0.402	97.884
90	.4383	-0.276	00.526	.4514	+0.646	99.449	.2974	-0.390	97.953
100	.4465	-0.377	00.652	.4454	+0.543	99.580	.3062	-0.368	98.025
110	.4553	-0.471	00.783	.4401	+0.427	99.708	.3178	-0.336	98.101
120	.4647	-0.554	00.921	.4354	+0.302	99.833	.3319	-0.292	98.181
130	.4747	-0.625	01.065	.4312	+0.170	99.956	.3482	-0.238	98.267
140	.4851	-0.680	01.214	.4275	+0.036	00.076	.3664	-0.172	98.360
150	.4958	-0.717	01.371	.4244	-0.098	00.195	.3858	-0.095	98.462
160	.5065	-0.732	01.538	.4219	-0.227	00.312	.4059	-0.008	98.573
170	.5168	-0.725	01.713	.4201	-0.348	00.428	.4260	+0.089	98.695
180	.5263	-0.693	01.894	.4193	-0.458	00.543	.4456	+0.191	98.829
190	.5345	-0.635	02.083	.4199	-0.556	00.658	.4640	+0.295	98.975
200	.5409	-0.554	02.281	.4219	-0.639	00.774	.4803	+0.398	99.133
210	.5450	-0.450	02.483	.4256	-0.707	00.891	.4942	+0.492	99.302
220	.5466	-0.329	02.686	.4311	-0.757	01.011	.5050	+0.572	99.482
230	.5452	-0.195	02.889	.4385	-0.788	01.135	.5123	+0.633	99.669
240	.5407	-0.056	03.090	.4475	-0.799	01.263	.5160	+0.671	99.861
250	.5335	+0.082	03.286	.4581	-0.788	01.397	.5158	+0.683	00.055
260	.5239	+0.211	03.474	.4700	-0.753	01.538	.5118	+0.668	00.247
270	.5122	+0.327	03.653	.4827	-0.694	01.687	.5043	+0.628	00.434
280	.4991	+0.425	03.823	.4956	-0.610	01.846	.4935	+0.566	00.612
290	.4853	+0.505	03.983	.5079	-0.500	02.015	.4798	+0.487	00.781
300	.4715	+0.563	04.132	.5189	-0.366	02.192	.4639	+0.396	00.939
310	.4584	+0.602	04.272	.5279	-0.212	02.378	.4461	+0.298	01.086
320	.4463	+0.622	04.403	.5344	-0.045	02.571	.4272	+0.198	01.220
330	.4357	+0.624	04.528	.5379	+0.127	02.768	.4077	+0.100	01.343
340	.4267	+0.610	04.649	.5383	+0.296	02.967	.3881	+0.007	01.455
350	.4195	+0.580	04.765	.5356	+0.453	03.165	.3692	-0.078	01.558
360	.4143	+0.535	04.877	.5302	+0.591	03.359	.3513	-0.154	01.652
	<i>T</i> 1899.298	<i>e</i> 0.1550		<i>T</i> 1897.710	<i>e</i> 0.1333		<i>T</i> 1898.039	<i>e</i> 0.2564	
	<i>M</i> 320° 37'	<i>a</i> 3.065		<i>M</i> 183° 0'	<i>a</i> 3.059		<i>M</i> 21° 4'5	<i>a</i> 2.669	
	<i>ω</i> 149 37	<i>μ</i> 67°09		<i>ω</i> 200 35	<i>μ</i> 67°28		<i>ω</i> 264 36	<i>μ</i> 82°54	
	<i>Ω</i> 244 0			<i>Ω</i> 322 39			<i>Ω</i> 160 49		
	<i>i</i> 12 55.4	<i>U</i> 5 ^a 366		<i>i</i> 16 2.3	<i>U</i> 5 ^a 351		<i>i</i> 11 45.6	<i>U</i> 4 ^a 361	

<i>l</i>	(98) Ianthé			(100) Hekate			(101) Helena		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4898	+0.085	97.133	.4367	-0.240	96.293	.3548	+0.115	97.837
10	.4785	+0.226	97.300	.4463	-0.275	96.416	.3599	+0.183	97.929
20	.4644	+0.352	97.457	.4570	-0.304	96.546	.3660	+0.247	98.024
30	.4484	+0.456	97.603	.4688	-0.326	96.682	.3731	+0.307	98.122
40	.4314	+0.538	97.739	.4812	-0.339	96.825	.3812	+0.360	98.222
50	.4143	+0.597	97.865	.4938	-0.342	96.977	.3902	+0.404	98.326
60	.3979	+0.634	97.981	.5065	-0.334	97.139	.3999	+0.438	98.436
70	.3827	+0.651	98.089	.5187	-0.314	97.310	.4101	+0.460	98.551
80	.3693	+0.650	98.190	.5300	-0.283	97.490	.4204	+0.469	98.670
90	.3580	+0.632	98.285	.5396	-0.240	97.679	.4306	+0.464	98.796
100	.3490	+0.599	98.376	.5474	-0.187	97.877	.4405	+0.443	98.928
110	.3422	+0.552	98.464	.5529	-0.126	98.081	.4496	+0.407	99.066
120	.3377	+0.492	98.550	.5559	-0.058	98.288	.4573	+0.355	99.209
130	.3353	+0.421	98.634	.5560	+0.012	98.497	.4632	+0.288	99.357
140	.3349	+0.340	98.718	.5533	+0.081	98.705	.4670	+0.210	99.508
150	.3363	+0.249	98.802	.5479	+0.146	98.909	.4683	+0.124	99.661
160	.3391	+0.150	98.887	.5402	+0.204	99.107	.4670	+0.033	99.814
170	.3434	+0.046	98.973	.5305	+0.252	99.297	.4633	-0.058	99.965
180	.3489	-0.062	99.061	.5194	+0.290	99.477	.4573	-0.145	00.113
190	.3554	-0.171	99.151	.5072	+0.317	99.648	.4491	-0.224	00.256
200	.3629	-0.278	99.245	.4944	+0.332	99.811	.4393	-0.293	00.393
210	.3713	-0.382	99.342	.4815	+0.336	99.964	.4285	-0.349	00.524
220	.3808	-0.479	99.443	.4689	+0.329	00.107	.4170	-0.391	00.648
230	.3912	-0.566	99.549	.4571	+0.314	00.243	.4055	-0.418	00.766
240	.4026	-0.641	99.660	.4462	+0.291	00.372	.3942	-0.432	00.878
250	.4149	-0.701	99.778	.4365	+0.260	00.495	.3837	-0.433	00.984
260	.4280	-0.744	99.903	.4283	+0.224	00.613	.3742	-0.422	01.085
270	.4415	-0.766	00.035	.4216	+0.183	00.727	.3659	-0.400	01.183
280	.4550	-0.764	00.176	.4164	+0.138	00.839	.3591	-0.367	01.277
290	.4680	-0.737	00.326	.4129	+0.091	00.948	.3537	-0.326	01.369
300	.4798	-0.683	00.485	.4113	+0.042	01.055	.3497	-0.277	01.458
310	.4898	-0.601	00.652	.4114	-0.008	01.162	.3472	-0.221	01.546
320	.4972	-0.493	00.827	.4132	-0.059	01.270	.3462	-0.159	01.634
330	.5013	-0.364	01.006	.4166	-0.108	01.379	.3464	-0.093	01.722
340	.5014	-0.219	01.186	.4217	-0.155	01.490	.3480	-0.025	01.809
350	.4975	-0.066	01.365	.4285	-0.200	01.604	.3508	+0.045	01.897
360	.4898	+0.085	01.539	.4367	-0.240	01.722	.3548	+0.115	01.987
<i>T</i> 1898.447 <i>e</i> 0.1877			<i>T</i> 1898.039 <i>e</i> 0.1656			<i>T</i> 1901.805 <i>e</i> 0.1395			
<i>M</i> 331° 3' <i>a</i> 2.688			<i>M</i> 156° 20' <i>a</i> 3.089			<i>M</i> 8° 57' <i>a</i> 2.583			
<i>ω</i> 154 50 <i>μ</i> 81° 71			<i>ω</i> 176 49 <i>μ</i> 66° 32			<i>ω</i> 343 58 <i>μ</i> 86° 74			
<i>Ω</i> 354 19			<i>Ω</i> 128 19			<i>Ω</i> 343 34			
<i>i</i> 15 33.7 <i>U</i> 4 ^a 406			<i>i</i> 6 23.2 <i>U</i> 5 ^a 429			<i>i</i> 10 10.5 <i>U</i> 4 ^a 150			

l	(102) Miriam			(103) Hera			(104) Klymene			
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	
0°	.2972	+0.092	99.057	.4023	-0.165	99.818	.4611	-0.100	96.677	
10	.3000	+0.065	99.126	.4059	-0.194	99.927	.4523	-0.078	96.806	
20	.3054	+0.036	99.198	.4102	-0.218	00.038	.4447	-0.055	96.931	
30	.3134	+0.005	99.271	.4150	-0.236	00.152	.4385	-0.031	97.052	
40	.3238	-0.028	99.348	.4203	-0.248	00.268	.4339	-0.007	97.170	
50	.3364	-0.061	99.429	.4261	-0.252	00.388	.4309	+0.016	97.286	
60	.3510	-0.095	99.514	.4322	-0.249	00.510	.4295	+0.039	97.401	
70	.3673	-0.129	99.607	.4383	-0.238	00.636	.4297	+0.061	97.515	
80	.3852	-0.162	99.707	.4442	-0.219	00.767	.4316	+0.081	97.630	
90	.4042	-0.193	99.816	.4497	-0.193	00.900	.4352	+0.100	97.746	
100	.4238	-0.220	99.935	.4546	-0.160	01.036	.4403	+0.116	97.865	
110	.4434	-0.242	00.065	.4588	-0.121	01.175	.4470	+0.130	97.987	
120	.4623	-0.258	00.207	.4621	-0.077	01.317	.4551	+0.140	98.114	
130	.4800	-0.266	00.362	.4641	-0.030	01.461	.4644	+0.146	98.246	
140	.4955	-0.265	00.530	.4649	+0.018	01.606	.4746	+0.149	98.383	
150	.5081	-0.252	00.708	.4645	+0.065	01.750	.4856	+0.147	98.527	
160	.5171	-0.229	00.896	.4629	+0.110	01.894	.4970	+0.141	98.679	
170	.5220	-0.196	01.089	.4601	+0.151	02.036	.5084	+0.130	98.840	
180	.5224	-0.155	01.286	.4562	+0.187	02.177	.5195	+0.114	99.009	
190	.5182	-0.108	01.480	.4516	+0.216	02.315	.5299	+0.093	99.187	
200	.5097	-0.057	01.669	.4465	+0.237	02.449	.5393	+0.068	99.372	
210	.4975	-0.007	01.849	.4408	+0.250	02.580	.5472	+0.040	99.565	
220	.4821	+0.040	02.018	.4348	+0.256	02.708	.5534	+0.010	99.765	
230	.4643	+0.082	02.175	.4288	+0.254	02.833	.5575	-0.022	99.969	
240	.4449	+0.118	02.318	.4231	+0.243	02.953	.5593	-0.053	00.176	
250	.4248	+0.147	02.449	.4177	+0.226	03.071	.5588	-0.083	00.384	
260	.4047	+0.169	02.569	.4126	+0.204	03.186	.5560	-0.109	00.591	
270	.3852	+0.184	02.677	.4081	+0.176	03.298	.5510	-0.131	00.793	
280	.3668	+0.193	02.777	.4042	+0.142	03.409	.5441	-0.148	00.990	
290	.3500	+0.196	02.869	.4011	+0.105	03.518	.5356	-0.159	01.180	
300	.3352	+0.193	02.955	.3988	+0.066	03.625	.5258	-0.165	01.363	
310	.3225	+0.185	03.035	.3973	+0.026	03.731	.5151	-0.165	01.537	
320	.3122	+0.173	03.111	.3965	-0.015	03.837	.5039	-0.160	01.702	
330	.3045	+0.158	03.184	.3966	-0.056	03.943	.4926	-0.150	01.859	
340	.2995	+0.139	03.255	.3977	-0.095	04.049	.4815	-0.136	02.009	
350	.2970	+0.117	03.325	.3996	-0.132	04.156	.4709	-0.119	02.151	
360	.2972	+0.092	03.395	.4023	-0.165	04.264	.4611	-0.100	02.286	
			<i>T</i> 1898.532	<i>e</i> 0.2544				<i>T</i> 1897.984	<i>e</i> 0.1486	
			<i>M</i> 319° 12'	<i>a</i> 2.660				<i>M</i> 35° 10'	<i>a</i> 3.157	
			<i>ω</i> 143 39	<i>μ</i> 82° 98				<i>ω</i> 20 0	<i>μ</i> 64° 18	
			<i>Ω</i> 211 30					<i>Ω</i> 43 6		
			<i>i</i> 5 5.5	<i>U</i> 4 ^h 338				<i>i</i> 2 52.9	<i>U</i> 5 ^h 609	
				<i>T</i> 1901.554	<i>e</i> 0.0785				<i>T</i> 1897.984	<i>e</i> 0.1486
				<i>M</i> 173° 11'	<i>a</i> 2.704				<i>M</i> 35° 10'	<i>a</i> 3.157
				<i>ω</i> 185 58	<i>μ</i> 80° 96				<i>ω</i> 20 0	<i>μ</i> 64° 18
				<i>Ω</i> 136 18					<i>Ω</i> 43 6	
				<i>i</i> 5 24.6	<i>U</i> 4 ^h 446				<i>i</i> 2 52.9	<i>U</i> 5 ^h 609

l	(105) Artemis			(106) Dione			(107) Camilla		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3966	+0.139	97.935	.4314	-0.194	02.438	.5510	-0.042	00.729
10	.4107 ¹⁴¹	-0.033 ¹⁷²	98.062 ¹²⁷	.4276 ³⁸	-0.172 ²²	02.553 ¹¹⁵	.5455 ⁵⁵	-0.147 ¹⁰⁵	00.908 ¹⁸⁹
20	.4212 ¹⁰⁵	-0.214 ¹⁸¹	98.195 ¹³³	.4255 ²¹	-0.146 ²⁶	02.666 ¹¹³	.5396 ⁵⁹	-0.244 ⁹⁷	01.102 ¹⁸⁴
30	.4278 ⁶⁶	-0.394 ¹⁸⁰	98.335 ¹⁴⁰	.4253 ²	-0.117 ²⁹	02.778 ¹¹²	.5334 ⁶²	-0.331 ⁸⁷	01.281 ¹⁷⁹
40	.4304 ²⁶	-0.561 ¹⁶⁷	98.477 ¹⁴²	.4269 ¹⁶	-0.084 ³³	02.891 ¹¹³	.5274 ⁶⁰	-0.331 ⁷⁵	01.281 ¹⁷⁴
50	.4295 ⁹	-0.708 ¹⁴⁷	98.620 ¹⁴³	.4303 ³⁴	-0.049 ³⁵	03.005 ¹¹⁴	.5218 ⁵⁶	-0.406 ⁶¹	01.455 ¹⁷⁰
60	.4295 ³⁸	-0.827 ¹¹⁹	98.761 ¹⁴¹	.4303 ⁵⁰	-0.012 ³⁷	03.121 ¹¹⁶	.5167 ⁵¹	-0.467 ⁴⁶	01.625 ¹⁶⁵
70	.4257 ⁵⁹	-0.827 ⁸⁷	98.761 ¹³⁸	.4353 ⁶⁶	-0.012 ³⁹	03.121 ¹¹⁹	.5167 ⁴²	-0.513 ³⁰	01.790 ¹⁶²
80	.4198 ⁷³	-0.914 ⁵⁵	98.899 ¹³⁴	.4419 ⁸¹	+0.027 ³⁹	03.240 ¹²³	.5125 ³²	-0.543 ¹⁵	01.952 ¹⁵⁹
90	.4125 ⁸¹	-0.969 ²²	99.033 ¹²⁹	.4500 ⁹⁴	+0.066 ³⁹	03.363 ¹²⁹	.5093 ²¹	-0.558 ⁰	02.111 ¹⁵⁷
100	.4044 ⁸³	-0.991 ¹⁰	99.162 ¹²⁴	.4594 ¹⁰⁴	+0.105 ³⁷	03.492 ¹³⁴	.5072 ⁹	-0.558 ¹⁷	02.268 ¹⁵⁶
110	.3961 ⁸¹	-0.981 ³⁹	99.286 ¹²⁰	.4698 ¹¹³	+0.142 ³⁶	03.626 ¹⁴¹	.5063 ²	-0.541 ³¹	02.424 ¹⁵⁶
120	.3880 ⁸¹	-0.942 ⁶⁵	99.406 ¹¹⁵	.4811 ¹²⁰	+0.178 ³²	03.767 ¹⁵⁰	.5065 ¹³	-0.510 ⁴⁶	02.580 ¹⁵⁶
130	.3799 ⁸⁰	-0.877 ⁸⁹	99.521 ¹¹¹	.4931 ¹²³	+0.210 ²⁷	03.917 ¹⁵⁸	.5078 ²⁴	-0.464 ⁵⁹	02.736 ¹⁵⁷
140	.3719 ⁸⁰	-0.788 ¹¹⁰	99.632 ¹⁰⁷	.5054 ¹²¹	+0.237 ²¹	04.075 ¹⁶⁷	.5102 ³²	-0.405 ⁷¹	02.893 ¹⁶⁰
150	.3639 ⁸¹	-0.678 ¹²⁶	99.739 ¹⁰³	.5175 ¹¹⁶	+0.258 ¹⁴	04.242 ¹⁷⁶	.5134 ³⁷	-0.334 ⁸²	03.053 ¹⁶³
160	.3558 ⁸⁴	-0.552 ¹³⁹	99.842 ¹⁰⁰	.5291 ¹⁰⁷	+0.272 ⁵	04.418 ¹⁸⁶	.5171 ⁴²	-0.252 ⁹²	03.216 ¹⁶⁵
170	.3474 ⁹²	-0.413 ¹⁴⁶	99.942 ⁹⁵	.5398 ⁹⁴	+0.277 ⁴	04.604 ¹⁹⁵	.5213 ⁴⁶	-0.160 ⁹⁸	03.381 ¹⁶⁹
180	.3382 ⁹⁹	-0.267 ¹⁴⁹	00.037 ⁹¹	.5492 ⁷⁸	+0.273 ¹⁴	04.799 ²⁰²	.5259 ⁴⁸	-0.062 ¹⁰²	03.550 ¹⁷²
190	.3283 ¹⁰⁴	-0.118 ¹⁴⁵	00.128 ⁸⁸	.5570 ⁵⁸	+0.259 ²⁴	05.001 ²⁰⁸	.5307 ⁴⁷	+0.040 ¹⁰³	03.722 ¹⁷⁶
200	.3179 ¹⁰⁸	+0.027 ¹³⁸	00.216 ⁸³	.5628 ³⁴	+0.235 ³³	05.209 ²¹⁵	.5354 ⁴⁵	+0.143 ¹⁰¹	03.898 ¹⁸⁰
210	.3071 ¹⁰⁶	+0.165 ¹²⁶	00.299 ⁷⁹	.5662 ⁸	+0.202 ⁴⁰	05.424 ²¹⁶	.5399 ⁴³	+0.244 ⁹⁵	04.078 ¹⁸³
220	.2965 ⁹⁹	+0.291 ¹¹²	00.378 ⁷⁴	.5670 ¹⁷	+0.162 ⁴⁶	05.640 ²¹⁴	.5442 ⁴⁰	+0.339 ⁸⁷	04.261 ¹⁸⁷
230	.2866 ⁸⁵	+0.403 ⁹⁶	00.452 ⁷³	.5653 ⁴²	+0.116 ⁵⁰	05.854 ²¹¹	.5482 ³⁷	+0.426 ⁷⁴	04.448 ¹⁹¹
240	.2781 ⁶⁶	+0.499 ⁸¹	00.525 ⁷⁰	.5611 ⁶⁶	+0.066 ⁵¹	06.065 ²⁰⁸	.5519 ³⁴	+0.500 ⁶⁰	04.639 ¹⁹³
250	.2715 ⁴⁰	+0.580 ⁶⁴	00.595 ⁶⁷	.5545 ⁸⁶	+0.015 ⁴⁹	06.273 ²⁰⁰	.5553 ³¹	+0.560 ⁴⁴	04.832 ¹⁹⁶
260	.2675 ¹²	+0.644 ⁴⁸	00.662 ⁶⁸	.5459 ¹⁰³	-0.034 ⁴⁶	06.473 ¹⁹¹	.5584 ²⁷	+0.604 ²⁵	05.028 ²⁰⁰
270	.2663 ¹⁹	+0.692 ³²	00.730 ⁶⁷	.5356 ¹¹⁶	-0.080 ⁴¹	06.664 ¹⁸²	.5611 ²²	+0.629 ⁵	05.228 ²⁰²
280	.2682 ⁵³	+0.724 ¹⁶	00.797 ⁶⁹	.5240 ¹²³	-0.121 ³⁵	06.846 ¹⁷²	.5633 ¹⁸	+0.634 ¹⁴	05.430 ²⁰³
290	.2735 ⁸⁵	+0.740 ¹	00.866 ⁷¹	.5117 ¹²⁶	-0.156 ²⁹	07.018 ¹⁶²	.5651 ¹²	+0.620 ³⁵	05.633 ²⁰⁵
300	.2820 ¹¹⁶	+0.739 ²⁰	00.937 ⁷³	.4991 ¹²⁶	-0.185 ²²	07.180 ¹⁵³	.5663 ⁵	+0.585 ⁵³	05.838 ²⁰⁶
310	.2936 ¹⁴⁴	+0.719 ³⁹	01.010 ⁷⁹	.4865 ¹²⁰	-0.207 ¹⁴	07.333 ¹⁴⁴	.5668 ³	+0.532 ⁷⁰	06.044 ²⁰⁶
320	.3080 ¹⁶⁷	+0.680 ⁶⁰	01.089 ⁸¹	.4745 ¹¹³	-0.221 ⁷	07.477 ¹³⁸	.5665 ¹¹	+0.462 ⁸⁶	06.250 ²⁰⁵
330	.3247 ¹⁸²	+0.620 ⁸⁴	01.174 ⁸⁵	.4632 ¹⁰²	-0.228 ⁰	07.615 ¹³¹	.5654 ²¹	+0.376 ⁹⁶	06.455 ²⁰³
340	.3429 ¹⁸⁹	+0.536 ¹⁰⁹	01.265 ¹⁰⁰	.4530 ⁸⁸	-0.228 ⁶	07.746 ¹²⁵	.5633 ³¹	+0.280 ¹⁰⁵	06.658 ²⁰¹
350	.3618 ¹⁸²	+0.427 ¹³³	01.365 ¹⁰⁸	.4442 ⁷²	-0.222 ¹¹	07.871 ¹²⁰	.5602 ⁴¹	+0.175 ¹⁰⁹	06.859 ¹⁹⁸
360	.3800 ¹⁶⁶	+0.294 ¹⁵⁵	01.473 ¹¹⁸	.4370 ⁵⁶	-0.211 ¹⁷	07.991 ¹¹⁷	.5561 ⁵¹	+0.066 ¹⁰⁸	07.057 ¹⁹³
	.3966	+0.139	01.591	.4314	-0.194	08.108	.5510	-0.042	07.250
	T 1901.311	e 0.1757		T 1904.117	e 0.1619		T 1897.824	e 0.0688	
	M 96° 56'	a 2.3735		M 86° 49'	a 3.180		M 97° 8'	a 3.490	
	ω 54 43	μ 98° 47		ω 324 17	μ 63° 49		ω 293 58	μ 55° 21	
	Ω 188 7			Ω 63 6			Ω 176 6		
	i 21 31	U 3° 56		i 4 36	U 5° 670		i 9 51.7	U 6° 521	

<i>l</i>	(108) Hecuba			(109) Felicitas			(111) Ate				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.5482	+0.036	00.853	.3266	-0.024	00.658	.4238	+0.184	00.364		
10	.5453	+0.082	01.047	.3115	+0.027	00.735	.4157	+0.201	00.484		
20	.5410	+0.124	01.238	.2988	+0.075	00.808	.4076	+0.212	00.600		
30	.5355	+0.161	01.425	.2889	+0.118	00.877	.3997	+0.215	00.712		
40	.5289	+0.192	01.607	.2818	+0.156	00.944	.3923	+0.213	00.820		
50	.5215	+0.216	01.783	.2775	+0.190	01.008	.3855	+0.204	00.924		
60	.5137	+0.232	01.952	.2762	+0.219	01.072	.3795	+0.190	01.025		
70	.5057	+0.240	02.115	.2780	+0.243	01.136	.3746	+0.171	01.124		
80	.4977	+0.241	02.273	.2829	+0.261	01.201	.3708	+0.147	01.221		
90	.4900	+0.235	02.425	.2910	+0.274	01.268	.3680	+0.120	01.317		
100	.4828	+0.222	02.572	.3021	+0.281	01.338	.3663	+0.090	01.411		
110	.4763	+0.204	02.714	.3161	+0.281	01.412	.3658	+0.057	01.504		
120	.4707	+0.180	02.853	.3329	+0.274	01.492	.3666	+0.023	01.598		
130	.4660	+0.151	02.988	.3522	+0.258	01.579	.3685	-0.012	01.692		
140	.4624	+0.119	03.121	.3735	+0.234	01.674	.3714	-0.047	01.788		
150	.4599	+0.084	03.251	.3964	+0.199	01.779	.3754	-0.081	01.886		
160	.4585	+0.047	03.381	.4203	+0.154	01.896	.3804	-0.114	01.985		
170	.4583	+0.009	03.510	.4444	+0.099	02.027	.3862	-0.145	02.087		
180	.4593	-0.029	03.639	.4678	+0.033	02.173	.3928	-0.172	02.191		
190	.4615	-0.067	03.769	.4896	-0.041	02.335	.4000	-0.194	02.299		
200	.4648	-0.104	03.902	.5086	-0.121	02.514	.4075	-0.212	02.411		
210	.4691	-0.138	04.036	.5240	-0.202	02.707	.4153	-0.223	02.526		
220	.4744	-0.169	04.173	.5348	-0.280	02.912	.4231	-0.228	02.646		
230	.4806	-0.196	04.314	.5405	-0.348	03.125	.4307	-0.226	02.770		
240	.4875	-0.218	04.459	.5407	-0.403	03.341	.4378	-0.217	02.899		
250	.4950	-0.234	04.609	.5356	-0.440	03.555	.4440	-0.200	03.032		
260	.5029	-0.244	04.765	.5256	-0.457	03.760	.4491	-0.176	03.168		
270	.5108	-0.247	04.927	.5112	-0.455	03.955	.4531	-0.146	03.307		
280	.5186	-0.242	05.094	.4932	-0.436	04.136	.4557	-0.110	03.448		
290	.5261	-0.229	05.267	.4728	-0.403	04.301	.4567	-0.070	03.591		
300	.5330	-0.208	05.447	.4510	-0.359	04.451	.4560	-0.028	03.733		
310	.5390	-0.179	05.632	.4285	-0.308	04.587	.4537	+0.015	03.874		
320	.5438	-0.144	05.821	.4059	-0.252	04.709	.4500	+0.057	04.014		
330	.5472	-0.103	06.014	.3839	-0.193	04.819	.4449	+0.096	04.151		
340	.5491	-0.058	06.209	.3631	-0.135	04.919	.4386	+0.131	04.284		
350	.5494	-0.011	06.405	.3439	-0.078	05.010	.4315	+0.161	04.413		
360	.5482	+0.036	06.601	.3266	-0.024	05.094	.4238	+0.184	04.538		
			<i>T</i> 1898.643	<i>e</i> 0.1047				<i>T</i> 1898.039	<i>e</i> 0.2960		
			<i>M</i> 57° 46'	<i>a</i> 3.2085				<i>M</i> 115° 33' 5	<i>a</i> 2.6995		
			<i>ω</i> 174 25	<i>μ</i> 62° 63				<i>ω</i> 52 23	<i>μ</i> 81° 16		
			<i>Ω</i> 352 22					<i>Ω</i> 4 34			
			<i>i</i> 4 23.5	<i>U</i> 5 ² 748				<i>i</i> 8 1	<i>U</i> 4 ² 436		
								<i>T</i> 1898.392	<i>e</i> 0.1041		
								<i>M</i> 91° 26'	<i>a</i> 2.5925		
								<i>ω</i> 163 35.5	<i>μ</i> 86° 24		
								<i>Ω</i> 306 31			
								<i>i</i> 4 56.3	<i>U</i> 4 ² 174		

l	(112) Iphigenia			(113) Amalthea			(114) Kassandra		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3295	+0.057	97.230	.4090	-0.189	02.304	.4760	-0.068	98.507
10	.3334	+0.071	97.313	.4106	-0.208	02.424	.4696	-0.108	98.659
20	.3386	+0.083	97.397	.4111	-0.221	02.545	.4617	-0.144	98.806
30	.3451	+0.092	97.484	.4103	-0.226	02.666	.4525	-0.174	98.947
40	.3527	+0.100	97.574	.4084	-0.224	02.785	.4424	-0.196	99.082
50	.3613	+0.105	97.667	.4054	-0.214	02.904	.4317	-0.211	99.211
60	.3705	+0.107	97.764	.4014	-0.198	03.020	.4210	-0.219	99.333
70	.3802	+0.106	97.866	.3966	-0.176	03.134	.4106	-0.220	99.450
80	.3901	+0.101	97.972	.3911	-0.148	03.245	.4007	-0.215	99.562
90	.3999	+0.093	98.083	.3851	-0.117	03.354	.3916	-0.204	99.669
100	.4093	+0.082	98.198	.3787	-0.083	03.460	.3835	-0.187	99.771
110	.4178	+0.067	98.319	.3721	-0.048	03.563	.3766	-0.166	99.870
120	.4253	+0.050	98.444	.3655	-0.012	03.662	.3710	-0.141	99.966
130	.4314	+0.030	98.574	.3592	+0.024	03.758	.3668	-0.113	00.060
140	.4358	+0.009	98.706	.3532	+0.057	03.851	.3642	-0.082	00.153
150	.4384	-0.013	98.841	.3478	+0.088	03.942	.3630	-0.050	00.245
160	.4391	-0.035	98.976	.3431	+0.116	04.031	.3634	-0.016	00.336
170	.4376	-0.055	99.111	.3393	+0.140	04.119	.3652	+0.018	00.428
180	.4342	-0.073	99.245	.3364	+0.160	04.205	.3685	+0.053	00.521
190	.4291	-0.088	99.376	.3346	+0.175	04.290	.3733	+0.087	00.616
200	.4226	-0.100	99.504	.3339	+0.185	04.375	.3794	+0.119	00.714
210	.4147	-0.108	99.628	.3344	+0.190	04.459	.3867	+0.149	00.815
220	.4059	-0.113	99.747	.3361	+0.190	04.544	.3950	+0.175	00.918
230	.3964	-0.114	99.861	.3389	+0.184	04.630	.4042	+0.197	01.026
240	.3866	-0.111	99.971	.3427	+0.173	04.717	.4141	+0.215	01.140
250	.3768	-0.106	00.075	.3475	+0.157	04.806	.4245	+0.227	01.259
260	.3672	-0.096	00.175	.3530	+0.136	04.897	.4350	+0.232	01.383
270	.3583	-0.084	00.270	.3591	+0.110	04.991	.4453	+0.230	01.514
280	.3501	-0.071	00.362	.3657	+0.081	05.087	.4550	+0.221	01.651
290	.3429	-0.056	00.451	.3725	+0.048	05.186	.4639	+0.204	01.794
300	.3368	-0.040	00.536	.3794	+0.012	05.289	.4714	+0.178	01.941
310	.3320	-0.024	00.620	.3860	-0.025	05.395	.4773	+0.146	02.093
320	.3286	-0.007	00.702	.3922	-0.063	05.504	.4814	+0.108	02.251
330	.3267	+0.010	00.783	.3977	-0.099	05.616	.4833	+0.066	02.410
340	.3262	+0.027	00.864	.4025	-0.133	05.731	.4830	+0.021	02.569
350	.3271	+0.043	00.945	.4063	-0.164	05.848	.4805	-0.024	02.728
360	.3295	+0.057	01.026	.4090	-0.189	05.966	.4760	-0.068	02.884
T 1897.984 e 0.1292			T 1904.226 e 0.0886			T 1889.716 e 0.1379			
M 88° 12' a 2.433			M 345° 45' a 2.376			M 211° 30' a 2.676			
ω 14 9 μ 94° 84			ω 76 25.5 μ 98° 30			ω 348 48 μ 82° 23			
Ω 324 4			Ω 123 13.5			Ω 164 33			
i 2 37.1 U 3° 796			i 5 2.2 U 3° 662			i 4 54 U 4° 377			

<i>l</i>	(115) Thyra			(116) Sirona			(117) Lomia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.2972	+0.315	97.661	.4913	-0.175	99.371	.4662	+0.142	97.642
10	.2881 ⁹¹	+0.348 ³³	97.733 ⁷²	.4852 ⁶¹	-0.156 ¹⁹	99.531 ¹⁶⁰	.4637 ²⁵	+0.271 ¹²⁹	97.784 ¹⁴²
20	.2813 ⁶⁸	+0.370 ²²	97.803 ⁷⁰	.4776 ⁷⁶	-0.132 ²⁴	99.687 ¹⁵⁶	.4609 ²⁸	+0.391 ¹²⁰	97.924 ¹⁴⁰
30	.2769 ⁴⁴	+0.383 ¹³	97.870 ⁶⁷	.4687 ⁸⁹	-0.105 ²⁷	99.836 ¹⁴⁹	.4580 ²⁹	+0.497 ¹⁰⁶	98.062 ¹³⁸
40	.2750 ¹⁹	+0.386 ³	97.937 ⁶⁷	.4587 ¹⁰⁰	-0.075 ³⁰	99.979 ¹⁴³	.4553 ²⁷	+0.587 ⁹⁰	98.197 ¹³⁵
50	.2756 ⁶	+0.380	98.004 ⁶⁷	.4482 ¹⁰⁵	-0.044 ³¹	00.115 ¹³⁶	.4532 ²¹	+0.659 ⁷²	98.331 ¹³⁴
60	.2788 ³²	+0.364 ¹⁶	98.071 ⁶⁷	.4376 ¹⁰⁶	-0.014 ³⁰	00.245 ¹³⁰	.4518 ¹⁴	+0.712 ⁵³	98.465 ¹³⁴
70	.2844 ⁵⁶	+0.339 ²⁵	98.139 ⁶⁸	.4270 ¹⁰⁶	+0.016 ³⁰	00.369 ¹²⁴	.4515 ³	+0.745 ³³	98.598 ¹³³
80	.2923 ⁷⁹	+0.304 ³⁵	98.210 ⁷¹	.4167 ¹⁰³	+0.044 ²⁸	00.487 ¹¹⁸	.4515 ⁸	+0.757 ¹²	98.731 ¹³³
90	.3023 ¹⁰⁰	+0.260 ⁴⁴	98.284 ⁷⁴	.4072 ⁹⁵	+0.044 ²⁵	00.487 ¹¹³	.4523 ¹⁹	+0.757 ¹⁰	98.731 ¹³⁴
100	.3140 ¹¹⁷	+0.206 ⁵⁴	98.361 ⁷⁷	.4072 ⁸⁶	+0.069 ²²	00.600 ¹⁰⁷	.4542 ²⁹	+0.747 ³¹	98.865 ¹³⁶
110	.3140 ¹³⁰	+0.206 ⁶³	98.361 ⁸²	.3986 ⁷⁵	+0.091 ¹⁹	00.707 ¹⁰⁴	.4571 ³⁷	+0.716 ⁵²	99.001 ¹³⁸
120	.3270 ¹⁴⁰	+0.143 ⁷¹	98.443 ⁸⁷	.3911 ⁶¹	+0.110 ¹⁵	00.811 ¹⁰¹	.4608 ⁴³	+0.664 ⁷²	99.139 ¹⁴⁰
130	.3410 ¹⁴⁵	+0.072 ⁷⁹	98.530 ⁹³	.3850 ⁴⁷	+0.125 ¹²	00.912 ⁹⁹	.4651 ⁴⁶	+0.592 ⁹¹	99.279 ¹⁴³
140	.3555 ¹⁴⁶	-0.007 ⁸⁴	98.623 ¹⁰⁰	.3803 ³¹	+0.137 ⁷	01.011 ⁹⁶	.4697 ⁴⁶	+0.501 ¹⁰⁹	99.422 ¹⁴⁶
150	.3701 ¹⁴³	-0.091 ⁸⁶	98.723 ¹⁰⁶	.3772 ¹⁴	+0.144 ⁴	01.107 ⁹⁵	.4743 ⁴⁰	+0.392 ¹²⁴	99.568 ¹⁴⁹
160	.3844 ¹³⁵	-0.177 ⁸⁶	98.829 ¹¹⁴	.3758 ²	+0.148 ⁰	01.202 ⁹⁶	.4783 ³²	+0.268 ¹³⁴	99.717 ¹⁵²
170	.3979 ¹²³	-0.263 ⁸²	98.943 ¹²⁰	.3760 ¹⁹	+0.148 ⁴	01.298 ⁹⁶	.4815 ²¹	+0.134 ¹⁴¹	99.869 ¹⁵⁴
180	.4102 ¹⁰⁸	-0.345 ⁷⁴	99.063 ¹²⁸	.3779 ³⁵	+0.144 ⁸	01.394 ⁹⁷	.4836 ¹⁰	-0.007 ¹⁴¹	00.023 ¹⁵⁴
190	.4210 ⁸⁹	-0.419 ⁶³	99.191 ¹³³	.3814 ⁵¹	+0.136 ¹²	01.491 ⁹⁹	.4846 ²	-0.148 ¹³⁶	00.177 ¹⁵⁵
200	.4299 ⁶⁹	-0.482 ⁴⁸	99.324 ¹³⁷	.3865 ⁶⁵	+0.124 ¹⁵	01.590 ¹⁰²	.4844 ¹³	-0.284 ¹²⁷	00.332 ¹⁵⁴
210	.4368 ⁴⁷	-0.530 ³⁰	99.461 ¹⁴²	.3930 ⁷⁸	+0.109 ¹⁹	01.692 ¹⁰⁵	.4831 ²⁰	-0.411 ¹¹³	00.486 ¹⁵³
220	.4415 ²³	-0.560 ¹⁰	99.603 ¹⁴⁴	.4008 ⁸⁸	+0.090 ²³	01.797 ¹⁰⁹	.4811 ²⁵	-0.524 ⁹⁵	00.639 ¹⁵¹
230	.4438 ¹	-0.570 ¹⁰	99.747 ¹⁴⁵	.4096 ⁹⁷	+0.067 ²⁶	01.906 ¹¹⁴	.4786 ²⁷	-0.619 ⁷⁵	00.790 ¹⁵⁰
240	.4437 ²⁷	-0.560 ³¹	99.892 ¹⁴⁴	.4193 ¹⁰³	+0.041 ²⁸	02.020 ¹¹⁹	.4759 ²⁵	-0.694 ⁵⁴	00.940 ¹⁴⁸
250	.4410 ⁵³	-0.529 ⁴⁹	00.036 ¹⁴¹	.4296 ¹⁰⁷	+0.013 ²⁹	02.139 ¹²⁵	.4734 ²¹	-0.748 ³¹	01.088 ¹⁴⁶
260	.4357 ⁷⁵	-0.480 ⁶⁴	00.177 ¹³⁷	.4403 ¹⁰⁷	-0.016 ³¹	02.264 ¹³²	.4713 ¹⁶	-0.779 ⁸	01.234 ¹⁴⁵
270	.4282 ⁹⁶	-0.416 ⁷⁶	00.314 ¹³²	.4510 ¹⁰³	-0.047 ³¹	02.396 ¹³⁹	.4697 ¹⁰	-0.787 ¹⁵	01.379 ¹⁴⁴
280	.4186 ¹¹⁵	-0.340 ⁸⁵	00.446 ¹²⁵	.4613 ⁹⁷	-0.078 ²⁹	02.535 ¹⁴⁴	.4687 ⁴	-0.772 ³⁷	01.523 ¹⁴⁴
290	.4071 ¹³¹	-0.255 ⁸⁸	00.571 ¹¹⁹	.4710 ⁸⁷	-0.107 ²⁸	02.679 ¹⁵⁰	.4683 ¹	-0.735 ⁵⁹	01.667 ¹⁴³
300	.3940 ¹⁴²	-0.167 ⁸⁹	00.690 ¹¹¹	.4797 ⁷³	-0.135 ²³	02.829 ¹⁵⁷	.4684 ⁵	-0.676 ⁷⁸	01.810 ¹⁴⁴
310	.3798 ¹⁴⁹	-0.078 ⁸⁵	00.801 ¹⁰⁴	.4870 ⁵⁷	-0.158 ¹⁹	02.986 ¹⁶¹	.4689 ⁶	-0.598 ⁹⁷	01.954 ¹⁴⁴
320	.3649 ¹⁵¹	+0.007 ⁷⁹	00.905 ⁹⁷	.4927 ³⁸	-0.177 ¹³	03.147 ¹⁶⁵	.4695 ⁴	-0.501 ¹¹³	02.098 ¹⁴⁵
330	.3498 ¹⁴⁸	+0.086 ⁷²	01.002 ⁹¹	.4965 ¹⁸	-0.190 ⁷	03.312 ¹⁶⁷	.4699 ⁰	-0.388 ¹²⁵	02.243 ¹⁴⁵
340	.3350 ¹⁴⁰	+0.158 ⁶²	01.093 ⁸⁵	.4983 ³	-0.197 ¹	03.479 ¹⁶⁸	.4699 ⁵	-0.263 ¹³³	02.388 ¹⁴⁵
350	.3210 ¹²⁷	+0.220 ⁵³	01.178 ⁸⁰	.4980 ²⁴	-0.196 ⁷	03.647 ¹⁶⁷	.4694 ¹²	-0.130 ¹³⁶	02.533 ¹⁴⁴
360	.3083 ¹¹¹	+0.273 ⁴²	01.258 ⁷⁵	.4956 ⁴³	-0.189 ¹⁴	03.814 ¹⁶³	.4682 ²⁰	+0.006 ¹³⁶	02.677 ¹⁴³
	.2972	+0.315	01.333	.4913	-0.175	03.977	.4662	+0.142	02.820
	<i>T</i> 1897.765	<i>e</i> 0.1923		<i>T</i> 1889.441	<i>e</i> 0.1403		<i>T</i> 1897.765	<i>e</i> 0.0267	
	<i>M</i> 340° 57.5	<i>a</i> 2.380		<i>M</i> 158° 3'	<i>a</i> 2.768		<i>M</i> 332° 36'	<i>a</i> 2.993	
	<i>ω</i> 94 3	<i>μ</i> 98° 04		<i>ω</i> 89 5.5	<i>μ</i> 78° 16		<i>ω</i> 48 38	<i>μ</i> 69° 52	
	<i>Ω</i> 309 11			<i>Ω</i> 64 35			<i>Ω</i> 349 33		
	<i>i</i> 11 35.5	<i>U</i> 3 ^a 672		<i>i</i> 3 35.1	<i>U</i> 4 ^a 606		<i>i</i> 14 56.3	<i>U</i> 5 ^a 178	

l	(118) Peitho			(119) Althaea			(120) Lachesis				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3595	-0.230	01.177	.3749	+0.096	98.987	.5120	+0.119	96.834		
10	.3488 ¹⁰⁷	-0.185 ⁴⁵	01.270 ⁹³	.3744 ⁵	+0.057 ³⁹	99.085 ⁹⁸	.5144 ²⁴	+0.185 ⁶⁶	97.003 ¹⁶⁹		
20	.3389 ⁸⁹	-0.138 ⁴⁷	01.358 ⁸⁸	.3748 ⁴	+0.016 ⁴¹	99.183 ⁹⁸	.5161 ¹⁷	+0.245 ⁶⁰	97.174 ¹⁷¹		
30	.3302 ⁸⁷	-0.088 ⁵⁰	01.443 ⁸⁵	.3760 ¹²	-0.026 ⁴²	99.281 ⁹⁸	.5169 ⁸	+0.297 ⁵²	97.346 ¹⁷²		
40	.3227 ⁷⁵	-0.038 ⁵⁰	01.525 ⁸²	.3781 ²¹	-0.067 ⁴¹	99.380 ⁹⁹	.5169 ⁰	+0.340 ⁴³	97.517 ¹⁷¹		
50	.3166 ⁶¹	+0.012 ⁵⁰	01.605 ⁸⁰	.3809 ²⁸	-0.106 ³⁹	99.480 ¹⁰⁰	.5161 ⁸	+0.372 ³²	97.688 ¹⁷¹		
60	.3121 ⁴⁵	+0.060 ⁴⁸	01.682 ⁷⁷	.3846 ³⁷	-0.144 ³⁸	99.582 ¹⁰²	.5146 ¹⁵	+0.392 ²⁰	97.859 ¹⁷¹		
70	.3092 ²⁹	+0.106 ⁴⁶	01.758 ⁷⁶	.3890 ⁴⁴	-0.178 ³⁴	99.686 ¹⁰⁴	.5124 ²²	+0.399 ⁷	98.028 ¹⁶⁹		
80	.3079 ¹³	+0.149 ⁴³	01.833 ⁷⁵	.3940 ⁵⁰	-0.207 ²⁹	99.791 ¹⁰⁵	.5098 ²⁶	+0.394 ⁵	98.195 ¹⁶⁷		
90	.3085 ⁶	+0.188 ³⁹	01.908 ⁷⁵	.3995 ⁵⁵	-0.230 ²³	99.899 ¹⁰⁸	.5068 ³⁰	+0.377 ¹⁷	98.360 ¹⁶⁵		
100	.3109 ²⁴	+0.221 ³³	01.984 ⁷⁶	.4053 ⁵⁸	-0.248 ¹⁸	00.011 ¹¹²	.5033 ³⁵	+0.348 ²⁹	98.523 ¹⁶³		
110	.3151 ⁴²	+0.249 ²⁸	02.061 ⁷⁷	.4114 ⁶¹	-0.258 ¹⁰	00.126 ¹¹⁵	.4995 ³⁸	+0.308 ⁴⁰	98.683 ¹⁶⁰		
120	.3210 ⁵⁹	+0.272 ²³	02.140 ⁷⁹	.4176 ⁶²	-0.261 ³	00.243 ¹¹⁷	.4955 ⁴⁰	+0.260 ⁴⁸	98.840 ¹⁵⁷		
130	.3287 ⁷⁷	+0.288 ¹⁶	02.222 ⁸²	.4236 ⁶⁰	-0.256 ⁵	00.363 ¹²⁰	.4914 ⁴¹	+0.205 ⁵⁵	98.994 ¹⁵⁴		
140	.3380 ⁹³	+0.297 ⁹	02.306 ⁸⁴	.4293 ⁵⁷	-0.242 ¹⁴	00.488 ¹²³	.4873 ⁴¹	+0.145 ⁶⁰	99.145 ¹⁵¹		
150	.3488 ¹⁰⁸	+0.298 ¹	02.394 ⁸⁸	.4345 ⁵²	-0.220 ²²	00.616 ¹²⁸	.4832 ⁴¹	+0.082 ⁶³	99.293 ¹⁴⁸		
160	.3607 ¹¹⁹	+0.290 ⁸	02.487 ⁹³	.4390 ⁴⁵	-0.191 ²⁹	00.747 ¹³¹	.4792 ⁴⁰	+0.017 ⁶⁵	99.439 ¹⁴⁶		
170	.3734 ¹²⁷	+0.272 ¹⁸	02.586 ⁹⁹	.4425 ³⁵	-0.155 ³⁶	00.880 ¹³³	.4754 ³⁸	-0.047 ⁶⁴	99.582 ¹⁴³		
180	.3866 ¹³²	+0.245 ²⁷	02.691 ¹⁰⁵	.4448 ²³	-0.113 ⁴²	01.014 ¹³⁴	.4719 ³⁵	-0.109 ⁶²	99.723 ¹⁴¹		
190	.4000 ¹³⁴	+0.209 ³⁶	02.803 ¹¹²	.4459 ¹¹	-0.067 ⁴⁶	01.149 ¹³⁵	.4689 ³⁰	-0.166 ⁵⁷	99.862 ¹³⁹		
200	.4128 ¹²⁸	+0.163 ⁴⁶	02.921 ¹¹⁸	.4457 ²	-0.019 ⁴⁸	01.285 ¹³⁶	.4665 ²⁴	-0.218 ⁵²	99.999 ¹³⁷		
210	.4244 ¹¹⁶	+0.109 ⁵⁴	03.046 ¹²⁵	.4442 ¹⁵	+0.030 ⁴⁹	01.421 ¹³⁶	.4648 ¹⁷	-0.263 ⁴⁵	00.134 ¹³⁵		
220	.4343 ⁹⁹	+0.049 ⁶⁰	03.177 ¹³¹	.4414 ²⁸	+0.077 ⁴⁷	01.555 ¹³⁴	.4638 ¹⁰	-0.301 ³⁸	00.269 ¹³⁵		
230	.4423 ⁸⁰	-0.015 ⁶⁴	03.314 ¹³⁷	.4375 ³⁹	+0.121 ⁴⁴	01.687 ¹³²	.4636 ²	-0.330 ²⁹	00.403 ¹³⁴		
240	.4481 ⁵⁸	-0.082 ⁶⁷	03.456 ¹⁴²	.4327 ⁴⁸	+0.161 ⁴⁰	01.817 ¹³⁰	.4643 ⁷	-0.349 ¹⁹	00.538 ¹³⁵		
250	.4512 ³¹	-0.147 ⁶⁵	03.601 ¹⁴⁵	.4272 ⁵⁵	+0.194 ³³	01.943 ¹²⁶	.4659 ¹⁶	-0.359 ¹⁰	00.673 ¹³⁵		
260	.4516 ⁴	-0.207 ⁶⁰	03.746 ¹⁴⁵	.4211 ⁶¹	+0.220 ²⁶	02.066 ¹²³	.4684 ²⁵	-0.358 ¹	00.810 ¹³⁷		
270	.4493 ²³	-0.259 ⁵²	03.891 ¹⁴⁵	.4147 ⁶⁴	+0.239 ¹⁹	02.185 ¹¹⁹	.4717 ³³	-0.347 ¹¹	00.948 ¹³⁸		
280	.4444 ⁴⁹	-0.301 ⁴²	04.034 ¹⁴³	.4083 ⁶⁴	+0.250 ¹¹	02.301 ¹¹⁶	.4757 ⁴⁰	-0.326 ²¹	01.089 ¹⁴¹		
290	.4373 ⁷¹	-0.331 ³⁰	04.173 ¹³⁹	.4021 ⁶²	+0.253 ³	02.414 ¹¹³	.4802 ⁴⁵	-0.295 ³¹	01.233 ¹⁴⁴		
300	.4284 ⁸⁹	-0.349 ¹⁸	04.306 ¹³³	.3961 ⁶⁰	+0.249 ⁴	02.523 ¹⁰⁹	.4851 ⁴⁹	-0.254 ⁴¹	01.379 ¹⁴⁶		
310	.4181 ¹⁰³	-0.355 ⁶	04.433 ¹²⁷	.3906 ⁵⁵	+0.237 ¹²	02.630 ¹⁰⁷	.4902 ⁵¹	-0.205 ⁵¹	01.529 ¹⁵⁰		
320	.4067 ¹¹⁴	-0.348 ⁷	04.555 ¹²²	.3858 ⁴⁸	+0.219 ¹⁸	02.734 ¹⁰⁴	.4953 ⁵¹	-0.148 ⁵¹	01.683 ¹⁵⁴		
330	.3948 ¹¹⁹	-0.331 ¹⁷	04.671 ¹¹⁶	.3818 ⁴⁰	+0.195 ²⁴	02.836 ¹⁰²	.5002 ⁴⁹	-0.085 ⁶³	01.840 ¹⁵⁷		
340	.3828 ¹²⁰	-0.305 ²⁶	04.780 ¹⁰⁹	.3787 ³¹	+0.166 ²⁹	02.937 ¹⁰¹	.5048 ⁴⁶	-0.018 ⁶⁷	02.001 ¹⁶¹		
350	.3709 ¹¹⁹	-0.271 ³⁴	04.883 ¹⁰³	.3764 ²³	+0.133 ³³	03.036 ⁹⁹	.5088 ⁴⁰	+0.051 ⁶⁹	02.165 ¹⁶⁴		
360	.3595 ¹¹⁴	-0.230 ⁴¹	04.981 ⁹⁸	.3749 ¹⁵	+0.096 ³⁷	03.134 ⁹⁸	.5120 ³²	+0.119 ⁶⁸	02.332 ¹⁶⁷		
T 1904.610			e 0.1640	T 1898.586			e 0.0822	T 1897.874			e 0.0611
M 263° 49'			a 2.4365	M 314° 34'			a 2.581	M 202° 19'			a 3.1145
ω 31 11			μ 94° 65	ω 168 35			μ 86° 82	ω 238 31			μ 65° 48
Ω 47 34				Ω 203 49				Ω 342 37			
i 7 46.5			U 3° 804	i 5 44.3			U 4° 147	i 7 0.2			U 5° 498

<i>l</i>	(121) Hermione			(122) Gerda			(123) Brunhild		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4680	-0.380	99.910	.5289	-0.002	96.361	.4049	+0.224	99.602
10	.4696 ¹⁶	-0.360 ²⁰	00.042 ¹³²	.5295 ⁶	-0.019 ¹⁷	96.539 ¹⁷⁸	.3965 ⁸⁴	+0.247 ²³	99.710 ¹⁰⁸
20	.4730 ³⁴	-0.330 ³⁰	00.175 ¹³³	.5292 ³	-0.035 ¹⁶	96.716 ¹⁷⁷	.3891 ⁷⁴	+0.262 ¹⁵	99.815 ¹⁰⁵
30	.4781 ⁵¹	-0.291 ³⁹	00.311 ¹³⁶	.5282 ¹⁰	-0.049 ¹⁴	96.893 ¹⁷⁷	.3829 ⁶²	+0.269 ⁷	99.916 ¹⁰¹
40	.4846 ⁶⁵	-0.243 ⁴⁸	00.451 ¹⁴⁰	.5264 ¹⁸	-0.062 ¹³	97.068 ¹⁷⁵	.3779 ⁵⁰	+0.269 ⁰	00.015 ⁹⁹
50	.4923 ⁷⁷	-0.186 ⁵⁷	00.596 ¹⁴⁵	.5241 ²³	-0.073 ¹¹	97.242 ¹⁷⁴	.3743 ³⁶	+0.261 ⁸	00.112 ⁹⁷
60	.5011 ⁸⁸	-0.121 ⁶⁵	00.746 ¹⁵⁰	.5213 ²⁸	-0.082 ⁹	97.415 ¹⁷³	.3723 ²⁰	+0.247 ¹⁴	00.207 ⁹⁵
70	.5108 ⁹⁷	-0.050 ⁷¹	00.903 ¹⁵⁷	.5180 ³³	-0.088 ⁶	97.585 ¹⁷⁰	.3719 ⁴	+0.226 ²¹	00.302 ⁹⁵
80	.5210 ¹⁰²	+0.026 ⁷⁶	01.067 ¹⁶⁴	.5143 ³⁷	-0.091 ³	97.751 ¹⁶⁶	.3730 ¹¹	+0.199 ²⁷	00.398 ⁹⁶
90	.5314 ¹⁰⁴	+0.105 ⁷⁹	01.239 ¹⁷²	.5104 ³⁹	-0.091 ⁰	97.915 ¹⁶⁴	.3755 ²⁵	+0.166 ³³	00.494 ⁹⁶
100	.5418 ¹⁰⁴	+0.184 ⁷⁹	01.420 ¹⁸¹	.5064 ⁴⁰	-0.091 ³	98.078 ¹⁶³	.3793 ³⁸	+0.129 ³⁷	00.592 ⁹⁸
110	.5518 ¹⁰⁰	+0.261 ⁷⁷	01.609 ¹⁸⁹	.5025 ³⁹	-0.088 ⁵	98.237 ¹⁵⁹	.3844 ⁵¹	+0.087 ⁴²	00.692 ¹⁰⁰
120	.5612 ⁹⁴	+0.333 ⁷²	01.807 ¹⁹⁸	.4987 ³⁸	-0.083 ⁷	98.392 ¹⁵⁵	.3905 ⁶¹	+0.041 ⁴⁶	00.794 ¹⁰²
130	.5697 ⁸⁵	+0.396 ⁶³	02.013 ²⁰⁶	.4951 ³⁶	-0.076 ¹⁰	98.545 ¹⁵³	.3976 ⁷¹	-0.007 ⁴⁸	00.899 ¹⁰⁵
140	.5770 ⁷³	+0.449 ⁵³	02.227 ²¹⁴	.4919 ³²	-0.066 ¹²	98.695 ¹⁵⁰	.4054 ⁷⁸	-0.057 ⁵⁰	01.008 ¹⁰⁹
150	.5829 ⁵⁹	+0.488 ³⁹	02.447 ²²⁰	.4892 ²⁷	-0.054 ¹²	98.844 ¹⁴⁹	.4138 ⁸⁴	-0.107 ⁵⁰	01.121 ¹¹³
160	.5871 ⁴²	+0.511 ²³	02.673 ²²⁶	.4870 ²²	-0.042 ¹⁴	98.991 ¹⁴⁷	.4226 ⁸⁸	-0.156 ⁴⁹	01.238 ¹¹⁷
170	.5896 ²⁵	+0.516 ⁵	02.902 ²²⁹	.4854 ¹⁶	-0.028 ¹⁵	99.136 ¹⁴⁵	.4315 ⁸⁹	-0.202 ⁴⁶	01.361 ¹²³
180	.5903 ⁷	+0.504 ¹²	03.133 ²³¹	.4843 ¹¹	-0.013 ¹⁵	99.281 ¹⁴⁵	.4402 ⁸⁷	-0.243 ⁴¹	01.489 ¹²⁸
190	.5891 ¹²	+0.474 ³⁰	03.363 ²³⁰	.4839 ⁴	+0.002 ¹⁵	99.425 ¹⁴⁴	.4486 ⁸⁴	-0.278 ³⁵	01.622 ¹³³
200	.5860 ³¹	+0.429 ⁴⁵	03.591 ²²⁸	.4841 ²	+0.017 ¹⁴	99.569 ¹⁴⁴	.4564 ⁷⁸	-0.306 ²⁸	01.760 ¹³⁸
210	.5811 ⁴⁹	+0.369 ⁶⁰	03.815 ²²⁴	.4849 ⁸	+0.031 ¹⁴	99.713 ¹⁴⁴	.4634 ⁷⁰	-0.324 ¹⁸	01.902 ¹⁴²
220	.5745 ⁶⁶	+0.298 ⁷¹	04.034 ²¹⁹	.4863 ¹⁴	+0.045 ¹²	99.858 ¹⁴⁵	.4693 ⁵⁹	-0.332 ⁸	02.049 ¹⁴⁷
230	.5664 ⁸¹	+0.220 ⁷⁸	04.245 ²¹¹	.4884 ²¹	+0.057 ¹¹	00.005 ¹⁴⁷	.4739 ⁴⁶	-0.329 ³	02.200 ¹⁵¹
240	.5571 ⁹³	+0.138 ⁸²	04.447 ²⁰²	.4910 ²⁶	+0.068 ⁸	00.153 ¹⁴⁸	.4770 ³¹	-0.314 ¹⁵	02.353 ¹⁵³
250	.5469 ¹⁰²	+0.055 ⁸³	04.640 ¹⁹³	.4941 ³¹	+0.076 ⁷	00.303 ¹⁵⁰	.4785 ¹⁵	-0.289 ²⁵	02.508 ¹⁵⁵
260	.5362 ¹⁰⁷	-0.027 ⁸²	04.825 ¹⁸⁵	.4975 ³⁴	+0.083 ⁴	00.455 ¹⁵²	.4782 ³	-0.254 ³⁵	02.663 ¹⁵⁵
270	.5253 ¹⁰⁹	-0.103 ⁷⁶	05.001 ¹⁷⁶	.4975 ³⁷	+0.087 ²	00.610 ¹⁵⁵	.4761 ²¹	-0.210 ⁴⁴	02.817 ¹⁵⁴
280	.5145 ¹⁰⁸	-0.173 ⁷⁰	05.168 ¹⁶⁷	.5012 ³⁷	+0.089 ¹	00.767 ¹⁵⁷	.4761 ³⁸	-0.159 ⁵¹	02.817 ¹⁵³
290	.5042 ¹⁰³	-0.234 ⁶¹	05.326 ¹⁵⁸	.5052 ⁴⁰	+0.088 ¹	00.927 ¹⁶⁰	.4723 ³⁸	-0.105 ⁵⁴	03.120 ¹⁵⁰
300	.4947 ⁹⁵	-0.285 ⁵¹	05.477 ¹⁵¹	.5093 ⁴¹	+0.084 ⁴	01.091 ¹⁶⁴	.4668 ⁵⁵	-0.048 ⁵⁷	03.265 ¹⁴⁵
310	.4864 ⁸³	-0.327 ⁴²	05.623 ¹⁴⁶	.5133 ⁴⁰	+0.078 ⁶	01.258 ¹⁶⁷	.4599 ⁶⁹	-0.008 ⁵⁶	03.405 ¹⁴⁰
320	.4794 ⁷⁰	-0.359 ³²	05.765 ¹⁴²	.5170 ³⁷	+0.070 ⁸	01.427 ¹⁶⁹	.4518 ⁸¹	+0.008 ⁵⁴	03.539 ¹³⁴
330	.4739 ⁵⁵	-0.380 ²¹	05.902 ¹³⁷	.5203 ³³	+0.058 ¹²	01.598 ¹⁷¹	.4429 ⁸⁹	+0.062 ⁵¹	03.668 ¹²⁹
340	.4701 ³⁸	-0.390 ¹⁰	06.036 ¹³⁴	.5233 ³⁰	+0.045 ¹³	01.772 ¹⁷⁴	.4334 ⁹⁵	+0.112 ⁵⁰	03.792 ¹²⁴
350	.4681 ²⁰	-0.390 ⁰	06.168 ¹³²	.5259 ²⁶	+0.030 ¹⁵	01.948 ¹⁷⁶	.4237 ⁹⁷	+0.156 ⁴⁴	03.910 ¹¹⁸
360	.4680 ¹	-0.380 ¹⁰	06.300 ¹³²	.5278 ¹⁹	+0.014 ¹⁶	02.125 ¹⁷⁷	.4141 ⁹⁶	+0.194 ³⁸	04.023 ¹¹³
				.5289 ¹¹	-0.002 ¹⁶		.4049 ⁹²	+0.224 ³⁰	
	<i>T</i> 1904.391	<i>e</i> 0.1401		<i>T</i> 1904.007	<i>e</i> 0.0525		<i>T</i> 1898.477	<i>e</i> 0.1222	
	<i>M</i> 254° 26'	<i>a</i> 3.443		<i>M</i> 284° 50'	<i>a</i> 3.2145		<i>M</i> 210° 35'5	<i>a</i> 2.694	
	<i>ω</i> 280 32.5	<i>μ</i> 56° 34		<i>ω</i> 12 51	<i>μ</i> 62° 46		<i>ω</i> 122 15	<i>μ</i> 81° 43	
	<i>Ω</i> 76 40			<i>Ω</i> 178 39			<i>Ω</i> 308 30		
	<i>i</i> 7 35	<i>U</i> 6° 390		<i>i</i> 1 36.6	<i>U</i> 5° 764		<i>i</i> 6 25.5	<i>U</i> 4° 421	

l	(124) Alkete			(125) Liberatrix			(126) Velleda		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4307	+0.020	98.552	.4332	-0.040	95.467	.3396	-0.044	99.180
10	.4361	-0.004	98.679	.4390	-0.078	95.593	.3416	-0.026	99.266
20	.4410	-0.028	98.808	.4447	-0.115	95.722	.3448	-0.007	99.353
30	.4451	-0.052	98.940	.4502	-0.149	95.855	.3491	+0.013	99.441
40	.4483	-0.075	99.074	.4553	-0.179	95.991	.3544	+0.033	99.530
50	.4505	-0.096	99.210	.4598	-0.203	96.130	.3606	+0.053	99.623
60	.4517	-0.113	99.348	.4636	-0.222	96.271	.3675	+0.071	99.720
70	.4518	-0.127	99.486	.4666	-0.234	96.415	.3750	+0.088	99.819
80	.4509	-0.137	99.624	.4686	-0.238	96.560	.3828	+0.103	99.921
90	.4488	-0.142	99.761	.4697	-0.235	96.706	.3908	+0.116	00.028
100	.4458	-0.143	99.896	.4697	-0.224	96.853	.3986	+0.125	00.138
110	.4420	-0.139	00.029	.4687	-0.205	96.999	.4061	+0.131	00.252
120	.4374	-0.130	00.160	.4666	-0.180	97.145	.4130	+0.132	00.370
130	.4322	-0.118	00.287	.4635	-0.150	97.289	.4190	+0.129	00.492
140	.4267	-0.102	00.412	.4596	-0.115	97.430	.4240	+0.122	00.617
150	.4210	-0.084	00.533	.4550	-0.077	97.569	.4277	+0.110	00.745
160	.4152	-0.063	00.651	.4497	-0.038	97.704	.4300	+0.095	00.874
170	.4095	-0.042	00.765	.4439	+0.002	97.836	.4308	+0.076	01.004
180	.4041	-0.019	00.877	.4379	+0.041	97.965	.4300	+0.055	01.134
190	.3991	+0.003	00.986	.4318	+0.077	98.090	.4276	+0.032	01.263
200	.3947	+0.025	01.093	.4259	+0.110	98.211	.4238	+0.008	01.390
210	.3909	+0.046	01.198	.4203	+0.139	98.329	.4187	-0.016	01.514
220	.3879	+0.065	01.301	.4152	+0.163	98.445	.4125	-0.038	01.635
230	.3858	+0.082	01.403	.4107	+0.182	98.558	.4054	-0.058	01.753
240	.3846	+0.097	01.505	.4070	+0.195	98.669	.3976	-0.075	01.867
250	.3843	+0.109	01.605	.4042	+0.203	98.778	.3895	-0.091	01.977
260	.3850	+0.118	01.706	.4023	+0.205	98.886	.3814	-0.103	02.083
270	.3867	+0.123	01.808	.4015	+0.201	98.994	.3734	-0.111	02.185
280	.3893	+0.125	01.911	.4017	+0.191	99.101	.3659	-0.116	02.283
290	.3927	+0.124	02.016	.4030	+0.177	99.209	.3590	-0.117	02.378
300	.3969	+0.119	02.122	.4052	+0.157	99.317	.3529	-0.115	02.470
310	.4018	+0.110	02.230	.4083	+0.132	99.427	.3478	-0.109	02.560
320	.4073	+0.098	02.341	.4122	+0.103	99.539	.3438	-0.101	02.648
330	.4131	+0.082	02.455	.4168	+0.070	99.653	.3409	-0.090	02.735
340	.4190	+0.064	02.571	.4219	+0.035	99.769	.3392	-0.077	02.820
350	.4249	+0.043	02.691	.4274	-0.002	99.888	.3388	-0.061	02.905
360	.4307	+0.020	02.815	.4332	-0.040	00.011	.3396	-0.044	02.990
	T 1890.920	e 0.0777		T 1897.053	e 0.0785		T 1899.955	e 0.1057	
	M 180° 26'	a 2.629		M 202° 46'	a 2.743		M 81° 59'	a 2.439	
	ω 58 15	μ 84° 44		ω 104 33	μ 79° 23		ω 325 47	μ 94° 51	
	Ω 188 28.5			Ω 169 28			Ω 23 19		
	i 2 55.5	U 4 ⁿ 263		i 4 38	U 4 ⁿ 544		i 2 56	U 3 ⁿ 810	

<i>l</i>	(127) Johanna			(128) Nemesis			(131) Vala		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4527	-.217	99.807	.3802	-.256	95.058	.4051	-.201	97.333
10	.4487	-.151	99.942	.3787	-.241	95.156	.4085	-.184	97.450
20	.4442	-.082	00.075	.3788	-.219	95.253	.4112	-.160	97.568
30	.4393	-.012	00.204	.3804	-.191	95.350	.4130	-.131	97.688
40	.4342	+0.057	00.331	.3834	-.158	95.449	.4139	-.097	97.808
50	.4290	+0.122	00.455	.3878	-.120	95.549	.4138	-.060	97.928
60	.4239	+0.182	00.576	.3934	-.078	95.652	.4126	-.022	98.048
70	.4191	+0.236	00.694	.4001	-.032	95.757	.4104	+0.018	98.168
80	.4148	+0.282	00.809	.4077	+0.016	95.866	.4073	+0.056	98.286
90	.4112	+0.319	00.922	.4160	+0.066	95.980	.4034	+0.091	98.402
100	.4084	+0.346	01.034	.4249	+0.116	96.098	.3989	+0.123	98.515
110	.4066	+0.363	01.145	.4341	+0.164	96.221	.3939	+0.151	98.626
120	.4059	+0.370	01.255	.4433	+0.209	96.349	.3886	+0.173	98.735
130	.4062	+0.367	01.365	.4522	+0.249	96.482	.3833	+0.190	98.841
140	.4075	+0.353	01.475	.4607	+0.283	96.621	.3781	+0.200	98.944
150	.4099	+0.329	01.585	.4685	+0.309	96.766	.3731	+0.204	99.045
160	.4132	+0.296	01.697	.4754	+0.325	96.915	.3685	+0.202	99.144
170	.4173	+0.253	01.813	.4810	+0.331	97.069	.3645	+0.195	99.241
180	.4219	+0.202	01.931	.4851	+0.326	97.226	.3612	+0.182	99.336
190	.4268	+0.144	02.051	.4877	+0.309	97.386	.3585	+0.164	99.430
200	.4319	+0.080	02.173	.4885	+0.281	97.547	.3566	+0.141	99.523
210	.4371	+0.012	02.298	.4874	+0.244	97.708	.3556	+0.115	99.616
220	.4421	-.058	02.426	.4845	+0.199	97.868	.3553	+0.085	99.708
230	.4467	-.127	02.558	.4800	+0.148	98.025	.3557	+0.053	99.800
240	.4509	-.194	02.692	.4739	+0.093	98.178	.3569	+0.019	99.892
250	.4545	-.256	02.828	.4664	+0.037	98.326	.3589	-.016	99.985
260	.4576	-.311	02.966	.4577	-.018	98.469	.3615	-.050	00.080
270	.4600	-.356	03.106	.4483	-.071	98.606	.3648	-.083	00.175
280	.4617	-.391	03.248	.4384	-.119	98.737	.3685	-.115	00.272
290	.4629	-.413	03.391	.4285	-.161	98.862	.3726	-.144	00.371
300	.4634	-.422	03.534	.4188	-.197	98.982	.3771	-.169	00.472
310	.4632	-.418	03.677	.4096	-.226	99.096	.3819	-.189	00.575
320	.4624	-.400	03.820	.4012	-.247	99.206	.3869	-.204	00.680
330	.4609	-.370	03.962	.3939	-.260	99.312	.3918	-.213	00.787
340	.4588	-.328	04.103	.3879	-.266	99.415	.3965	-.216	00.897
350	.4561	-.276	04.242	.3833	-.265	99.515	.4010	-.212	01.009
360	.4527	-.217	04.379	.3802	-.256	99.613	.4051	-.201	01.123
	<i>T</i> 1890.756	<i>e</i> 0.0661		<i>T</i> 1897.053	<i>e</i> 0.1259		<i>T</i> 1898.970	<i>e</i> 0.0674	
	<i>M</i> 251° 24'	<i>a</i> 2.755		<i>M</i> 144° 20'	<i>a</i> 2.748		<i>M</i> 288° 37'	<i>a</i> 2.431	
	<i>ω</i> 90 26	<i>μ</i> 78° 72		<i>ω</i> 300 33	<i>μ</i> 79° 03		<i>ω</i> 155 55	<i>μ</i> 94° 95	
	<i>Ω</i> 31 46			<i>Ω</i> 76 37			<i>Ω</i> 65 30		
	<i>i</i> 8 16	<i>U</i> 4 ^s 572		<i>i</i> 6 15	<i>U</i> 4 ^s 555		<i>i</i> 4 58	<i>U</i> 3 ^s 790	

l	(133) Cyrene			(134) Sophrosyne			(136) Austria		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.5025	+0.253	00.712	.3845	+0.119	98.328	.3301	+0.039	99.987
10	.5118 ⁹³	+0.310 ⁵⁷	00.879 ¹⁶⁷	.3760 ⁸⁵	+0.197 ⁷⁸	98.431 ¹⁰³	.3348 ⁴⁷	-0.024 ⁶³	00.073 ⁸⁶
20	.5201 ⁸³	+0.359 ⁴⁹	01.052 ¹⁷³	.3681 ⁷⁹	+0.267 ⁷⁰	98.529 ⁹⁸	.3398 ⁵⁰	-0.088 ⁶⁴	00.161 ⁸⁸
30	.5272 ⁷¹	+0.398 ³⁹	01.233 ¹⁸¹	.3611 ⁷⁰	+0.327 ⁶⁰	98.624 ⁹⁵	.3450 ⁵²	-0.151 ⁶³	00.251 ⁹⁰
40	.5328 ⁵⁶	+0.425 ²⁷	01.419 ¹⁸⁶	.3552 ⁵⁹	+0.376 ⁴⁹	98.717 ⁹³	.3503 ⁵³	-0.210 ⁵⁹	00.344 ⁹³
50	.5368 ⁴⁰	+0.437 ¹²	01.608 ¹⁸⁹	.3508 ⁴⁴	+0.414 ³⁸	98.808 ⁹¹	.3557 ⁵⁴	-0.264 ⁵⁴	00.439 ⁹⁵
60	.5391 ²³	+0.434 ³	01.799 ¹⁹¹	.3480 ²⁸	+0.440 ²⁶	98.897 ⁸⁹	.3611 ⁵⁴	-0.312 ⁴⁸	00.537 ⁹⁸
70	.5394 ³	+0.416 ¹⁸	01.993 ¹⁹⁴	.3470 ¹⁰	+0.455 ¹⁵	98.985 ⁸⁸	.3664 ⁵³	-0.351 ³⁹	00.637 ¹⁰⁰
80	.5378 ¹⁶	+0.384 ³²	02.187 ¹⁹⁴	.3478 ⁸	+0.457 ²	99.074 ⁸⁹	.3715 ⁵¹	-0.380 ²⁹	00.739 ¹⁰²
90	.5344 ³⁴	+0.339 ⁴⁵	02.378 ¹⁹¹	.3504 ²⁶	+0.447 ¹⁰	99.163 ⁸⁹	.3764 ⁴⁹	-0.398 ¹⁸	00.843 ¹⁰⁴
100	.5291 ⁵³	+0.283 ⁵⁶	02.566 ¹⁸⁸	.3548 ⁴⁴	+0.425 ²²	99.253 ⁹⁰	.3808 ⁴⁴	-0.404 ⁶	00.950 ¹⁰⁷
110	.5221 ⁷⁰	+0.219 ⁶⁴	02.748 ¹⁸²	.3608 ⁶⁰	+0.391 ³⁴	99.346 ⁹³	.3846 ³⁸	-0.396 ⁸	01.059 ¹⁰⁹
120	.5136 ⁸⁵	+0.150 ⁶⁹	02.923 ¹⁷⁵	.3681 ⁷³	+0.346 ⁴⁵	99.441 ⁹⁵	.3878 ³²	-0.376 ²⁰	01.170 ¹¹¹
130	.5040 ⁹⁶	+0.079 ⁷¹	03.091 ¹⁶⁸	.3765 ⁸⁴	+0.288 ⁵⁸	99.540 ⁹⁹	.3902 ²⁴	-0.343 ³³	01.282 ¹¹²
140	.4936 ¹⁰⁴	+0.009 ⁷⁰	03.252 ¹⁶¹	.3855 ⁹⁰	+0.220 ⁶⁸	99.643 ¹⁰³	.3915 ¹³	-0.299 ⁴⁴	01.395 ¹¹³
150	.4827 ¹⁰⁹	-0.058 ⁶⁷	03.405 ¹⁵³	.3949 ⁹⁴	+0.142 ⁷⁸	99.751 ¹⁰⁸	.3916 ¹	-0.245 ⁵⁴	01.509 ¹¹⁴
160	.4717 ¹¹⁰	-0.121 ⁶³	03.550 ¹⁴⁵	.4043 ⁹⁴	+0.056 ⁸⁶	99.863 ¹¹²	.3904 ¹²	-0.183 ⁶²	01.622 ¹¹³
170	.4611 ¹⁰⁶	-0.176 ⁵⁵	03.689 ¹³⁹	.4133 ⁹⁰	-0.036 ⁹²	99.980 ¹¹⁷	.3877 ²⁷	-0.115 ⁶⁸	01.734 ¹¹²
180	.4511 ¹⁰⁰	-0.224 ⁴⁸	03.821 ¹³²	.4216 ⁸³	-0.130 ⁹⁴	00.102 ¹²²	.3838 ³⁹	-0.044 ⁷¹	01.844 ¹¹⁰
190	.4419 ⁹²	-0.264 ⁴⁰	03.947 ¹²⁶	.4290 ⁷⁴	-0.223 ⁹³	00.229 ¹²⁷	.3787 ⁵¹	+0.027 ⁷¹	01.952 ¹⁰⁸
200	.4338 ⁸¹	-0.295 ³¹	04.068 ¹²¹	.4353 ⁶³	-0.312 ⁸⁹	00.359 ¹³⁰	.3726 ⁶¹	+0.095 ⁶⁸	02.058 ¹⁰⁶
210	.4271 ⁶⁷	-0.317 ²²	04.185 ¹¹⁷	.4403 ⁵⁰	-0.392 ⁸⁰	00.493 ¹³⁴	.3657 ⁶⁹	+0.158 ⁶³	02.160 ¹⁰²
220	.4221 ⁵⁰	-0.329 ¹²	04.299 ¹¹⁴	.4439 ³⁶	-0.461 ⁶⁹	00.629 ¹³⁶	.3584 ⁷³	+0.214 ⁵⁶	02.259 ⁹⁹
230	.4188 ³³	-0.333 ⁴	04.411 ¹¹²	.4463 ²⁴	-0.516 ⁵⁵	00.767 ¹³⁸	.3509 ⁷⁵	+0.262 ⁴⁸	02.355 ⁹⁶
240	.4172 ¹⁶	-0.328 ⁵	04.522 ¹¹¹	.4475 ¹²	-0.554 ³⁸	00.907 ¹⁴⁰	.3436 ⁷³	+0.300 ³⁸	02.447 ⁹²
250	.4174 ²	-0.314 ¹⁴	04.633 ¹¹¹	.4474 ¹	-0.573 ¹⁹	01.047 ¹⁴⁰	.3368 ⁶⁸	+0.328 ²⁸	02.536 ⁸⁹
260	.4194 ²⁰	-0.292 ²²	04.744 ¹¹¹	.4462 ¹²	-0.573 ⁰	01.186 ¹³⁹	.3307 ⁶¹	+0.346 ¹⁸	02.623 ⁸⁷
270	.4231 ³⁷	-0.262 ³⁰	04.856 ¹¹²	.4440 ²²	-0.554 ¹⁹	01.325 ¹³⁹	.3256 ⁵¹	+0.354 ⁸	02.708 ⁸⁵
280	.4284 ⁵³	-0.225 ³⁷	04.971 ¹¹⁵	.4407 ³³	-0.518 ³⁶	01.462 ¹³⁷	.3216 ⁴⁰	+0.352 ⁴⁰	02.791 ⁸³
290	.4351 ⁶⁷	-0.180 ⁴⁵	05.089 ¹¹⁸	.4364 ⁴³	-0.466 ⁵²	01.597 ¹³⁵	.3188 ²⁸	+0.341 ¹¹	02.791 ⁸²
300	.4430 ⁷⁹	-0.128 ⁵²	05.211 ¹²²	.4312 ⁵²	-0.400 ⁶⁶	01.728 ¹³¹	.3173 ¹⁵	+0.320 ²¹	02.873 ⁸¹
310	.4430 ⁸⁹	-0.070 ⁵⁸	05.338 ¹²⁷	.4312 ⁶²	-0.400 ⁷⁸	01.728 ¹²⁸	.3173 ⁴	+0.320 ²⁹	02.954 ⁸⁰
320	.4519 ⁹⁷	-0.070 ⁶²	05.338 ¹³²	.4250 ⁷¹	-0.322 ⁸⁵	01.856 ¹²⁴	.3169 ⁸	+0.291 ³⁸	03.034 ⁸¹
330	.4616 ¹⁰¹	-0.008 ⁶⁵	05.470 ¹³⁹	.4179 ⁷⁸	-0.237 ⁹⁰	01.980 ¹²⁰	.3177 ¹⁹	+0.253 ⁴⁵	03.115 ⁸¹
340	.4717 ¹⁰⁴	+0.057 ⁶⁷	05.609 ¹⁴⁵	.4101 ⁸³	-0.147 ⁹¹	02.100 ¹¹⁶	.3196 ²⁸	+0.208 ⁵²	03.196 ⁸²
350	.4821 ¹⁰⁴	+0.124 ⁶⁶	05.754 ¹⁵²	.4018 ⁸⁶	-0.056 ⁹⁰	02.216 ¹¹¹	.3224 ³⁵	+0.156 ⁵⁷	03.278 ⁸³
360	.4925 ¹⁰⁰	+0.190 ⁶³	05.906 ¹⁶⁰	.3932 ⁸⁷	+0.034 ⁸⁵	02.327 ¹⁰⁷	.3259 ⁴²	+0.099 ⁶⁰	03.361 ⁸⁵
	.5025	+0.253	06.066	.3845	+0.119	02.434	.3301	+0.039	03.446
	T 1898.039	e 0.1401		T 1904.226	e 0.1151		T 1898.203	e 0.0848	
	M 280° 5'	a 3.061		M 100° 48'	a 2.564		M 211° 14'	a 2.287	
	ω 283 58	μ 67°23		ω 82 19	μ 87°68		ω 130 29	μ 104°07	
	Ω 321 17			Ω 346 9			Ω 186 12		
	i 7 14	U 5 ^a 354		i 11 36.5	U 4 ^a 106		i 9 33.3	U 3 ^a 459	

<i>l</i>	(137) Meliboea			(138) Tolosa			(139) Juewa		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4121	+0.246	98.135	.3321	-0.099	98.300	.5107	-0.026	97.656
10	.4259	+0.149	98.249	.3410	-0.087	98.385	.5050	+0.082	97.834
20	.4408	+0.042	98.371	.3512	-0.072	98.473	.4964	+0.183	98.007
30	.4566	-0.075	98.502	.3625	-0.054	98.566	.4854	+0.273	98.172
40	.4726	-0.199	98.643	.3744	-0.034	98.664	.4727	+0.349	98.329
50	.4886	-0.325	98.795	.3867	-0.011	98.768	.4588	+0.409	98.476
60	.5041	-0.449	98.958	.3990	+0.013	98.878	.4444	+0.453	98.614
70	.5187	-0.567	99.133	.4110	+0.038	98.994	.4301	+0.480	98.743
80	.5321	-0.673	99.319	.4222	+0.063	99.117	.4165	+0.491	98.864
90	.5439	-0.760	99.517	.4322	+0.087	99.246	.4039	+0.488	98.978
100	.5537	-0.825	99.725	.4406	+0.110	99.380	.3926	+0.472	99.085
110	.5614	-0.863	99.942	.4471	+0.130	99.519	.3829	+0.444	99.187
120	.5666	-0.870	00.165	.4515	+0.145	99.662	.3750	+0.405	99.286
130	.5691	-0.844	00.392	.4534	+0.155	99.807	.3689	+0.357	99.382
140	.5686	-0.787	00.620	.4528	+0.159	99.953	.3646	+0.301	99.475
150	.5649	-0.702	00.846	.4498	+0.158	00.097	.3620	+0.238	99.566
160	.5581	-0.592	01.066	.4444	+0.151	00.239	.3612	+0.169	99.657
170	.5484	-0.465	01.278	.4369	+0.139	00.376	.3620	+0.096	99.748
180	.5360	-0.327	01.480	.4277	+0.123	00.508	.3644	+0.019	99.840
190	.5213	-0.186	01.669	.4171	+0.104	00.634	.3683	-0.059	99.933
200	.5047	-0.048	01.845	.4056	+0.082	00.754	.3736	-0.138	00.028
210	.4869	+0.081	02.008	.3935	+0.059	00.867	.3802	-0.215	00.126
220	.4686	+0.197	02.158	.3813	+0.035	00.974	.3882	-0.288	00.227
230	.4506	+0.297	02.296	.3692	+0.011	01.075	.3974	-0.356	00.332
240	.4335	+0.382	02.423	.3576	-0.012	01.171	.4078	-0.416	00.442
250	.4178	+0.450	02.540	.3469	-0.033	01.262	.4191	-0.468	00.557
260	.4040	+0.501	02.650	.3373	-0.052	01.349	.4313	-0.509	00.679
270	.3925	+0.537	02.754	.3290	-0.069	01.432	.4440	-0.536	00.808
280	.3835	+0.558	02.853	.3222	-0.084	01.513	.4570	-0.548	00.945
290	.3774	+0.565	02.948	.3171	-0.096	01.592	.4698	-0.543	01.091
300	.3742	+0.559	03.042	.3138	-0.105	01.669	.4819	-0.519	01.245
310	.3739	+0.539	03.135	.3123	-0.111	01.745	.4928	-0.476	01.407
320	.3765	+0.506	03.228	.3126	-0.115	01.821	.5018	-0.413	01.577
330	.3818	+0.460	03.323	.3148	-0.115	01.898	.5085	-0.333	01.754
340	.3896	+0.401	03.421	.3189	-0.113	01.976	.5124	-0.239	01.935
350	.3998	+0.330	03.523	.3247	-0.108	02.055	.5132	-0.135	02.118
360	.4121	+0.246	03.631	.3321	-0.099	02.137	.5107	-0.026	02.300
	<i>T</i> 1898.860	<i>e</i> 0.2210		<i>T</i> 1896.122	<i>e</i> 0.1612		<i>T</i> 1898.915	<i>e</i> 0.1731	
	<i>M</i> 80° 12'	<i>a</i> 3.115		<i>M</i> 190° 24'	<i>a</i> 2.451		<i>M</i> 299° 0'	<i>a</i> 2.784	
	<i>ω</i> 105 36	<i>μ</i> 65°49		<i>ω</i> 258 2	<i>μ</i> 93°84		<i>ω</i> 162 9	<i>μ</i> 77°53	
	<i>Ω</i> 203 39			<i>Ω</i> 54 47			<i>Ω</i> 2 25		
	<i>i</i> 13 21	<i>U</i> 5°496		<i>i</i> 3 13.3	<i>U</i> 3°837		<i>i</i> 10 55	<i>U</i> 4°644	

l	(140) Siwa			(141) Lumen			(142) Polana		
	log r cos b	r sin b	t ^{*)}	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3697 ¹³⁴	-0.125 ⁹	97.078 ⁹⁶	.3201 ³⁵	+0.289 ⁵¹	99.728 ⁷⁷	.4211 ⁶⁷	+0.096 ⁷	99.825 ¹²⁸
10	.3831 ¹⁵⁰	-0.134 ⁵	97.174 ¹⁰⁴	.3166 ¹⁰	+0.340 ⁴²	99.805 ⁷⁶	.4278 ⁵²	+0.103 ³	99.953 ¹³¹
20	.3981 ¹⁶⁰	-0.139 ²	97.278 ¹¹³	.3156 ¹⁵	+0.382 ³³	99.881 ⁷⁶	.4330 ³⁴	+0.106 ⁰	00.084 ¹³⁵
30	.4141 ¹⁶⁷	-0.141 ²	97.391 ¹²¹	.3171 ⁴⁰	+0.415 ²³	99.957 ⁷⁷	.4364 ¹⁵	+0.106 ⁴	00.219 ¹³⁶
40	.4308 ¹⁶⁹	-0.139 ⁸	97.512 ¹³⁰	.3211 ⁶⁷	+0.438 ¹³	00.034 ⁷⁹	.4379 ⁶	+0.102 ⁷	00.355 ¹³⁵
50	.4477 ¹⁶⁵	-0.131 ¹²	97.642 ¹⁴¹	.3278 ⁹³	+0.451 ²	00.113 ⁸²	.4373 ²⁶	+0.095 ¹¹	00.490 ¹³³
60	.4642 ¹⁵⁵	-0.119 ¹⁷	97.783 ¹⁵²	.3371 ¹¹⁷	+0.453 ¹⁰	00.195 ⁸⁷	.4347 ⁴⁶	+0.084 ¹³	00.623 ¹³²
70	.4797 ¹³⁹	-0.102 ²³	97.935 ¹⁶²	.3488 ¹³⁹	+0.443 ²²	00.282 ⁹¹	.4301 ⁶²	+0.071 ¹⁶	00.755 ¹³⁰
80	.4936 ¹¹⁶	-0.079 ²⁶	98.097 ¹⁷²	.3627 ¹⁵⁷	+0.421 ³⁶	00.373 ⁹⁸	.4239 ⁷⁶	+0.055 ¹⁷	00.885 ¹²⁵
90	.5052 ⁸⁸	-0.053 ³⁰	98.269 ¹⁸¹	.3784 ¹⁷⁰	+0.385 ⁵¹	00.471 ¹⁰⁶	.4163 ⁸⁸	+0.038 ¹⁷	01.010 ¹²⁰
100	.5140 ⁵⁵	-0.023 ³²	98.450 ¹⁸⁷	.3954 ¹⁷⁸	+0.334 ⁶⁵	00.577 ¹¹⁴	.4075 ⁹⁷	+0.021 ¹⁸	01.130 ¹¹⁵
110	.5195 ¹⁹	+0.009 ³²	98.637 ¹⁸⁹	.4132 ¹⁸⁰	+0.269 ⁷⁹	00.691 ¹²⁴	.3978 ¹⁰²	+0.003 ¹⁷	01.245 ¹¹⁰
120	.5214 ¹⁸	+0.041 ³¹	98.826 ¹⁹⁰	.4312 ¹⁷⁴	+0.190 ⁹³	00.815 ¹³⁵	.3876 ¹⁰³	-0.014 ¹⁵	01.355 ¹⁰⁵
130	.5196 ⁵⁴	+0.072 ²⁷	99.016 ¹⁸⁶	.4486 ¹⁶¹	+0.097 ¹⁰⁴	00.950 ¹⁴⁶	.3773 ¹⁰¹	-0.029 ¹⁴	01.460 ¹⁰⁰
140	.5142 ⁸⁷	+0.099 ²³	99.202 ¹⁸¹	.4647 ¹⁴⁰	-0.007 ¹¹¹	01.096 ¹⁵⁷	.3672 ⁹⁷	-0.043 ¹²	01.560 ⁹⁶
150	.5055 ¹¹⁵	+0.122 ¹⁷	99.383 ¹⁷²	.4787 ¹¹³	-0.118 ¹¹³	01.253 ¹⁶⁶	.3575 ⁸⁹	-0.055 ¹⁰	01.656 ⁹²
160	.4940 ¹³⁷	+0.139 ¹¹	99.555 ¹⁶³	.4900 ⁸²	-0.231 ¹¹⁰	01.419 ¹⁷³	.3486 ⁸⁰	-0.065 ⁸	01.748 ⁸⁸
170	.4803 ¹⁵⁴	+0.150 ⁵	99.718 ¹⁵²	.4982 ⁴⁷	-0.341 ⁹⁹	01.592 ¹⁷⁸	.3406 ⁶⁹	-0.073 ⁵	01.836 ⁸⁵
180	.4649 ¹⁶⁴	+0.155 ⁰	99.870 ¹⁴²	.5029 ¹¹	-0.440 ⁸⁴	01.770 ¹⁸¹	.3337 ⁵⁶	-0.078 ³	01.921 ⁸³
190	.4485 ¹⁶⁸	+0.155 ⁴	00.012 ¹³¹	.5040 ²⁴	-0.524 ⁶³	01.951 ¹⁸¹	.3281 ⁴¹	-0.081 ¹	02.004 ⁸¹
200	.4317 ¹⁶⁶	+0.151 ¹⁰	00.143 ¹²¹	.5016 ⁵³	-0.587 ⁴⁰	02.132 ¹⁷⁷	.3240 ²⁶	-0.082 ¹	02.085 ⁸⁰
210	.4151 ¹⁵⁹	+0.141 ¹²	00.264 ¹¹²	.4963 ⁸⁰	-0.627 ¹⁷	02.309 ¹⁷²	.3214 ¹¹	-0.081 ³	02.165 ⁷⁹
220	.3992 ¹⁵⁰	+0.129 ¹⁶	00.376 ¹⁰⁵	.4883 ¹⁰³	-0.644 ⁶	02.481 ¹⁶⁵	.3203 ⁶	-0.078 ⁵	02.244 ⁷⁹
230	.3842 ¹³⁵	+0.113 ¹⁷	00.481 ⁹⁸	.4780 ¹²¹	-0.638 ²⁸	02.646 ¹⁵⁶	.3209 ²¹	-0.073 ⁸	02.323 ⁸⁰
240	.3707 ¹¹⁸	+0.096 ¹⁹	00.579 ⁹²	.4659 ¹³³	-0.610 ⁴⁷	02.802 ¹⁴⁷	.3230 ³⁶	-0.065 ¹⁰	02.403 ⁸⁰
250	.3589 ¹⁰¹	+0.077 ²⁰	00.671 ⁸⁸	.4526 ¹⁴²	-0.563 ⁶²	02.949 ¹³⁹	.3266 ⁵¹	-0.055 ¹¹	02.483 ⁸²
260	.3488 ⁸⁰	+0.057 ²¹	00.759 ⁸⁵	.4384 ¹⁴⁷	-0.501 ⁷⁴	03.088 ¹²⁹	.3317 ⁶⁴	-0.044 ¹²	02.565 ⁸⁵
270	.3408 ⁵⁹	+0.036 ²¹	00.844 ⁸¹	.4237 ¹⁴⁸	-0.427 ⁸²	03.217 ¹²¹	.3381 ⁷⁶	-0.032 ¹⁴	02.650 ⁸⁷
280	.3349 ³⁵	+0.015 ²¹	00.925 ⁸⁰	.4089 ¹⁴⁷	-0.345 ⁸⁷	03.338 ¹¹³	.3457 ⁸⁵	-0.018 ¹⁵	02.737 ⁹¹
290	.3314 ¹²	-0.006 ²¹	01.005 ⁷⁹	.3942 ¹⁴¹	-0.258 ⁸⁹	03.451 ¹⁰⁶	.3542 ⁹⁴	-0.003 ¹⁶	02.828 ⁹⁴
300	.3302 ¹⁰	-0.027 ¹⁹	01.084 ⁷⁹	.3801 ¹³³	-0.169 ⁸⁹	03.557 ¹⁰⁰	.3636 ¹⁰⁰	+0.013 ¹⁶	02.922 ⁹⁹
310	.3312 ³³	-0.046 ¹⁹	01.163 ⁸⁰	.3668 ¹²⁴	-0.080 ⁸⁶	03.657 ⁹³	.3736 ¹⁰²	+0.029 ¹⁶	03.021 ¹⁰³
320	.3345 ⁵⁶	-0.065 ¹⁸	01.243 ⁸¹	.3544 ¹¹²	+0.006 ⁸¹	03.750 ⁸⁸	.3838 ¹⁰²	+0.045 ¹⁵	03.124 ¹⁰⁸
330	.3401 ⁷⁸	-0.083 ¹⁶	01.324 ⁸⁴	.3432 ⁹⁶	+0.087 ⁷⁴	03.838 ⁸⁴	.3940 ⁹⁸	+0.060 ¹⁴	03.232 ¹¹³
340	.3479 ⁹⁹	-0.099 ¹⁴	01.408 ⁸⁸	.3336 ⁷⁸	+0.161 ⁶⁸	03.922 ⁸²	.4038 ⁹²	+0.074 ¹²	03.345 ¹¹⁸
350	.3578 ¹¹⁹	-0.113 ¹²	01.496 ⁹²	.3258 ⁵⁷	+0.229 ⁶⁰	04.004 ⁷⁹	.4130 ⁸¹	+0.086 ¹⁰	03.463 ¹²³
360	.3697	-0.125	01.588	.3201	+0.289	04.083	.4211	+0.096	03.586
T 1898.751 e 0.2167			T 1890.646 e 0.2128			T 1896.944 e 0.1346			
M 173° 35' a 2.730			M 321° 3' a 2.667			M 211° 13' a 2.418			
ω 193 11 μ 79° 82			ω 54 14 μ 82° 66			ω 290 0 μ 95° 73			
Ω 107 7			Ω 319 20			Ω 291 52			
i 3 11.5 U 4° 510			i 11 58.6 U 4° 355			i 2 14.5 U 3° 761			

*) Nach neueren Beobachtungen erfordert t jetzt die Korrektion +0.030.

<i>l</i>	(143) Adria			(144) Vibilia			(145) Adeona		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4610	+0.260	00.607	.3084	-0.166	97.993	.4388	-0.604	98.843
10	.4631 ²¹	+0.349 ⁸⁹	00.751 ¹⁴⁴	.3078 ⁶	-0.157 ⁹	98.066 ⁷³	.4293 ⁹⁵	-0.560 ⁴⁴	98.973 ¹³⁰
20	.4643 ¹²	+0.428 ⁷⁹	00.896 ¹⁴⁵	.3098 ²⁰	-0.144 ¹³	98.139 ⁷³	.4198 ⁹⁵	-0.501 ⁵⁹	99.097 ¹²⁴
30	.4646 ³	+0.493 ⁶⁵	01.041 ¹⁴⁵	.3144 ⁴⁶	-0.126 ¹⁸	98.213 ⁷⁴	.4105 ⁹³	-0.429 ⁷²	99.216 ¹¹⁹
40	.4640 ⁶	+0.542 ⁴⁹	01.186 ¹⁴⁵	.3214 ⁷⁰	-0.106 ²⁰	98.289 ⁷⁶	.4015 ⁹⁰	-0.348 ⁸¹	99.330 ¹¹⁴
50	.4628 ¹²	+0.574 ³²	01.330 ¹⁴⁴	.3307 ⁹³	-0.081 ²⁵	98.367 ⁷⁸	.3929 ⁸⁶	-0.260 ⁸⁸	99.440 ¹¹⁰
60	.4611 ¹⁷	+0.587 ¹³	01.474 ¹⁴⁴	.3421 ¹¹⁴	-0.054 ²⁷	98.450 ⁸³	.3847 ⁸²	-0.167 ⁹³	99.546 ¹⁰⁶
70	.4589 ²²	+0.582 ⁵	01.616 ¹⁴²	.3554 ¹³³	-0.023 ³¹	98.538 ⁸⁸	.3772 ⁷⁵	-0.073 ⁹⁴	99.647 ¹⁰¹
80	.4564 ²⁵	+0.559 ²³	01.757 ¹⁴¹	.3704 ¹⁵⁰	+0.011 ³⁴	98.632 ⁹⁴	.3704 ⁶⁸	+0.020 ⁹³	99.745 ⁹⁸
90	.4536 ²⁸	+0.519 ⁴⁰	01.896 ¹³⁹	.3868 ¹⁶⁴	+0.046 ³⁵	98.732 ¹⁰⁰	.3644 ⁶⁰	+0.110 ⁹⁰	99.841 ⁹⁶
100	.4505 ³¹	+0.463 ⁵⁶	02.033 ¹³⁷	.4041 ¹⁷³	+0.084 ³⁸	98.840 ¹⁰⁸	.3594 ⁵⁰	+0.195 ⁸⁵	99.934 ⁹³
110	.4471 ³⁴	+0.394 ⁶⁹	02.168 ¹³⁵	.4219 ¹⁷⁸	+0.121 ³⁷	98.958 ¹¹⁸	.3557 ³⁷	+0.272 ⁷⁷	00.025 ⁹¹
120	.4433 ³⁸	+0.314 ⁸⁰	02.301 ¹³³	.4397 ¹⁷⁸	+0.158 ³⁷	99.086 ¹²⁸	.3534 ²³	+0.341 ⁶⁹	00.116 ⁹¹
130	.4391 ⁴²	+0.226 ⁸⁸	02.431 ¹³⁰	.4570 ¹⁷³	+0.192 ³⁴	99.225 ¹³⁹	.3527 ⁷	+0.401 ⁶⁰	00.207 ⁹¹
140	.4345 ⁴⁶	+0.132 ⁹⁴	02.559 ¹²⁸	.4730 ¹⁶⁰	+0.223 ³¹	99.375 ¹⁵⁰	.3527 ¹²	+0.401 ⁴⁹	00.297 ⁹⁰
150	.4296 ⁴⁹	+0.036 ⁹⁶	02.684 ¹²⁵	.4872 ¹⁴²	+0.247 ²⁴	99.536 ¹⁶¹	.3539 ³¹	+0.450 ³⁸	00.297 ⁸⁹
160	.4246 ⁵⁰	-0.059 ⁹⁵	02.807 ¹²³	.4989 ¹¹⁷	+0.263 ¹⁶	99.707 ¹⁷¹	.3570 ⁵¹	+0.488 ²⁵	00.386 ⁹¹
170	.4195 ⁵¹	-0.150 ⁹¹	02.926 ¹¹⁹	.5075 ⁸⁶	+0.270 ⁷	99.885 ¹⁷⁸	.3621 ⁷⁰	+0.513 ¹³	00.477 ⁹⁵
180	.4145 ⁵⁰	-0.234 ⁸⁴	03.043 ¹¹⁷	.5126 ⁵¹	+0.266 ⁴	99.885 ¹⁸⁵	.3691 ⁸⁸	+0.526 ¹	00.572 ⁹⁸
190	.4100 ⁴⁵	-0.309 ⁷⁵	03.157 ¹¹⁴	.5138 ¹²	+0.252 ¹⁴	00.070 ¹⁸⁷	.3779 ¹⁰⁴	+0.525 ¹⁶	00.670 ¹⁰³
200	.4062 ³⁸	-0.374 ⁶⁵	03.269 ¹¹²	.5111 ²⁷	+0.228 ²⁴	00.257 ¹⁸⁷	.3883 ¹¹⁷	+0.509 ³¹	00.773 ¹⁰⁸
210	.4032 ³⁰	-0.428 ⁵⁴	03.379 ¹¹⁰	.5111 ⁶⁵	+0.228 ³²	00.444 ¹⁸²	.4000 ¹²⁶	+0.478 ⁴⁷	00.881 ¹¹⁵
220	.4013 ¹⁹	-0.469 ⁴¹	03.488 ¹⁰⁹	.5046 ¹⁰⁰	+0.196 ³⁹	00.626 ¹⁷⁶	.4126 ¹³⁰	+0.431 ⁶³	00.995 ¹²¹
230	.4006 ⁷	-0.497 ²⁸	03.597 ¹⁰⁹	.4946 ¹²⁹	+0.157 ⁴²	00.802 ¹⁶⁷	.4256 ¹³⁰	+0.368 ⁸⁰	01.116 ¹²⁹
240	.4012 ⁶	-0.511 ¹⁴	03.705 ¹⁰⁸	.4817 ¹⁵²	+0.115 ⁴⁴	00.969 ¹⁵⁷	.4386 ¹²²	+0.288 ⁹⁴	01.245 ¹³⁷
250	.4032 ²⁰	-0.512 ¹	03.813 ¹⁰⁸	.4665 ¹⁶⁹	+0.071 ⁴²	01.126 ¹⁴⁵	.4508 ¹⁰⁸	+0.194 ¹⁰⁶	01.382 ¹⁴⁴
260	.4032 ³³	-0.498 ¹⁴	03.923 ¹¹⁰	.4496 ¹⁷⁹	+0.029 ⁴¹	01.271 ¹³⁴	.4616 ⁸⁹	+0.088 ¹¹⁴	01.526 ¹⁵⁰
270	.4065 ⁴⁴	-0.470 ²⁸	04.035 ¹¹²	.4317 ¹⁸³	-0.012 ³⁷	01.405 ¹²³	.4705 ⁶⁶	-0.026 ¹¹⁷	01.676 ¹⁵⁶
280	.4109 ⁵⁴	-0.470 ⁴²	04.150 ¹¹⁵	.4134 ¹⁷⁹	-0.049 ³³	01.528 ¹¹³	.4771 ⁴⁰	-0.143 ¹¹⁴	01.832 ¹⁶⁰
290	.4163 ⁶¹	-0.428 ⁵⁶	04.268 ¹¹⁸	.3955 ¹⁷¹	-0.082 ²⁸	01.641 ¹⁰⁵	.4811 ¹³	-0.257 ¹⁰⁷	01.992 ¹⁶²
300	.4224 ⁶⁶	-0.372 ⁶⁸	04.268 ¹²²	.3784 ¹⁶¹	-0.110 ²²	01.746 ⁹⁷	.4824 ¹²	-0.364 ⁹⁴	02.154 ¹⁶²
310	.4290 ⁶⁸	-0.304 ⁸⁰	04.390 ¹²⁵	.3623 ¹⁴⁵	-0.132 ¹⁸	01.843 ⁹⁰	.4812 ³⁵	-0.458 ⁷⁶	02.316 ¹⁶⁰
320	.4358 ⁶⁶	-0.224 ⁹⁰	04.515 ¹²⁹	.3478 ¹²⁴	-0.150 ¹²	01.933 ⁸⁵	.4777 ⁵⁵	-0.534 ⁵⁶	02.476 ¹⁵⁸
330	.4424 ⁶⁰	-0.134 ⁹⁷	04.644 ¹³³	.3354 ¹⁰³	-0.162 ⁸	02.018 ⁸⁰	.4722 ⁷⁰	-0.590 ³⁵	02.634 ¹⁵³
340	.4484 ⁵²	-0.037 ¹⁰⁰	04.777 ¹³⁷	.3251 ⁸⁰	-0.170 ³	02.098 ⁷⁷	.4652 ⁸¹	-0.625 ¹⁴	02.787 ¹⁴⁷
350	.4536 ⁴²	+0.063 ¹⁰⁰	04.914 ¹³⁹	.3171 ⁵⁶	-0.173 ¹	02.175 ⁷⁵	.4571 ⁸⁹	-0.639 ⁸	02.934 ¹⁴²
360	.4578 ³²	+0.163 ⁹⁷	05.053 ¹⁴²	.3115 ³¹	-0.172 ⁶	02.250 ⁷³	.4482 ⁹⁴	-0.631 ²⁷	03.076 ¹³⁵
	.4610	+0.260	05.195	.3084	-0.166	02.323	.4388	-0.604	03.211
<i>T</i>	1891.796	<i>e</i> 0.0722		<i>T</i> 1888.546	<i>e</i> 0.2328		<i>T</i> 1898.641	<i>e</i> 0.1462	
<i>M</i>	160° 46'	<i>a</i> 2.761		<i>M</i> 289° 54'	<i>a</i> 2.656		<i>M</i> 240° 13'	<i>a</i> 2.672	
<i>ω</i>	248 48	<i>μ</i> 78° 47'		<i>ω</i> 290 44	<i>μ</i> 83° 14'		<i>ω</i> 40 33	<i>μ</i> 82° 41'	
<i>Ω</i>	333 46			<i>Ω</i> 76 54			<i>Ω</i> 77 48		
<i>i</i>	11 30	<i>U</i> 4 ² 588		<i>i</i> 4 48	<i>U</i> 4 ² 330		<i>i</i> 12 41	<i>U</i> 4 ² 368	

<i>l</i>	(146) Lucina			(147) Protogenia			(148) Gallia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4411	-0.639	99.087	.4809	+0.095	98.667	.3497	-0.605	98.992
10	.4450 ³⁹	-0.624 ¹⁵	99.220 ¹³³	.4806 ³	+0.087 ⁸	98.810 ¹⁴³	.3364 ¹³³	-0.724 ¹¹⁹	99.083 ⁹¹
20	.4489 ³⁹	-0.589 ³⁵	99.356 ¹³⁶	.4807 ¹	+0.077 ¹⁰	98.954 ¹⁴⁴	.3254 ¹¹⁰	-0.819 ⁹⁵	99.169 ⁸⁶
30	.4525 ³⁶	-0.535 ⁵⁴	99.494 ¹³⁸	.4812 ⁵	+0.065 ¹²	99.098 ¹⁴⁴	.3175 ⁷⁹	-0.890 ⁷¹	99.251 ⁸²
40	.4554 ²⁹	-0.463 ⁷²	99.634 ¹⁴⁰	.4821 ⁹	+0.052 ¹³	99.243 ¹⁴⁵	.3132 ⁴³	-0.940 ⁵⁰	99.331 ⁸⁰
50	.4574 ²⁰	-0.375 ⁸⁸	99.776 ¹⁴²	.4835 ¹⁴	+0.037 ¹⁵	99.388 ¹⁴⁵	.3127 ⁵	-0.969 ²⁹	99.411 ⁸⁰
60	.4574 ⁹	-0.275 ¹⁰⁰	99.919 ¹⁴³	.4852 ¹⁷	+0.020 ¹⁷	99.533 ¹⁴⁵	.3163 ³⁶	-0.978 ⁹	99.491 ⁸⁰
70	.4583 ⁵	-0.165 ¹¹⁰	00.062 ¹⁴³	.4873 ²¹	+0.002 ¹⁸	99.680 ¹⁴⁷	.3238 ⁷⁵	-0.965 ¹³	99.573 ⁸²
80	.4578 ¹⁹	-0.050 ¹¹⁵	00.204 ¹⁴²	.4873 ²³	+0.002 ¹⁸	99.829 ¹⁴⁹	.3238 ¹¹⁴	-0.965 ³⁵	99.658 ⁸⁵
90	.4559 ³⁴	+0.065 ¹¹⁵	00.344 ¹⁴⁰	.4896 ²⁵	-0.016 ¹⁷	99.980 ¹⁵¹	.3352 ¹⁴⁹	-0.930 ⁶⁰	99.749 ⁹¹
100	.4525 ⁴⁷	+0.065 ¹¹¹	00.482 ¹³⁸	.4921 ²⁶	-0.033 ¹⁷	99.980 ¹⁵²	.3501 ¹⁷⁷	-0.870 ⁸⁷	99.847 ⁹⁸
110	.4478 ⁵⁷	+0.176 ¹⁰³	00.617 ¹³⁵	.4947 ²⁷	-0.050 ¹⁵	00.132 ¹⁵⁵	.3678 ¹⁹⁸	-0.783 ¹¹⁷	99.947 ¹⁰⁷
120	.4421 ⁶⁵	+0.279 ⁹¹	00.748 ¹³¹	.4974 ²⁶	-0.065 ¹⁴	00.287 ¹⁵⁶	.3876 ²⁰⁷	-0.666 ¹⁵¹	99.954 ¹¹⁷
130	.4356 ⁶⁸	+0.370 ⁷⁶	00.875 ¹²⁷	.5000 ²⁵	-0.079 ¹¹	00.443 ¹⁵⁸	.4083 ²⁰¹	-0.515 ¹⁸³	00.071 ¹²⁹
140	.4288 ⁶⁷	+0.446 ⁶¹	00.998 ¹²³	.5025 ²³	-0.090 ⁹	00.601 ¹⁶⁰	.4284 ¹⁸⁴	-0.332 ²¹³	00.200 ¹⁴¹
150	.4221 ⁶³	+0.507 ⁴⁴	01.117 ¹¹⁹	.5048 ²¹	-0.099 ⁶	00.761 ¹⁶¹	.4468 ¹⁵⁶	-0.119 ²³⁵	00.341 ¹⁵³
160	.4158 ⁵⁵	+0.551 ²⁸	01.233 ¹¹⁶	.5069 ¹⁷	-0.105 ²	00.922 ¹⁶³	.4624 ¹¹⁸	+0.116 ²⁴⁵	00.494 ¹⁶³
170	.4103 ⁴⁶	+0.579 ¹¹	01.346 ¹¹³	.5086 ¹³	-0.107 ¹	01.085 ¹⁶⁴	.4742 ⁷⁷	+0.361 ²⁴²	00.657 ¹⁷⁰
180	.4057 ³⁴	+0.590 ⁶	01.457 ¹¹¹	.5099 ⁹	-0.106 ⁴	01.249 ¹⁶⁵	.4819 ³⁶	+0.603 ²²⁴	00.827 ¹⁷⁵
190	.4023 ²²	+0.584 ²²	01.567 ¹¹⁰	.5108 ⁵	-0.102 ⁸	01.414 ¹⁶⁵	.4855 ²	+0.827 ¹⁹⁴	01.002 ¹⁷⁷
200	.4001 ¹⁰	+0.562 ³⁷	01.677 ¹¹⁰	.5113 ⁰	-0.094 ¹¹	01.579 ¹⁶⁶	.4857 ²³	+1.021 ¹⁵⁷	01.179 ¹⁷⁵
210	.3991 ¹	+0.525 ⁵²	01.786 ¹⁰⁹	.5113 ⁵	-0.083 ¹²	01.745 ¹⁶⁵	.4834 ⁴⁰	+1.178 ¹¹⁵	01.354 ¹⁷²
220	.3992 ¹⁰	+0.473 ⁶⁵	01.895 ¹⁰⁹	.5108 ⁹	-0.071 ¹⁵	01.910 ¹⁶⁵	.4794 ⁴⁹	+1.293 ⁷⁰	01.526 ¹⁶⁹
230	.4002 ¹⁹	+0.408 ⁷⁷	01.995 ¹¹⁰	.5099 ¹⁴	-0.056 ¹⁷	02.075 ¹⁶⁴	.4745 ⁵²	+1.363 ²⁶	01.695 ¹⁶⁵
240	.4021 ²⁴	+0.331 ⁸⁸	02.095 ¹¹¹	.5085 ¹⁸	-0.039 ¹⁸	02.239 ¹⁶²	.4693 ¹¹	+1.389 ¹⁵	01.860 ¹⁶¹
250	.4045 ²⁸	+0.243 ⁹⁶	02.116 ¹¹²	.5067 ²²	-0.021 ¹⁹	02.401 ¹⁶¹	.4642 ⁴⁹	+1.374 ⁵⁶	02.021 ¹⁵⁸
260	.4073 ³⁰	+0.147 ¹⁰²	02.228 ¹¹⁴	.5045 ²⁴	-0.002 ¹⁸	02.562 ¹⁶⁰	.4593 ⁴⁸	+1.318 ⁹⁴	02.179 ¹⁵⁶
270	.4103 ³⁰	+0.045 ¹⁰⁵	02.342 ¹¹⁶	.5021 ²⁶	+0.016 ¹⁸	02.722 ¹⁵⁸	.4545 ⁴⁸	+1.224 ¹²⁹	02.335 ¹⁵²
280	.4133 ²⁹	-0.060 ¹⁰⁴	02.458 ¹¹⁷	.4995 ²⁶	+0.034 ¹⁶	02.880 ¹⁵⁵	.4497 ⁵³	+1.095 ¹⁶¹	02.487 ¹⁴⁶
290	.4162 ²⁸	-0.164 ¹⁰⁰	02.575 ¹¹⁸	.4969 ²⁷	+0.050 ¹⁵	03.035 ¹⁵⁴	.4444 ⁶⁴	+0.934 ¹⁸⁶	02.633 ¹⁴²
300	.4190 ²⁷	-0.264 ⁹⁴	02.693 ¹²⁰	.4942 ²⁷	+0.065 ¹²	03.189 ¹⁵²	.4380 ⁷⁹	+0.748 ²⁰⁶	02.775 ¹³⁸
310	.4217 ²⁷	-0.358 ⁸⁴	02.813 ¹²²	.4915 ²⁶	+0.077 ¹⁰	03.341 ¹⁵⁰	.4301 ⁹⁸	+0.542 ²¹⁶	02.913 ¹³³
320	.4244 ²⁹	-0.442 ⁷¹	02.935 ¹²³	.4889 ²³	+0.087 ⁸	03.491 ¹⁴⁸	.4203 ¹¹⁹	+0.326 ²¹⁷	03.046 ¹²⁷
330	.4273 ³¹	-0.513 ⁵⁷	03.058 ¹²⁵	.4866 ²⁰	+0.095 ⁵	03.639 ¹⁴⁷	.4084 ¹³⁷	+0.109 ²⁰⁸	03.173 ¹²⁰
340	.4304 ³³	-0.570 ⁴¹	03.183 ¹²⁷	.4846 ¹⁶	+0.100 ¹	03.786 ¹⁴⁶	.3947 ¹⁴⁹	-0.099 ¹⁹²	03.293 ¹¹²
350	.4337 ³⁶	-0.611 ²³	03.310 ¹²⁹	.4830 ¹³	+0.101 ¹	03.932 ¹⁴⁵	.3798 ¹⁵³	-0.291 ¹⁶⁹	03.405 ¹⁰⁵
360	.4373 ³⁸	-0.634 ⁵	03.439 ¹³¹	.4817 ⁸	+0.100 ⁵	04.077 ¹⁴⁵	.3645 ¹⁴⁸	-0.460 ¹⁴⁵	03.510 ⁹⁶
	.4411	-0.639	03.570	.4809	+0.095	04.222 ¹⁴⁵	.3497 ¹⁴⁸	-0.605	03.606
	<i>T</i> 1898.586	<i>e</i> 0.0637		<i>T</i> 1898.696	<i>e</i> 0.0355		<i>T</i> 1903.788	<i>e</i> 0.1846	
	<i>M</i> 89° 1'	<i>a</i> 2.719		<i>M</i> 348° 52'	<i>a</i> 3.136		<i>M</i> 351° 39'	<i>a</i> 2.771	
	<i>ω</i> 140 57	<i>μ</i> 80°30		<i>ω</i> 122 48	<i>μ</i> 64°81		<i>ω</i> 250 24	<i>μ</i> 78°03	
	<i>Ω</i> 84 19			<i>Ω</i> 251 11			<i>Ω</i> 145 10		
	<i>i</i> 13 5.1	<i>U</i> 4 ^h 483		<i>i</i> 1 54	<i>U</i> 5 ^h 555		<i>i</i> 25 21	<i>U</i> 4 ^h 614	

<i>l</i>	(149) Medusa			(150) Nuva			(151) Abundantia				
	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>	$\log r \cos b$	$r \sin b$	<i>t</i>		
0°	.3164	-0.012	01.435	.4151	+0.045	96.147	.4285	-0.191	96.141		
10	.3131	-0.017	01.516	.4167	+0.029	96.257	.4281	-0.147	96.266		
20	.3104	-0.022	01.595	.4198	+0.013	96.368	.4272	-0.098	96.391		
30	.3085	-0.026	01.673	.4242	-0.004	96.481	.4257	-0.046	96.514		
40	.3074	-0.029	01.751	.4299	-0.021	96.597	.4236	+0.006	96.637		
50	.3071	-0.031	01.829	.4367	-0.039	96.717	.4210	+0.058	96.759		
60	.3076	-0.033	01.907	.4446	-0.056	96.840	.4181	+0.107	96.879		
70	.3089	-0.033	01.985	.4533	-0.072	96.968	.4149	+0.152	96.997		
80	.3111	-0.033	02.063	.4626	-0.086	97.102	.4116	+0.192	97.114		
90	.3141	-0.031	02.143	.4722	-0.098	97.242	.4083	+0.226	97.228		
100	.3177	-0.029	02.224	.4819	-0.108	97.389	.4051	+0.252	97.341		
110	.3218	-0.026	02.306	.4914	-0.115	97.542	.4022	+0.271	97.453		
120	.3263	-0.022	02.390	.5004	-0.118	97.701	.3997	+0.281	97.563		
130	.3313	-0.017	02.476	.5084	-0.117	97.867	.3977	+0.283	97.672		
140	.3364	-0.011	02.564	.5152	-0.113	98.038	.3963	+0.277	97.780		
150	.3415	-0.005	02.654	.5206	-0.104	98.215	.3954	+0.263	97.887		
160	.3465	+0.001	02.746	.5244	-0.092	98.395	.3951	+0.241	97.994		
170	.3511	+0.007	02.840	.5263	-0.076	98.578	.3953	+0.212	98.101		
180	.3554	+0.013	02.936	.5263	-0.058	98.761	.3961	+0.177	98.209		
190	.3592	+0.019	03.034	.5243	-0.038	98.943	.3973	+0.137	98.317		
200	.3622	+0.025	03.133	.5205	-0.017	99.123	.3989	+0.092	98.425		
210	.3643	+0.030	03.234	.5150	+0.005	99.299	.4007	+0.044	98.534		
220	.3655	+0.033	03.336	.5080	+0.026	99.470	.4028	-0.006	98.645		
230	.3658	+0.035	03.438	.4998	+0.045	99.635	.4050	-0.056	98.757		
240	.3651	+0.037	03.539	.4908	+0.062	99.794	.4073	-0.104	98.870		
250	.3635	+0.038	03.640	.4813	+0.076	99.946	.4097	-0.150	98.984		
260	.3611	+0.037	03.740	.4715	+0.088	00.092	.4122	-0.193	99.099		
270	.3579	+0.035	03.839	.4617	+0.096	00.231	.4146	-0.229	99.215		
280	.3541	+0.031	03.936	.4523	+0.101	00.365	.4169	-0.259	99.333		
290	.3497	+0.027	04.031	.4436	+0.103	00.493	.4192	-0.282	99.452		
300	.3449	+0.023	04.125	.4358	+0.102	00.616	.4214	-0.296	99.573		
310	.3398	+0.017	04.217	.4290	+0.098	00.735	.4234	-0.301	99.695		
320	.3346	+0.011	04.306	.4234	+0.092	00.850	.4251	-0.296	99.817		
330	.3296	+0.005	04.393	.4191	+0.083	00.963	.4266	-0.282	99.941		
340	.3248	-0.001	03.478	.4163	+0.072	01.074	.4277	-0.260	00.065		
350	.3204	-0.007	04.561	.4149	+0.059	01.184	.4283	-0.229	00.190		
360	.3164	-0.012	04.643	.4151	+0.045	01.294	.4285	-0.191	00.315		
<i>T</i> 1904.774			<i>e</i> 0.0678	<i>T</i> 1893.165			<i>e</i> 0.1276	<i>T</i> 1898.203			<i>e</i> 0.0381
<i>M</i> 331° 53'			<i>a</i> 2.175	<i>M</i> 155° 36'			<i>a</i> 2.981	<i>M</i> 9° 18'			<i>a</i> 2.592
ω 249 42			μ 112° 22	ω 146 53			μ 69° 93	ω 130 21			μ 86° 25
Ω 158 40				Ω 207 40				Ω 38 53			
<i>i</i> 0 56			<i>U</i> 3 ² 208	<i>i</i> 2 8.4			<i>U</i> 5 ² 147	<i>i</i> 6 28.3			<i>U</i> 4 ² 174

l	(152) Atala			(153) Hilda			(154) Bertha		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4874	-0.439	97.474	.5661	+0.380	98.440	.5240	-0.775	97.875
10	.4837	-0.342	97.624	.5789	+0.325	98.640	.5307	-0.596	98.064
20	.4799	-0.237	97.772	.5921	+0.256	98.852	.5350	-0.391	98.259
30	.4761	-0.126	97.918	.6054	+0.175	99.077	.5366	-0.168	98.456
40	.4724	-0.014	98.061	.6183	+0.083	99.316	.5351	+0.061	98.653
50	.4688	+0.097	98.201	.6301	-0.017	99.570	.5304	+0.284	98.847
60	.4654	+0.203	98.339	.6405	-0.122	99.837	.5231	+0.490	99.036
70	.4625	+0.302	98.475	.6491	-0.228	00.115	.5137	+0.672	99.218
80	.4602	+0.391	98.610	.6555	-0.329	00.403	.5031	+0.824	99.392
90	.4586	+0.468	98.743	.6595	-0.420	00.699	.4922	+0.943	99.557
100	.4579	+0.531	98.876	.6609	-0.497	00.999	.4818	+1.029	99.715
110	.4584	+0.580	99.009	.6598	-0.556	01.298	.4725	+1.082	99.865
120	.4602	+0.613	99.142	.6563	-0.595	01.594	.4648	+1.105	00.009
130	.4632	+0.629	99.277	.6506	-0.612	01.884	.4591	+1.099	00.149
140	.4675	+0.628	99.414	.6430	-0.607	02.166	.4554	+1.064	00.286
150	.4729	+0.609	99.554	.6339	-0.582	02.437	.4536	+1.002	00.422
160	.4792	+0.572	99.698	.6235	-0.540	02.696	.4537	+0.914	00.557
170	.4862	+0.517	99.847	.6123	-0.482	02.942	.4553	+0.801	00.692
180	.4934	+0.445	00.000	.6005	-0.411	03.175	.4580	+0.665	00.828
190	.5006	+0.356	00.158	.5886	-0.332	03.396	.4613	+0.508	00.967
200	.5074	+0.253	00.322	.5768	-0.247	03.605	.4645	+0.333	01.107
210	.5134	+0.138	00.491	.5653	-0.159	03.803	.4673	+0.144	01.250
220	.5182	+0.016	00.665	.5545	-0.072	03.991	.4694	-0.052	01.394
230	.5217	-0.109	00.841	.5447	+0.014	04.171	.4707	-0.247	01.540
240	.5238	-0.232	01.020	.5360	+0.096	04.343	.4713	-0.435	01.686
250	.5245	-0.348	01.200	.5286	+0.173	04.509	.4715	-0.610	01.833
260	.5239	-0.453	01.380	.5228	+0.243	04.670	.4715	-0.766	01.979
270	.5219	-0.542	01.559	.5187	+0.304	04.827	.4719	-0.900	02.126
280	.5190	-0.612	01.735	.5164	+0.356	04.982	.4731	-1.009	02.273
290	.5154	-0.662	01.908	.5161	+0.399	05.136	.4755	-1.090	02.422
300	.5115	-0.690	02.079	.5178	+0.432	05.290	.4792	-1.142	02.572
310	.5074	-0.697	02.247	.5214	+0.454	05.446	.4845	-1.164	02.725
320	.5032	-0.682	02.412	.5270	+0.465	05.606	.4912	-1.155	02.882
330	.4991	-0.647	02.573	.5345	+0.463	05.771	.4990	-1.112	03.045
340	.4950	-0.594	02.732	.5436	+0.449	05.942	.5074	-1.035	03.214
350	.4911	-0.524	02.888	.5542	+0.421	06.121	.5160	-0.922	03.390
360	.4877	-0.439	03.041	.5661	+0.380	06.309	.5240	-0.775	03.574
T 1899.079 e 0.0733			T 1904.445 e 0.1650			T 1900.010 e 0.0811			
M 27° 31' a 3.141			M 333° 5' a 3.956			M 290° 53' a 3.191			
ω 42 37 μ 64°66			ω 55 18 μ 45°75			ω 161 15 μ 63°16			
Ω 41 17			Ω 228 18			Ω 37 21			
i 12 13.3 U 5°567			i 7 52 U 7°869			i 20 54.5 U 5°699			

<i>l</i>	(156) Xanthippe			(158) Koronis			(159) Aemilia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4940	+0.471	97.484	.4438	+0.048	99.005	.4997	-0.237	97.009
10	.5062 ¹²²	+0.434 ³⁷	97.659 ¹⁷⁵	.4403 ³⁵	+0.048 ⁰	99.130 ¹²⁵	.4918 ⁷⁹	-0.271 ³⁴	97.165 ¹⁵⁶
20	.5154 ⁹²	+0.378 ⁵⁶	97.843 ¹⁸⁴	.4373 ³⁰	+0.047 ¹	99.254 ¹²⁴	.4840 ⁷⁸	-0.294 ²³	97.315 ¹⁵⁰
30	.5211 ⁵⁷	+0.305 ⁷³	98.033 ¹⁹⁰	.4350 ²³	+0.045 ²	99.377 ¹²³	.4765 ⁷⁵	-0.308 ¹⁴	97.460 ¹⁴⁵
40	.5230 ²¹	+0.219 ⁸⁶	98.227 ¹⁹⁴	.4333 ¹⁷	+0.041 ⁴	99.498 ¹²¹	.4696 ⁶⁹	-0.312 ⁴	97.601 ¹⁴¹
50	.5209 ⁶³	+0.124 ⁹⁵	98.421 ¹⁹⁴	.4323 ¹⁰	+0.036 ⁵	99.619 ¹²¹	.4634 ⁶²	-0.308 ⁴	97.737 ¹³⁶
60	.5146 ¹⁰¹	+0.026 ⁹⁸	98.611 ¹⁹⁰	.4320 ³	+0.031 ⁵	99.739 ¹²⁰	.4581 ⁵³	-0.295 ¹³	97.870 ¹³³
70	.5045 ¹³²	-0.069 ⁹⁵	98.794 ¹⁸³	.4324 ⁴	+0.024 ⁷	99.859 ¹²⁰	.4537 ⁴⁴	-0.275 ²⁰	98.001 ¹³¹
80	.4913 ¹³²	-0.157 ⁸⁸	98.967 ¹⁷³	.4334 ¹⁰	+0.017 ⁷	99.979 ¹²⁰	.4504 ³³	-0.246 ²⁹	98.001 ¹²⁸
90	.4756 ¹⁵⁷	-0.233 ⁷⁶	99.129 ¹⁶²	.4351 ¹⁷	+0.009 ⁸	00.100 ¹²¹	.4483 ²¹	-0.212 ³⁴	98.129 ¹²⁶
100	.4582 ¹⁷⁴	-0.296 ⁶³	99.280 ¹⁵¹	.4375 ²¹	+0.001 ⁸	00.223 ¹²³	.4473 ¹⁰	-0.172 ⁴⁰	98.255 ¹²⁴
110	.4400 ¹⁸²	-0.344 ⁴⁸	99.418 ¹³⁸	.4405 ³⁰	+0.001 ⁹	00.347 ¹²⁴	.4473 ²	-0.172 ⁴⁴	98.379 ¹²⁵
120	.4216 ¹⁸⁴	-0.378 ³⁴	99.545 ¹²⁷	.4405 ³⁵	-0.008 ⁸	00.473 ¹²⁶	.4475 ¹²	-0.126 ⁴⁸	98.504 ¹²⁵
130	.4038 ¹⁷⁸	-0.397 ¹⁹	99.662 ¹¹⁷	.4440 ³⁹	-0.016 ⁸	00.601 ¹²⁸	.4487 ²²	-0.078 ⁵²	98.629 ¹²⁶
140	.3871 ¹⁶⁷	-0.404 ⁷	99.770 ¹⁰⁸	.4479 ⁴¹	-0.024 ⁷	00.731 ¹³⁰	.4509 ³²	-0.026 ⁵²	98.755 ¹²⁸
150	.3720 ¹⁵¹	-0.400 ⁴	99.871 ¹⁰¹	.4520 ⁴³	-0.031 ⁶	00.864 ¹³³	.4541 ⁴¹	+0.026 ⁵³	98.883 ¹³⁰
160	.3587 ¹³³	-0.385 ¹⁵	99.965 ⁹⁴	.4563 ⁴⁴	-0.037 ⁶	00.864 ¹³⁶	.4582 ⁵⁰	+0.079 ⁵¹	99.013 ¹³³
170	.3474 ¹¹³	-0.361 ²⁴	00.054 ⁸⁹	.4607 ⁴²	-0.043 ⁴	01.000 ¹³⁹	.4632 ⁵⁷	+0.130 ⁴⁹	99.146 ¹³⁶
180	.3384 ⁹⁰	-0.329 ³²	00.138 ⁸⁴	.4649 ³⁹	-0.047 ³	01.139 ¹⁴²	.4689 ⁶²	+0.179 ⁴⁵	99.282 ¹³⁹
190	.3317 ⁶⁷	-0.290 ³⁹	00.220 ⁸²	.4688 ³⁷	-0.050 ²	01.281 ¹⁴⁴	.4751 ⁶⁷	+0.224 ⁴⁰	99.421 ¹⁴⁴
200	.3273 ⁴⁴	-0.245 ⁴⁵	00.300 ⁸⁰	.4725 ³²	-0.052 ⁰	01.425 ¹⁴⁵	.4818 ⁷⁰	+0.264 ³³	99.565 ¹⁴⁹
210	.3253 ²⁰	-0.194 ⁵¹	00.379 ⁷⁹	.4757 ²⁶	-0.052 ²	01.570 ¹⁴⁸	.4888 ⁷¹	+0.297 ²⁵	99.714 ¹⁵¹
220	.3256 ³	-0.139 ⁵⁵	00.457 ⁷⁸	.4783 ²⁰	-0.050 ⁴	01.718 ¹⁴⁹	.4959 ⁷¹	+0.322 ¹⁵	99.868 ¹⁵⁹
230	.3281 ²⁵	-0.080 ⁵⁹	00.536 ⁷⁹	.4803 ¹²	-0.046 ⁴	01.867 ¹⁵¹	.5030 ⁶⁸	+0.337 ⁵	00.027 ¹⁶⁴
240	.3327 ⁴⁶	-0.017 ⁶³	00.616 ⁸⁰	.4815 ⁴	-0.041 ⁵	02.018 ¹⁵¹	.5098 ⁶⁴	+0.342 ⁵	00.191 ¹⁶⁹
250	.3393 ⁶⁶	+0.047 ⁶⁴	00.698 ⁸²	.4819 ⁴	-0.035 ⁸	02.169 ¹⁵¹	.5162 ⁵⁶	+0.337 ¹⁷	00.360 ¹⁷³
260	.3478 ⁸⁵	+0.112 ⁶⁵	00.783 ⁸⁵	.4815 ⁴	-0.027 ⁸	02.320 ¹⁵¹	.5218 ⁴⁷	+0.320 ²⁷	00.533 ¹⁷⁸
270	.3581 ¹⁰³	+0.177 ⁶⁵	00.872 ⁸⁹	.4803 ¹²	-0.019 ⁸	02.470 ¹⁵⁰	.5265 ⁴⁷	+0.293 ²⁷	00.711 ¹⁸¹
280	.3700 ¹¹⁹	+0.241 ⁶⁴	00.966 ⁹⁴	.4783 ²⁰	-0.010 ⁹	02.620 ¹⁵⁰	.5300 ³⁵	+0.255 ³⁸	00.892 ¹⁸¹
290	.3835 ¹³⁵	+0.302 ⁶¹	01.065 ⁹⁹	.4757 ²⁶	-0.001 ⁹	02.768 ¹⁴⁸	.5321 ²¹	+0.208 ⁴⁷	01.076 ¹⁸⁴
300	.3982 ¹⁴⁷	+0.358 ⁵⁶	01.171 ¹⁰⁶	.4725 ³²	+0.008 ⁹	02.914 ¹⁴⁶	.5328 ⁷	+0.154 ⁵⁴	01.261 ¹⁸⁵
310	.4140 ¹⁵⁸	+0.407 ⁴⁹	01.285 ¹¹⁴	.4688 ³⁷	+0.017 ⁹	03.057 ¹⁴³	.5319 ⁹	+0.094 ⁶⁰	01.446 ¹⁸⁵
320	.4305 ¹⁶⁵	+0.447 ⁴⁰	01.407 ¹²²	.4648 ⁴⁰	+0.025 ⁸	03.198 ¹⁴¹	.5295 ²⁴	+0.032 ⁶²	01.629 ¹⁸³
330	.4473 ¹⁶⁸	+0.476 ²⁹	01.539 ¹³²	.4605 ⁴³	+0.032 ⁷	03.336 ¹³⁸	.5256 ³⁹	-0.030 ⁶²	01.810 ¹⁸¹
340	.4639 ¹⁶⁶	+0.491 ¹⁵	01.681 ¹⁴²	.4561 ⁴⁴	+0.038 ⁶	03.471 ¹³⁵	.5205 ⁵¹	-0.091 ⁶¹	01.987 ¹⁷⁷
350	.4796 ¹⁵⁷	+0.490 ¹	01.835 ¹⁵⁴	.4518 ⁴³	+0.042 ⁴	03.603 ¹³²	.5143 ⁶²	-0.146 ⁵⁵	02.160 ¹⁷³
360	.4940 ¹⁴⁴	+0.471 ¹⁹	02.000 ¹⁶⁵	.4477 ⁴¹	+0.046 ⁴	03.734 ¹³¹	.5073 ⁷⁰	-0.196 ⁵⁰	02.327 ¹⁶⁷
				.4438 ³⁹	+0.048 ²	03.863 ¹²⁹	.4997 ⁷⁶	-0.237 ⁴¹	02.489 ¹⁶²
	<i>T</i> 1903.076	<i>e</i> 0.2236		<i>T</i> 1898.641	<i>e</i> 0.0574		<i>T</i> 1897.929	<i>e</i> 0.0981	
	<i>M</i> 210° 16'	<i>a</i> 2.732		<i>M</i> 278° 51'	<i>a</i> 2.868		<i>M</i> 324° 40'	<i>a</i> 3.108	
	<i>ω</i> 334 34	<i>μ</i> 79° 72		<i>ω</i> 138 47	<i>μ</i> 74° 12		<i>ω</i> 331 52	<i>μ</i> 65° 69	
	<i>Ω</i> 242 43			<i>Ω</i> 281 0			<i>Ω</i> 135 4		
	<i>i</i> 9 39	<i>U</i> 4 ^a 516		<i>i</i> 1 0	<i>U</i> 4 ^a 858		<i>i</i> 6 5	<i>U</i> 5 ^a 480	

l	(160) Una			(161) Athor			(163) Erigone		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4183	-0.028	96.939 ₁₁₅	.3300 ₈₄	-0.109 ₅₆	99.601 ₈₅	.3653 ₁₄₉	-0.066 ₂₇	00.066 ₉₆
10	.4146 ₃₇	+0.002 ₃₀	97.054 ₁₁₅	.3384 ₉₁	-0.053 ₆₁	99.686 ₈₉	.3504 ₁₄₂	-0.093 ₂₃	00.162 ₉₀
20	.4115 ₂₅	+0.032 ₂₉	97.167 ₁₁₁	.3475 ₉₆	+0.008 ₆₃	99.775 ₉₃	.3362 ₁₃₁	-0.116 ₁₈	00.252 ₈₄
30	.4090 ₁₈	+0.061 ₂₇	97.278 ₁₁₁	.3571 ₉₉	+0.071 ₆₄	99.868 ₉₈	.3231 ₁₁₈	-0.134 ₁₄	00.336 ₇₉
40	.4072 ₁₁	+0.088 ₂₄	97.389 ₁₁₀	.3670 ₉₉	+0.135 ₆₂	99.966 ₁₀₂	.3113 ₁₀₂	-0.148 ₉	00.415 ₇₆
50	.4061 ₃	+0.112 ₂₁	97.499 ₁₀₉	.3769 ₉₆	+0.197 ₅₉	00.068 ₁₀₇	.3011 ₈₃	-0.157 ₄	00.491 ₇₂
60	.4058 ₆	+0.133 ₁₇	97.608 ₁₁₀	.3865 ₉₂	+0.256 ₅₃	00.175 ₁₁₂	.2928 ₆₃	-0.161 ₁	00.563 ₇₀
70	.4064 ₁₄	+0.150 ₁₃	97.718 ₁₁₀	.3957 ₈₄	+0.309 ₄₅	00.287 ₁₁₆	.2865 ₄₂	-0.162 ₄	00.633 ₆₉
80	.4078 ₂₂	+0.163 ₈	97.828 ₁₁₁	.4041 ₇₅	+0.354 ₃₅	00.403 ₁₂₁	.2823 ₂₁	-0.158 ₈	00.702 ₆₈
90	.4100 ₂₉	+0.171 ₃	97.939 ₁₁₃	.4116 ₆₃	+0.389 ₂₃	00.524 ₁₂₄	.2802 ₁	-0.150 ₁₂	00.770 ₆₇
100	.4129 ₃₇	+0.174 ₂	98.052 ₁₁₄	.4179 ₄₉	+0.412 ₁₀	00.648 ₁₂₇	.2803 ₂₃	-0.138 ₁₅	00.837 ₆₈
110	.4166 ₄₂	+0.172 ₆	98.166 ₁₁₆	.4228 ₃₄	+0.422 ₅	00.775 ₁₃₀	.2826 ₄₄	-0.123 ₁₉	00.905 ₆₈
120	.4208 ₄₇	+0.166 ₁₂	98.282 ₁₁₈	.4262 ₁₇	+0.417 ₂₀	00.905 ₁₃₂	.2870 ₆₄	-0.104 ₂₁	00.973 ₇₀
130	.4255 ₄₉	+0.154 ₁₆	98.400 ₁₂₁	.4279 ₂	+0.397 ₃₃	01.037 ₁₃₂	.2934 ₈₁	-0.083 ₂₅	01.043 ₇₃
140	.4304 ₅₀	+0.138 ₂₁	98.521 ₁₂₄	.4277 ₂₀	+0.364 ₄₅	01.169 ₁₃₁	.3018 ₁₀₁	-0.058 ₂₈	01.116 ₇₆
150	.4354 ₅₁	+0.117 ₂₆	98.645 ₁₂₇	.4257 ₃₉	+0.319 ₅₆	01.300 ₁₃₀	.3119 ₁₁₅	-0.030 ₂₉	01.192 ₈₀
160	.4405 ₅₀	+0.091 ₂₉	98.772 ₁₃₀	.4218 ₅₈	+0.263 ₆₄	01.430 ₁₂₇	.3234 ₁₂₈	-0.001 ₃₂	01.272 ₈₄
170	.4455 ₄₇	+0.062 ₃₁	98.902 ₁₃₃	.4160 ₇₅	+0.199 ₆₈	01.557 ₁₂₃	.3362 ₁₃₈	+0.031 ₃₂	01.356 ₈₉
180	.4502 ₄₁	+0.031 ₃₃	99.035 ₁₃₅	.4085 ₈₉	+0.131 ₇₀	01.680 ₁₁₈	.3500 ₁₄₄	+0.063 ₃₃	01.445 ₉₆
190	.4543 ₃₄	-0.002 ₃₄	99.170 ₁₃₈	.3996 ₁₀₁	+0.061 ₇₀	01.798 ₁₁₄	.3644 ₁₄₆	+0.096 ₃₂	01.541 ₁₀₂
200	.4577 ₂₅	-0.036 ₃₃	99.308 ₁₄₀	.3895 ₁₀₈	-0.009 ₆₆	01.912 ₁₀₈	.3790 ₁₄₄	+0.128 ₃₀	01.643 ₁₁₀
210	.4602 ₁₇	-0.069 ₃₁	99.448 ₁₄₁	.3787 ₁₁₂	-0.075 ₆₀	02.020 ₁₀₃	.3934 ₁₃₈	+0.158 ₂₆	01.753 ₁₁₆
220	.4619 ₈	-0.100 ₂₈	99.589 ₁₄₂	.3675 ₁₁₂	-0.135 ₅₃	02.123 ₉₇	.4072 ₁₂₅	+0.184 ₂₂	01.869 ₁₂₄
230	.4627 ₁	-0.128 ₂₃	99.731 ₁₄₃	.3563 ₁₀₇	-0.188 ₄₅	02.220 ₉₃	.4197 ₁₀₉	+0.206 ₁₆	01.993 ₁₃₁
240	.4626 ₁₀	-0.151 ₁₉	99.874 ₁₄₂	.3456 ₉₉	-0.233 ₃₇	02.313 ₈₈	.4306 ₈₈	+0.222 ₈	02.124 ₁₃₇
250	.4616 ₁₈	-0.170 ₁₃	00.016 ₁₄₀	.3357 ₈₈	-0.270 ₂₇	02.401 ₈₅	.4394 ₆₂	+0.230 ₀	02.261 ₁₄₂
260	.4598 ₂₇	-0.183 ₈	00.156 ₁₄₀	.3269 ₇₄	-0.297 ₁₈	02.486 ₈₁	.4456 ₃₃	+0.230 ₉	02.403 ₁₄₅
270	.4571 ₃₃	-0.191 ₁	00.296 ₁₃₈	.3195 ₅₈	-0.315 ₉	02.567 ₇₉	.4489 ₃	+0.221 ₁₇	02.548 ₁₄₇
280	.4538 ₃₈	-0.192 ₅	00.434 ₁₃₅	.3137 ₄₁	-0.324 ₁	02.646 ₇₇	.4492 ₂₈	+0.204 ₂₅	02.695 ₁₄₅
290	.4500 ₄₃	-0.187 ₁₁	00.569 ₁₃₃	.3096 ₂₂	-0.325 ₈	02.723 ₇₆	.4464 ₅₇	+0.179 ₃₀	02.840 ₁₄₂
300	.4457 ₄₆	-0.176 ₁₆	00.702 ₁₃₀	.3074 ₄	-0.317 ₁₆	02.799 ₇₆	.4407 ₈₄	+0.149 ₃₅	02.982 ₁₃₈
310	.4411 ₄₈	-0.160 ₂₀	00.832 ₁₂₈	.3070 ₁₄	-0.301 ₂₄	02.875 ₇₆	.4323 ₁₀₇	+0.114 ₃₈	03.120 ₁₃₂
320	.4363 ₄₈	-0.140 ₂₄	00.960 ₁₂₄	.3084 ₃₂	-0.277 ₃₂	02.951 ₇₇	.4216 ₁₂₆	+0.076 ₃₈	03.252 ₁₂₆
330	.4315 ₄₇	-0.116 ₂₈	01.084 ₁₂₂	.3116 ₄₈	-0.245 ₃₉	03.028 ₇₈	.4090 ₁₄₀	+0.038 ₃₇	03.378 ₁₁₇
340	.4268 ₄₄	-0.088 ₃₀	01.206 ₁₂₀	.3164 ₆₂	-0.206 ₄₆	03.106 ₈₀	.3950 ₁₄₇	+0.001 ₃₅	03.495 ₁₁₀
350	.4224 ₄₁	-0.058 ₃₀	01.326 ₁₁₇	.3226 ₇₄	-0.160 ₅₁	03.186 ₈₃	.3803 ₁₅₀	-0.034 ₃₂	03.605 ₁₀₃
360	.4183	-0.028	01.443	.3300	-0.109	03.269	.3653	-0.066	03.708
	T 1897.984	e 0.0654		T 1896.998	e 0.1383		T 1902.474	e 0.1926	
	M 33° 30'	a 2.727		M 142° 39'	a 2.379		M 164° 55'	a 2.367	
	ω 46 47	μ 79° 92		ω 291 48	μ 98° 12		ω 295 7	μ 98° 87	
	Ω 9 17			Ω 18 41			Ω 160 10		
	i 3 51.3	U 4 ^h 50.4		i 9 3	U 3 ^h 66.8		i 4 46.5	U 3 ^h 64.2	

<i>l</i>	(164) Eva			(165) Loreley			(166) Rhodope		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.1966	−0.697	98.594	.4795	+0.495	99.366	.3302	−0.352	98.982
10	.2017 ⁵¹	−0.667 ³⁰	98.644 ⁵⁰	.4832 ³⁷	+0.550 ⁵⁵	99.514 ¹⁴⁸	.3230 ⁷²	−0.390 ³⁸	99.061 ⁷⁹
20	.2116 ⁹⁹	−0.623 ⁴⁴	98.696 ⁵²	.4874 ⁴²	+0.590 ⁴⁰	99.664 ¹⁵⁰	.3182 ⁴⁸	−0.418 ²⁸	99.139 ⁷⁸
30	.2258 ¹⁴²	−0.563 ⁶⁰	98.751 ⁵⁵	.4920 ⁴⁶	+0.613 ²³	99.817 ¹⁵³	.3161 ²¹	−0.435 ¹⁷	99.216 ⁷⁷
40	.2440 ¹⁸²	−0.485 ⁷⁸	98.810 ⁵⁹	.4969 ⁴⁹	+0.618 ⁵	99.973 ¹⁵⁶	.3168 ⁷	−0.442 ⁷	99.292 ⁷⁶
50	.2656 ²¹⁶	−0.387 ⁹⁸	98.875 ⁶⁵	.5021 ⁵²	+0.604 ¹⁴	00.133 ¹⁶⁰	.3202 ³⁴	−0.438 ⁴	99.368 ⁷⁶
60	.2897 ²⁴¹	−0.267 ¹²⁰	98.947 ⁷²	.5072 ⁵¹	+0.572 ³²	00.297 ¹⁶⁴	.3263 ⁶¹	−0.423 ¹⁵	99.447 ⁷⁹
70	.3154 ²⁵⁷	−0.124 ¹⁴³	99.027 ⁸⁰	.5121 ⁵¹	+0.521 ⁵¹	00.465 ¹⁶⁸	.3350 ⁸⁷	−0.397 ²⁶	99.528 ⁸¹
80	.3417 ²⁶³	+0.042 ¹⁶⁶	99.118 ⁹¹	.5164 ⁴⁹	+0.521 ⁶⁹	00.636 ¹⁷¹	.3461 ¹¹¹	−0.360 ³⁷	99.613 ⁸⁵
90	.3678 ²⁶¹	+0.227 ¹⁸⁵	99.221 ¹⁰³	.5199 ³⁵	+0.452 ⁸⁵	00.811 ¹⁷⁵	.3592 ¹³¹	−0.310 ⁵⁰	99.703 ⁹⁰
100	.3928 ²⁵⁰	+0.427 ²⁰⁰	99.337 ¹¹⁶	.5224 ²⁵	+0.269 ⁹⁸	00.988 ¹⁷⁷	.3740 ¹⁴⁸	−0.248 ⁶²	99.799 ⁹⁶
110	.4161 ²³³	+0.634 ²⁰⁷	99.466 ¹²⁹	.5235 ¹¹	+0.161 ¹⁰⁸	01.166 ¹⁷⁸	.3901 ¹⁶¹	−0.175 ⁷³	99.902 ¹⁰³
120	.4374 ²¹³	+0.838 ²⁰⁴	99.609 ¹⁴³	.5231 ⁴	+0.047 ¹¹⁴	01.345 ¹⁷⁹	.4067 ¹⁶⁶	−0.090 ⁸⁵	00.012 ¹¹⁰
130	.4564 ¹⁹⁰	+1.028 ¹⁹⁰	99.766 ¹⁵⁷	.5212 ¹⁹	−0.068 ¹¹⁵	01.523 ¹⁷⁸	.4235 ¹⁶⁸	+0.005 ⁹⁵	00.132 ¹²⁰
140	.4729 ¹⁶⁵	+1.194 ¹⁶⁶	99.936 ¹⁷⁰	.5180 ³²	−0.179 ¹¹¹	01.699 ¹⁷⁶	.4400 ¹⁶⁵	+0.107 ¹⁰²	00.262 ¹³⁰
150	.4868 ¹³⁹	+1.326 ¹³²	00.119 ¹⁸³	.5136 ⁴⁴	−0.283 ¹⁰⁴	01.871 ¹⁷²	.4554 ¹⁵⁴	+0.213 ¹⁰⁶	00.402 ¹⁴⁰
160	.4980 ¹¹²	+1.415 ⁸⁹	00.313 ¹⁹⁴	.5082 ⁵⁴	−0.375 ⁹²	02.040 ¹⁶⁹	.4693 ¹³⁹	+0.319 ¹⁰⁶	00.551 ¹⁴⁹
170	.5062 ⁸²	+1.454 ³⁹	00.515 ²⁰²	.5022 ⁶⁰	−0.452 ⁷⁷	02.204 ¹⁶⁴	.4812 ¹¹⁹	+0.419 ¹⁰⁰	00.709 ¹⁵⁸
180	.5110 ⁴⁸	+1.437 ¹⁷	00.724 ²⁰⁹	.4959 ⁶³	−0.514 ⁶²	02.364 ¹⁶⁰	.4907 ⁹⁵	+0.509 ⁹⁰	00.876 ¹⁶⁷
190	.5120 ¹⁰	+1.363 ⁷⁴	00.936 ²¹²	.4896 ⁶³	−0.558 ⁴⁴	02.519 ¹⁵⁵	.4976 ⁶⁹	+0.583 ⁷⁴	01.049 ¹⁷³
200	.5087 ³³	+1.235 ¹²⁸	01.146 ²¹⁰	.4836 ⁶⁰	−0.585 ²⁷	02.670 ¹⁵¹	.5017 ⁴¹	+0.638 ⁵⁵	01.226 ¹⁷⁷
210	.5006 ⁸¹	+1.060 ¹⁷⁵	01.351 ²⁰⁵	.4782 ⁵⁴	−0.594 ⁹	02.817 ¹⁴⁷	.5029 ¹²	+0.669 ³¹	01.406 ¹⁸⁰
220	.4874 ¹³²	+0.850 ²¹⁰	01.546 ¹⁹⁵	.4736 ⁴⁶	−0.586 ⁸	02.961 ¹⁴⁴	.5012 ¹⁷	+0.676 ⁷	01.585 ¹⁷⁹
230	.4691 ¹⁸³	+0.619 ²³¹	01.728 ¹⁸²	.4698 ³⁸	−0.562 ²⁴	03.102 ¹⁴¹	.4968 ⁴⁴	+0.658 ¹⁸	01.762 ¹⁷⁷
240	.4460 ²³¹	+0.383 ²³⁶	01.893 ¹⁶⁵	.4669 ²⁹	−0.522 ⁴⁰	03.240 ¹³⁸	.4898 ⁷⁰	+0.617 ⁴¹	01.934 ¹⁷²
250	.4191 ²⁶⁹	+0.157 ²²⁶	02.040 ¹⁴⁷	.4649 ²⁰	−0.468 ⁵⁴	03.377 ¹³⁷	.4804 ⁹⁴	+0.555 ⁶²	02.100 ¹⁶⁶
260	.3892 ²⁹⁹	−0.047 ²⁰⁴	02.169 ¹²⁹	.4638 ¹¹	−0.401 ⁶⁷	03.513 ¹³⁶	.4690 ¹¹⁴	+0.477 ⁷⁸	02.258 ¹⁵⁸
270	.3579 ³¹³	−0.222 ¹⁷⁵	02.282 ¹¹³	.4634 ⁴	−0.323 ⁷⁸	03.649 ¹³⁶	.4560 ¹³⁰	+0.387 ⁹⁰	02.407 ¹⁴⁹
280	.3267 ³¹²	−0.367 ¹⁴⁵	02.380 ⁹⁸	.4636 ²	−0.235 ⁸³	03.785 ¹³⁶	.4416 ¹⁴⁴	+0.290 ⁹⁷	02.547 ¹⁴⁰
290	.2968 ²⁹⁹	−0.482 ¹¹⁵	02.464 ⁸⁴	.4644 ⁸	−0.140 ⁹⁵	03.921 ¹³⁶	.4263 ¹⁵³	+0.190 ¹⁰⁰	02.678 ¹³¹
300	.2695 ²⁷³	−0.569 ⁸⁷	02.537 ⁷³	.4656 ¹²	−0.041 ⁹⁹	04.057 ¹³⁶	.4105 ¹⁵⁸	+0.091 ⁹⁹	02.800 ¹²²
310	.2459 ²³⁶	−0.633 ⁶⁴	02.602 ⁶⁵	.4671 ¹⁵	+0.060 ¹⁰¹	04.195 ¹³⁸	.3947 ¹⁵⁸	−0.004 ⁹⁵	02.914 ¹¹⁴
320	.2264 ¹⁹⁵	−0.677 ⁴⁴	02.661 ⁵⁹	.4689 ¹⁸	+0.160 ¹⁰⁰	04.333 ¹³⁸	.3793 ¹⁵⁴	−0.093 ⁸⁹	03.019 ¹⁰⁵
330	.2115 ¹⁴⁹	−0.704 ²⁷	02.716 ⁵⁵	.4710 ²¹	+0.256 ⁹⁶	04.472 ¹³⁹	.3647 ¹⁴⁶	−0.173 ⁸⁰	03.117 ⁹⁸
340	.2015 ¹⁰⁰	−0.715 ¹¹	02.768 ⁵²	.4735 ²⁵	+0.346 ⁹⁰	04.613 ¹⁴¹	.3514 ¹³³	−0.243 ⁷⁰	03.209 ⁹²
350	.1965 ⁵⁰	−0.713 ²	02.818 ⁵⁰	.4763 ²⁸	+0.426 ⁸⁰	04.756 ¹⁴³	.3398 ¹¹⁶	−0.303 ⁶⁰	03.297 ⁸⁸
360	.1966 ¹	−0.697 ¹⁶	02.867 ⁴⁹	.4795 ³²	+0.495 ⁶⁹	04.901 ¹⁴⁵	.3302 ⁹⁶	−0.352 ⁴⁹	03.380 ⁸³
	<i>T</i> 1904.062	<i>e</i> 0.3469		<i>T</i> 1897.272	<i>e</i> 0.0680		<i>T</i> 1897.436	<i>e</i> 0.2117	
	<i>M</i> 100° 28'	<i>a</i> 2.633		<i>M</i> 290° 21'	<i>a</i> 3.129		<i>M</i> 213° 52.5'	<i>a</i> 2.684	
	<i>ω</i> 281 44	<i>μ</i> 84° 25		<i>ω</i> 342 30	<i>μ</i> 65° 05		<i>ω</i> 261 28.5	<i>μ</i> 81° 85	
	<i>Ω</i> 77 35			<i>Ω</i> 304 3			<i>Ω</i> 129 31.5		
	<i>i</i> 24 24	<i>U</i> 4° 27.3		<i>i</i> 11 12	<i>U</i> 5° 53.5		<i>i</i> 12 2	<i>U</i> 4° 39.8	

l	(167) Urda			(168) Sibylla			(169) Zelia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4501	-0.025	96.318	.4964	+0.123	95.290	.3198	+0.018	98.416
10	.4526	-0.043	96.450	.4948	+0.082	95.439	.3252	+0.053	98.497
20	.4551	-0.060	96.583	.4941	+0.040	95.587	.3318	+0.088	98.580
30	.4577	-0.075	96.718	.4943	-0.003	95.735	.3394	+0.122	98.666
40	.4602	-0.088	96.854	.4953	-0.047	95.884	.3478	+0.153	98.755
50	.4625	-0.099	96.992	.4971	-0.090	96.033	.3569	+0.181	98.848
60	.4646	-0.107	97.131	.4998	-0.130	96.184	.3665	+0.204	98.945
70	.4664	-0.111	97.272	.5032	-0.167	96.338	.3763	+0.222	99.047
80	.4678	-0.112	97.414	.5073	-0.200	96.494	.3860	+0.234	99.153
90	.4689	-0.109	97.556	.5119	-0.228	96.653	.3952	+0.239	99.264
100	.4695	-0.103	97.699	.5170	-0.250	96.816	.4038	+0.236	99.379
110	.4697	-0.094	97.842	.5225	-0.265	96.982	.4114	+0.225	99.499
120	.4694	-0.082	97.985	.5283	-0.272	97.153	.4177	+0.207	99.622
130	.4686	-0.067	98.128	.5341	-0.271	97.329	.4222	+0.180	99.749
140	.4674	-0.050	98.270	.5397	-0.261	97.509	.4249	+0.147	99.878
150	.4658	-0.032	98.411	.5450	-0.243	97.694	.4256	+0.108	00.008
160	.4639	-0.013	98.551	.5497	-0.216	97.883	.4243	+0.066	00.138
170	.4617	+0.007	98.690	.5538	-0.182	98.076	.4209	+0.021	00.267
180	.4592	+0.026	98.827	.5570	-0.142	98.272	.4156	-0.023	00.393
190	.4566	+0.044	98.963	.5592	-0.096	98.471	.4086	-0.065	00.515
200	.4539	+0.060	99.097	.5603	-0.047	98.672	.4003	-0.103	00.633
210	.4512	+0.074	99.229	.5602	+0.004	98.872	.3909	-0.137	00.746
220	.4487	+0.086	99.360	.5590	+0.054	99.072	.3808	-0.165	00.855
230	.4464	+0.095	99.489	.5566	+0.102	99.271	.3705	-0.186	00.958
240	.4444	+0.102	99.617	.5531	+0.147	99.467	.3603	-0.201	01.057
250	.4426	+0.105	99.744	.5488	+0.186	99.659	.3505	-0.209	01.151
260	.4412	+0.105	99.870	.5439	+0.218	99.848	.3414	-0.211	01.242
270	.4402	+0.102	99.995	.5385	+0.243	00.032	.3332	-0.207	01.329
280	.4397	+0.096	00.120	.5327	+0.259	00.211	.3261	-0.198	01.412
290	.4396	+0.087	00.245	.5268	+0.267	00.385	.3204	-0.183	01.493
300	.4400	+0.076	00.370	.5210	+0.267	00.555	.3160	-0.163	01.572
310	.4408	+0.062	00.496	.5155	+0.259	00.721	.3130	-0.140	01.650
320	.4421	+0.047	00.623	.5104	+0.244	00.882	.3114	-0.113	01.727
330	.4436	+0.030	00.750	.5059	+0.222	01.039	.3114	-0.083	01.804
340	.4455	+0.012	00.877	.5020	+0.194	01.194	.3129	-0.051	01.881
350	.4477	-0.006	01.006	.4988	+0.161	01.347	.3157	-0.017	01.959
360	.4501	-0.025	01.136	.4964	+0.123	01.497	.3198	+0.018	02.038
	T 1898.039	e 0.0346		T 1899.408	e 0.0761		T 1890.592	e 0.1310	
	M 197° 17'	a 2.852		M 218° 23'	a 3.377		M 328° 1'	a 2.358	
	ω 121 7	μ 74° 73		ω 174 27	μ 58° 00		ω 332 11	μ 99° 40	
	Ω 166 30			Ω 209 15			Ω 354 50		
	i 2 11	U 4 ^h 818		i 4 36	U 6 ^h 207		i 5 31	U 3 ^h 622	

<i>l</i>	(170) Maria			(171) Ophelia			(172) Baucis		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3983	+0.547	00.267	.5378	-0.151	97.447	.3295	+0.177	97.540
10	.3916	+0.587	00.378	.5325	-0.152	97.633	.3331	+0.234	97.625
20	.3856	+0.610	00.486	.5259	-0.148	97.814	.3377	+0.286	97.711
30	.3806	+0.615	00.591	.5183	-0.139	97.989	.3433	+0.331	97.800
40	.3768	+0.603	00.694	.5101	-0.126	98.157	.3498	+0.367	97.890
50	.3742	+0.574	00.796	.5015	-0.110	98.319	.3572	+0.394	97.984
60	.3728	+0.530	00.896	.4928	-0.091	98.475	.3654	+0.410	98.081
70	.3724	+0.472	00.996	.4842	-0.070	98.625	.3741	+0.415	98.182
80	.3730	+0.400	01.096	.4760	-0.048	98.769	.3830	+0.407	98.287
90	.3742	+0.316	01.197	.4683	-0.025	98.908	.3919	+0.386	98.396
100	.3759	+0.222	01.298	.4614	-0.002	99.042	.4004	+0.351	98.510
110	.3779	+0.121	01.400	.4555	+0.020	99.172	.4082	+0.303	98.629
120	.3799	+0.015	01.503	.4508	+0.041	99.299	.4147	+0.244	98.751
130	.3818	-0.092	01.607	.4472	+0.060	99.424	.4196	+0.175	98.877
140	.3836	-0.198	01.712	.4449	+0.078	99.547	.4226	+0.098	99.005
150	.3855	-0.298	01.817	.4440	+0.093	99.669	.4236	+0.017	99.134
160	.3875	-0.390	01.924	.4444	+0.106	99.790	.4224	-0.065	99.263
170	.3896	-0.471	02.032	.4462	+0.116	99.913	.4191	-0.143	99.391
180	.3921	-0.539	02.141	.4493	+0.123	00.037	.4140	-0.215	99.517
190	.3951	-0.592	02.251	.4537	+0.127	00.164	.4072	-0.277	99.638
200	.3986	-0.629	02.363	.4593	+0.127	00.293	.3993	-0.329	99.756
210	.4027	-0.647	02.476	.4660	+0.123	00.426	.3906	-0.368	99.870
220	.4074	-0.647	02.592	.4735	+0.116	00.563	.3814	-0.395	99.979
230	.4124	-0.627	02.711	.4817	+0.105	00.705	.3722	-0.408	00.083
240	.4176	-0.588	02.833	.4903	+0.090	00.852	.3633	-0.408	00.183
250	.4226	-0.530	02.957	.4992	+0.072	01.007	.3551	-0.397	00.279
260	.4270	-0.453	03.084	.5080	+0.051	01.168	.3477	-0.375	00.372
270	.4305	-0.359	03.214	.5165	+0.027	01.335	.3412	-0.343	00.462
280	.4327	-0.253	03.345	.5243	+0.002	01.508	.3357	-0.302	00.549
290	.4333	-0.137	03.477	.5312	-0.024	01.687	.3313	-0.254	00.635
300	.4322	-0.017	03.609	.5369	-0.050	01.871	.3280	-0.200	00.719
310	.4293	+0.103	03.740	.5412	-0.075	02.060	.3257	-0.141	00.802
320	.4248	+0.217	03.869	.5439	-0.098	02.253	.3245	-0.078	00.884
330	.4191	+0.322	03.994	.5449	-0.118	02.446	.3242	-0.013	00.966
340	.4125	+0.413	04.116	.5442	-0.134	02.640	.3250	+0.052	01.048
350	.4054	+0.489	04.234	.5418	-0.145	02.832	.3268	+0.116	01.130
360	.3983	+0.547	04.348	.5378	-0.151	03.022	.3295	+0.177	01.213
	<i>T</i> 1902.200	<i>e</i> 0.0653		<i>T</i> 1897.765	<i>e</i> 0.1157		<i>T</i> 1889.496	<i>e</i> 0.1139	
	<i>M</i> 81° 36'	<i>a</i> 2.554		<i>M</i> 236° 0'	<i>a</i> 3.144		<i>M</i> 316° 44'	<i>a</i> 2.381	
	<i>ω</i> 155 42	<i>μ</i> 88° 22		<i>ω</i> 50 26	<i>μ</i> 64° 57		<i>ω</i> 356 48.5	<i>μ</i> 98° 01	
	<i>Ω</i> 301 23			<i>Ω</i> 100 57			<i>Ω</i> 332 3		
	<i>i</i> 14 22	<i>U</i> 4° 081		<i>i</i> 2 33	<i>U</i> 5° 575		<i>i</i> 10 2.1	<i>U</i> 3° 673	

l	(173) Ino			(174) Phaedra			(175) Andromache		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3365	-0.286	96.052	.4614	+0.323	97.222	.4270	-0.064	00.768
10	.3325	-0.360	96.134	.4707	+0.419	97.367	.4349	-0.040	00.883
20	.3307	-0.424	96.215	.4793	+0.505	97.519	.4445	-0.014	01.003
30	.3313	-0.478	96.296	.4869	+0.577	97.676	.4557	+0.013	01.128
40	.3344	-0.520	96.378	.4935	+0.633	97.839	.4683	+0.041	01.260
50	.3402	-0.550	96.462	.4989	+0.669	98.006	.4820	+0.070	01.400
60	.3486	-0.567	96.548	.5030	+0.683	98.177	.4964	+0.099	01.550
70	.3595	-0.570	96.638	.5056	+0.674	98.350	.5111	+0.126	01.711
80	.3728	-0.559	96.733	.5066	+0.642	98.525	.5258	+0.152	01.883
90	.3882	-0.531	96.835	.5058	+0.587	98.700	.5399	+0.174	02.067
100	.4052	-0.486	96.945	.5032	+0.513	98.874	.5529	+0.191	02.262
110	.4232	-0.421	97.064	.4987	+0.423	99.045	.5642	+0.203	02.469
120	.4414	-0.337	97.193	.4923	+0.320	99.211	.5735	+0.207	02.686
130	.4592	-0.235	97.334	.4842	+0.209	99.372	.5803	+0.204	02.911
140	.4756	-0.116	97.486	.4745	+0.096	99.527	.5843	+0.194	03.142
150	.4899	+0.017	97.650	.4636	-0.014	99.674	.5851	+0.176	03.376
160	.5012	+0.157	97.823	.4518	-0.119	99.814	.5828	+0.151	03.608
170	.5090	+0.297	98.004	.4396	-0.214	99.947	.5775	+0.121	03.837
180	.5131	+0.430	98.191	.4274	-0.298	00.072	.5694	+0.088	04.058
190	.5134	+0.547	98.379	.4159	-0.369	00.190	.5590	+0.053	04.270
200	.5102	+0.642	98.565	.4054	-0.426	00.302	.5466	+0.018	04.472
210	.5039	+0.711	98.748	.3962	-0.468	00.409	.5327	-0.015	04.662
220	.4950	+0.752	98.925	.3887	-0.497	00.513	.5181	-0.046	04.839
230	.4843	+0.766	99.094	.3832	-0.512	00.614	.5032	-0.074	05.005
240	.4722	+0.754	99.254	.3798	-0.514	00.712	.4884	-0.097	05.160
250	.4592	+0.718	99.405	.3785	-0.503	00.809	.4741	-0.116	05.305
260	.4456	+0.661	99.547	.3793	-0.479	00.906	.4608	-0.131	05.440
270	.4320	+0.588	99.680	.3822	-0.442	01.004	.4488	-0.141	05.568
280	.4185	+0.501	99.806	.3870	-0.393	01.104	.4384	-0.147	05.690
290	.4054	+0.405	99.924	.3935	-0.332	01.206	.4298	-0.149	05.807
300	.3927	+0.302	00.034	.4015	-0.259	01.312	.4230	-0.147	05.919
310	.3807	+0.196	00.139	.4105	-0.176	01.423	.4183	-0.141	06.028
320	.3694	+0.090	00.239	.4203	-0.085	01.538	.4158	-0.131	06.136
330	.3591	-0.013	00.334	.4307	+0.013	01.659	.4154	-0.119	06.243
340	.3501	-0.111	00.424	.4412	+0.116	01.785	.4172	-0.103	06.350
350	.3424	-0.203	00.511	.4515	+0.221	01.917	.4211	-0.085	06.459
360	.3365	-0.286	00.596	.4614	+0.323	02.056	.4270	-0.064	06.570
T 1897.053 e 0.2056			T 1897.765 e 0.1460			T 1904.281 e 0.1931			
M 71° 13'3 a 2.743			M 129° 24' a 2.859			M 240° 2'5 a 3.229			
ω 224 39.6 μ 79° 22			ω 286 21 μ 74° 47			ω 301 55.5 μ 62° 04			
Ω 148 45			Ω 328 40			Ω 25 22			
i 14 15.7 U 4° 544			i 12 6.5 U 4° 834			i 3 10.6 U 5° 802			

l	(176) Idunna			(177) Irma			(178) Belisana		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4196	+0.394	00.324	.3332	+0.010	95.956	.3923	-0.064	00.522
10	.4189	+0.209	00.442	.3288	+0.019	96.035	.3956	-0.054	00.631
20	.4184	+0.019	00.561	.3268	+0.027	96.113	.3987	-0.043	00.741
30	.4179	-0.171	00.678	.3273	+0.035	96.190	.4016	-0.030	00.853
40	.4174	-0.356	00.796	.3304	+0.042	96.268	.4041	-0.016	00.966
50	.4173	-0.530	00.913	.3359	+0.048	96.348	.4062	-0.002	01.080
60	.4180	-0.690	01.030	.3438	+0.053	96.430	.4078	+0.013	01.196
70	.4201	-0.831	01.148	.3540	+0.056	96.516	.4088	+0.028	01.312
80	.4239	-0.952	01.269	.3663	+0.059	96.606	.4093	+0.042	01.429
90	.4297	-1.051	01.391	.3805	+0.060	96.701	.4092	+0.054	01.546
100	.4379	-1.126	01.517	.3963	+0.059	96.804	.4085	+0.064	01.662
110	.4486	-1.175	01.649	.4134	+0.056	96.915	.4072	+0.073	01.778
120	.4617	-1.196	01.788	.4313	+0.052	97.035	.4054	+0.079	01.894
130	.4769	-1.186	01.937	.4495	+0.045	97.166	.4031	+0.083	02.008
140	.4938	-1.140	02.098	.4675	+0.036	97.308	.4005	+0.084	02.121
150	.5115	-1.055	02.272	.4847	+0.026	97.461	.3976	+0.082	02.232
160	.5290	-0.928	02.460	.5003	+0.013	97.627	.3945	+0.078	02.342
170	.5451	-0.756	02.664	.5136	-0.001	97.805	.3913	+0.072	02.450
180	.5585	-0.542	02.882	.5240	-0.016	97.993	.3880	+0.063	02.557
190	.5677	-0.295	03.111	.5309	-0.030	98.188	.3849	+0.053	02.662
200	.5718	-0.027	03.348	.5340	-0.044	98.387	.3819	+0.041	02.766
210	.5704	+0.244	03.587	.5331	-0.056	98.588	.3792	+0.028	02.868
220	.5637	+0.499	03.821	.5282	-0.066	98.786	.3769	+0.015	02.969
230	.5524	+0.724	04.045	.5196	-0.073	98.978	.3749	+0.001	03.069
240	.5377	+0.908	04.256	.5077	-0.077	99.161	.3734	-0.012	03.169
250	.5211	+1.048	04.453	.4932	-0.078	99.333	.3724	-0.025	03.268
260	.5040	+1.144	04.635	.4768	-0.076	99.494	.3720	-0.038	03.366
270	.4874	+1.199	04.803	.4592	-0.072	99.642	.3721	-0.049	03.464
280	.4720	+1.217	04.959	.4410	-0.065	99.779	.3727	-0.059	03.562
290	.4583	+1.202	05.105	.4229	-0.058	99.905	.3738	-0.067	03.661
300	.4468	+1.156	05.243	.4054	-0.049	00.020	.3753	-0.074	03.761
310	.4376	+1.083	05.374	.3889	-0.039	00.127	.3774	-0.078	03.862
320	.4308	+0.986	05.501	.3738	-0.029	00.227	.3799	-0.080	03.963
330	.4260	+0.867	05.624	.3605	-0.019	00.320	.3827	-0.080	04.065
340	.4228	+0.727	05.745	.3492	-0.009	00.408	.3858	-0.077	04.169
350	.4208	+0.568	05.865	.3400	+0.001	00.492	.3890	-0.072	04.275
360	.4196	+0.394	05.983	.3332	+0.010	00.572	.3923	-0.064	04.382
	T 1904.391	e 0.1752		T 1897.053	e 0.2343		T 1902.091	e 0.0431	
	M 241° 2'5	a 3.176		M 71° 43'	a 2.772		M 237° 57'	a 2.461	
	ω 182 42.5	μ 63°61		ω 33 16	μ 78°00		ω 212 31	μ 93°26	
	Ω 200 59.5			Ω 349 25			Ω 50 56		
	i 22 42	U 5°659		i 1 27	U 4°616		i 1 54.5	U 3°860	

l	(179) Klytaemnestra			(180) Garumna			(181) Eucharis		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t*)
0°	.4163 ₂₀	+0.342 ₂₁	97.627 ₁₁₂	.4653 ₁₂₂	+0.032 ₄	99.154 ₁₄₁	.4715 ₂₀₆	-0.572 ₁₀₀	98.595 ₁₄₂
10	.4183 ₃₄	+0.321 ₃₁	97.739 ₁₁₃	.4531 ₁₂₉	+0.036 ₃	99.295 ₁₃₄	.4509 ₁₉₄	-0.672 ₇₂	98.737 ₁₃₀
20	.4217 ₄₈	+0.290 ₄₀	97.852 ₁₁₆	.4402 ₁₃₁	+0.039 ₁	99.429 ₁₂₆	.4315 ₁₇₄	-0.744 ₄₇	98.867 ₁₁₉
30	.4265 ₆₀	+0.250 ₄₇	97.968 ₁₁₈	.4271 ₁₂₈	+0.040 ₀	99.555 ₁₁₉	.4141 ₁₄₉	-0.791 ₂₄	98.986 ₁₁₀
40	.4325 ₆₉	+0.203 ₅₄	98.086 ₁₂₂	.4143 ₁₂₂	+0.040 ₁	99.674 ₁₁₂	.3992 ₁₁₉	-0.815 ₂	99.096 ₁₀₄
50	.4394 ₇₇	+0.149 ₆₁	98.208 ₁₂₆	.4021 ₁₁₃	+0.039 ₂	99.786 ₁₀₆	.3873 ₈₇	-0.817 ₁₆	99.200 ₉₉
60	.4471 ₈₃	+0.088 ₆₆	98.334 ₁₃₀	.3908 ₁₀₁	+0.037 ₃	99.892 ₁₀₁	.3786 ₅₆	-0.801 ₃₄	99.299 ₉₆
70	.4554 ₈₅	+0.022 ₆₉	98.464 ₁₃₆	.3807 ₈₇	+0.034 ₄	99.993 ₉₆	.3730 ₂₄	-0.767 ₅₁	99.395 ₉₄
80	.4639 ₈₅	-0.047 ₇₁	98.600 ₁₄₂	.3720 ₇₁	+0.030 ₅	00.089 ₉₃	.3706 ₈	-0.716 ₆₈	99.489 ₉₄
90	.4724 ₈₃	-0.118 ₆₉	98.742 ₁₄₇	.3649 ₅₄	+0.025 ₅	00.182 ₉₁	.3714 ₃₅	-0.648 ₈₄	99.583 ₉₅
100	.4807 ₇₉	-0.187 ₆₆	98.889 ₁₅₃	.3595 ₃₆	+0.020 ₅	00.273 ₈₉	.3749 ₆₀	-0.564 ₁₀₀	99.678 ₉₇
110	.4886 ₇₂	-0.253 ₆₀	99.042 ₁₅₈	.3559 ₁₇	+0.015 ₆	00.362 ₈₇	.3809 ₈₀	-0.464 ₁₁₆	99.775 ₁₀₀
120	.4958 ₆₄	-0.313 ₅₁	99.200 ₁₆₃	.3542 ₂	+0.009 ₆	00.449 ₈₇	.3889 ₉₆	-0.348 ₁₃₀	99.875 ₁₀₄
130	.5022 ₅₄	-0.364 ₄₁	99.363 ₁₆₈	.3544 ₂₀	+0.003 ₆	00.536 ₈₈	.3985 ₁₀₉	-0.218 ₁₄₃	99.979 ₁₀₉
140	.5076 ₄₁	-0.405 ₂₈	99.531 ₁₇₁	.3564 ₄₀	-0.003 ₇	00.624 ₈₉	.4094 ₁₁₇	-0.075 ₁₅₃	00.088 ₁₁₅
150	.5117 ₂₉	-0.433 ₁₄	99.702 ₁₇₃	.3604 ₅₈	-0.010 ₆	00.713 ₉₁	.4211 ₁₂₂	+0.078 ₁₅₈	00.203 ₁₂₂
160	.5146 ₁₆	-0.447 ₁	99.875 ₁₇₆	.3662 ₇₅	-0.016 ₆	00.804 ₉₁	.4333 ₁₂₅	+0.236 ₁₆₁	00.325 ₁₂₈
170	.5162 ₁	-0.446 ₁₆	00.051 ₁₇₇	.3737 ₉₁	-0.022 ₅	00.898 ₉₇	.4458 ₁₂₆	+0.397 ₁₅₈	00.453 ₁₃₆
180	.5163 ₁₄	-0.430 ₃₀	00.228 ₁₇₆	.3828 ₁₀₅	-0.027 ₅	90.995 ₁₀₂	.4584 ₁₂₈	+0.555 ₁₄₉	00.589 ₁₄₅
190	.5149 ₂₉	-0.400 ₄₃	00.404 ₁₇₄	.3933 ₁₁₅	-0.032 ₄	01.097 ₁₀₇	.4712 ₁₂₉	+0.704 ₁₃₆	00.734 ₁₅₃
200	.5120 ₄₃	-0.357 ₅₅	00.578 ₁₇₁	.4048 ₁₂₄	-0.036 ₃	01.204 ₁₁₄	.4841 ₁₃₀	+0.840 ₁₁₈	00.887 ₁₆₃
210	.5077 ₅₆	-0.302 ₆₄	00.749 ₁₆₈	.4172 ₁₂₈	-0.039 ₃	01.318 ₁₂₀	.4971 ₁₂₉	+0.958 ₉₄	01.050 ₁₇₃
220	.5021 ₆₈	-0.238 ₆₉	00.917 ₁₆₃	.4300 ₁₃₀	-0.042 ₁	01.438 ₁₂₈	.5100 ₁₂₇	+1.052 ₆₅	01.223 ₁₈₄
230	.4953 ₇₇	-0.169 ₇₃	01.080 ₁₅₇	.4430 ₁₂₈	-0.043 ₀	01.566 ₁₃₅	.5227 ₁₂₃	+1.117 ₃₁	01.407 ₁₉₄
240	.4876 ₈₅	-0.096 ₇₃	01.237 ₁₅₂	.4558 ₁₂₀	-0.043 ₂	01.701 ₁₄₃	.5350 ₁₁₄	+1.148 ₅	01.601 ₂₀₄
250	.4791 ₉₀	-0.023 ₇₂	01.389 ₁₄₆	.4678 ₁₀₉	-0.041 ₃	01.844 ₁₅₁	.5464 ₉₈	+1.143 ₄₆	01.805 ₂₁₅
260	.4701 ₉₀	+0.049 ₆₆	01.535 ₁₄₀	.4787 ₉₃	-0.038 ₄	01.995 ₁₅₉	.5562 ₇₅	+1.097 ₈₈	02.020 ₂₂₅
270	.4611 ₈₈	+0.115 ₆₀	01.675 ₁₃₄	.4880 ₇₃	-0.034 ₆	02.154 ₁₆₅	.5637 ₄₆	+1.009 ₁₂₉	02.245 ₂₃₂
280	.4523 ₈₄	+0.175 ₅₃	01.809 ₁₂₉	.4953 ₄₉	-0.028 ₇	02.319 ₁₆₉	.5683 ₁₁	+0.880 ₁₆₅	02.477 ₂₃₅
290	.4439 ₇₇	+0.228 ₄₅	01.938 ₁₂₄	.5002 ₂₄	-0.021 ₈	02.488 ₁₇₂	.5694 ₃₁	+0.715 ₁₉₂	02.712 ₂₃₂
300	.4362 ₆₇	+0.273 ₃₅	02.062 ₁₂₀	.5026 ₃	-0.013 ₉	02.660 ₁₇₃	.5663 ₇₅	+0.523 ₂₀₈	02.944 ₂₂₆
310	.4295 ₅₆	+0.308 ₂₆	02.182 ₁₁₇	.5023 ₂₉	-0.004 ₉	02.833 ₁₇₂	.5588 ₁₁₈	+0.315 ₂₁₂	03.170 ₂₁₇
320	.4239 ₄₂	+0.334 ₁₆	02.299 ₁₁₄	.4994 ₅₅	+0.005 ₈	03.005 ₁₆₈	.5470 ₁₅₇	+0.103 ₂₀₃	03.387 ₂₀₄
330	.4197 ₂₇	+0.350 ₇	02.413 ₁₁₂	.4939 ₇₈	+0.013 ₇	03.173 ₁₆₄	.5313 ₁₈₅	-0.100 ₁₈₄	03.591 ₁₈₉
340	.4170 ₁₁	+0.357 ₃	02.525 ₁₁₂	.4861 ₉₇	+0.020 ₆	03.337 ₁₅₇	.5128 ₂₀₃	-0.284 ₁₅₈	03.780 ₁₇₂
350	.4159 ₄	+0.354 ₁₂	02.637 ₁₁₁	.4764 ₁₁₁	+0.026 ₆	03.494 ₁₄₉	.4925 ₂₁₀	-0.442 ₁₃₀	03.952 ₁₅₆
360	.4163	+0.342	02.748	.4653	+0.032	03.643	.4715	-0.572	04.108
	T 1897.765	e 0.1152		T 1899.846	e 0.1697		T 1887.793	e 0.2194	
	M 14° 33'	a 2.971		M 308° 54'	a 2.721		M 305° 50'	a 3.121	
	ω 100 31	μ 70° 29		ω 169 16	μ 80° 20		ω 310 26	μ 65° 30	
	Ω 253 12			Ω 314 38			Ω 144 59		
	i 7 48	U 5 ^a 121		i 0 53.6	U 4 ^a 489		i 18 35.5	U 5 ^a 513	

*) Nach neueren Beobachtungen erfordert t jetzt die Korrektion +0.071.

<i>l</i>	(182) Elsa			(183) Istria			(184) Dejepeja		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3226	-0.076	99.497	.2705	-0.561	00.480	.5288	+0.030	98.348
10	.3129	-0.077	99.576	.2496	-0.649	00.546	.5284	+0.041	98.528
20	.3049	-0.076	99.651	.2329	-0.715	00.606	.5271	+0.050	98.707
30	.2988	-0.073	99.724	.2208	-0.762	00.662	.5250	+0.057	98.884
40	.2946	-0.068	99.796	.2138	-0.793	00.716	.5223	+0.063	99.060
50	.2926	-0.062	99.866	.2120	-0.809	00.768	.5190	+0.067	99.233
60	.2927	-0.054	99.936	.2155	-0.810	00.821	.5153	+0.068	99.403
70	.2949	-0.045	00.006	.2243	-0.796	00.876	.5112	+0.067	99.569
80	.2991	-0.034	00.078	.2384	-0.765	00.933	.5068	+0.064	99.731
90	.3053	-0.022	00.151	.2575	-0.716	00.995	.5023	+0.059	99.890
100	.3134	-0.009	00.227	.2810	-0.645	01.063	.4978	+0.053	00.046
110	.3231	+0.005	00.306	.3083	-0.547	01.140	.4936	+0.045	00.199
120	.3343	+0.019	00.388	.3383	-0.419	01.228	.4898	+0.036	00.348
130	.3469	+0.034	00.475	.3699	-0.257	01.329	.4863	+0.026	00.494
140	.3604	+0.048	00.568	.4016	-0.060	01.446	.4832	+0.016	00.637
150	.3746	+0.061	00.667	.4318	+0.169	01.582	.4807	+0.006	00.779
160	.3891	+0.074	00.773	.4591	+0.424	01.736	.4789	-0.006	00.920
170	.4033	+0.086	00.886	.4824	+0.691	01.906	.4778	-0.017	01.059
180	.4169	+0.095	01.007	.5011	+0.954	02.100	.4775	-0.027	01.198
190	.4293	+0.101	01.135	.5149	+1.195	02.306	.4779	-0.037	01.337
200	.4400	+0.104	01.270	.5240	+1.397	02.523	.4790	-0.045	01.477
210	.4485	+0.103	01.410	.5288	+1.549	02.747	.4807	-0.052	01.617
220	.4544	+0.099	01.556	.5298	+1.642	02.974	.4831	-0.057	01.759
230	.4575	+0.091	01.705	.5273	+1.672	03.201	.4861	-0.061	01.903
240	.4575	+0.079	01.855	.5219	+1.640	03.423	.4897	-0.064	02.049
250	.4545	+0.065	02.004	.5137	+1.550	03.639	.4937	-0.064	02.198
260	.4486	+0.048	02.150	.5027	+1.407	03.844	.4979	-0.063	02.350
270	.4401	+0.030	02.291	.4888	+1.220	04.039	.5023	-0.059	02.506
280	.4294	+0.012	02.426	.4720	+1.001	04.220	.5068	-0.054	02.665
290	.4170	-0.006	02.553	.4523	+0.763	04.386	.5112	-0.047	02.828
300	.4033	-0.022	02.674	.4297	+0.518	04.537	.5154	-0.039	02.995
310	.3890	-0.036	02.787	.4046	+0.279	04.673	.5192	-0.029	03.165
320	.3745	-0.049	02.893	.3776	+0.057	04.793	.5225	-0.017	03.337
330	.3602	-0.059	02.992	.3495	-0.140	04.899	.5251	-0.005	03.513
340	.3465	-0.067	03.084	.3215	-0.309	04.992	.5271	+0.007	03.690
350	.3339	-0.073	03.171	.2947	-0.449	05.073	.5283	+0.019	03.869
360	.3226	-0.076	03.254	.2705	-0.561	05.146	.5288	+0.030	04.049
<i>T</i> 1897.217 <i>e</i> 0.1882			<i>T</i> 1900.941 <i>e</i> 0.3494			<i>T</i> 1902.419 <i>e</i> 0.0619			
<i>M</i> 102° 52' <i>a</i> 2.417			<i>M</i> 15° 39' <i>a</i> 2.792			<i>M</i> 77° 9' <i>a</i> 3.192			
<i>ω</i> 308 15 <i>μ</i> 95° 83			<i>ω</i> 262 22 <i>μ</i> 77° 15			<i>ω</i> 205 20 <i>μ</i> 63° 14			
<i>Ω</i> 106 40			<i>Ω</i> 142 46			<i>Ω</i> 334 35			
<i>i</i> 2 10 <i>U</i> 3 ^a 757			<i>i</i> 26 26 <i>U</i> 4 ^a 666			<i>i</i> 1 11.3 <i>U</i> 5 ^a 701			

l	(186) Celuta			(187) Lamberta			(189) Phthia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3098	-0.121	97.862	.5041	-0.228	98.067	.3735	+0.085	97.801
10	.3167	-0.039	97.942	.5160	-0.131	98.252	.3735	+0.050	97.900
20	.3245	+0.047	98.024	.5241	-0.025	98.445	.3738	+0.013	97.999
30	.3328	+0.134	98.109	.5278	+0.086	98.644	.3745	-0.024	98.099
40	.3416	+0.221	98.198	.5268	+0.194	98.844	.3756	-0.061	98.200
50	.3507	+0.304	98.290	.5213	+0.292	99.040	.3769	-0.096	98.301
60	.3601	+0.382	98.387	.5118	+0.376	99.230	.3785	-0.128	98.402
70	.3696	+0.451	98.488	.4989	+0.441	99.411	.3804	-0.157	98.504
80	.3792	+0.510	98.593	.4834	+0.486	99.581	.3826	-0.182	98.607
90	.3887	+0.555	98.703	.4663	+0.511	99.738	.3850	-0.201	98.711
100	.3979	+0.584	98.818	.4483	+0.518	99.882	.3875	-0.214	98.817
110	.4065	+0.595	98.938	.4301	+0.508	00.015	.3901	-0.221	98.924
120	.4142	+0.586	99.062	.4122	+0.483	00.137	.3927	-0.221	99.032
130	.4207	+0.557	99.190	.3952	+0.447	00.250	.3954	-0.214	99.141
140	.4256	+0.508	99.322	.3795	+0.400	00.355	.3979	-0.201	99.252
150	.4285	+0.441	99.456	.3654	+0.346	00.453	.4001	-0.181	99.364
160	.4291	+0.357	99.592	.3530	+0.286	00.545	.4020	-0.156	99.477
170	.4271	+0.260	99.727	.3424	+0.221	00.632	.4034	-0.126	99.591
180	.4224	+0.156	99.860	.3337	+0.154	00.715	.4043	-0.091	99.706
190	.4151	+0.049	99.989	.3271	+0.085	00.796	.4047	-0.053	99.821
200	.4055	-0.056	00.114	.3225	+0.015	00.875	.4046	-0.014	99.935
210	.3940	-0.154	00.232	.3200	-0.053	00.952	.4038	+0.026	00.050
220	.3812	-0.242	00.344	.3196	-0.120	01.028	.4024	+0.065	00.164
230	.3678	-0.316	00.450	.3215	-0.184	01.105	.4005	+0.101	00.277
240	.3543	-0.377	00.549	.3256	-0.245	01.183	.3983	+0.134	00.390
250	.3413	-0.423	00.642	.3320	-0.300	01.263	.3958	+0.163	00.501
260	.3292	-0.455	00.730	.3407	-0.350	01.346	.3930	+0.186	00.610
270	.3186	-0.473	00.813	.3516	-0.393	01.433	.3900	+0.203	00.718
280	.3098	-0.477	00.893	.3647	-0.427	01.524	.3871	+0.214	00.825
290	.3030	-0.469	00.970	.3797	-0.452	01.622	.3843	+0.218	00.930
300	.2983	-0.449	01.045	.3965	-0.466	01.727	.3818	+0.216	01.034
310	.2956	-0.418	01.119	.4146	-0.467	01.841	.3795	+0.207	01.137
320	.2950	-0.377	01.192	.4336	-0.453	01.965	.3775	+0.192	01.239
330	.2963	-0.326	01.265	.4528	-0.423	02.101	.3759	+0.172	01.340
340	.2993	-0.266	01.339	.4715	-0.376	02.249	.3747	+0.147	01.440
350	.3039	-0.197	01.414	.4889	-0.310	02.410	.3739	+0.118	01.540
360	.3098	-0.121	01.491	.5041	-0.228	02.583	.3735	+0.085	01.640
	T 1897.655	e 0.1511		T 1897.655	e 0.2353		T 1900.393	e 0.0361	
	M 2° 40'	a 2.362		M 94° 42.5	a 2.732		M 234° 17'	a 2.452	
	ω 313 36	μ 99° 19		ω 192 2.5	μ 79° 71		ω 166 1	μ 93° 77	
	Ω 14 36			Ω 22 14			Ω 203 23		
	i 13 11	U 3° 629		i 10 41.3	U 4° 516		i 5 9	U 3° 839	

<i>l</i>	(190) Ismene			(191) Kolga			(192) Nausikaa		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.5994 ¹³¹	−0.023 ⁷¹	94.121 ²¹⁹	.4223 ³²	−0.185 ⁸³	98.481 ¹¹⁶	.2603 ¹⁹	+0.063 ³⁵	96.320 ⁶²
10	.5863 ¹²⁹	−0.094 ⁶⁴	94.340 ²⁰⁶	.4191 ²⁴	−0.268 ⁷¹	98.597 ¹¹⁴	.2584 ⁶	+0.098 ³²	96.382 ⁶¹
20	.5734 ¹²⁴	−0.158 ⁵⁵	94.546 ¹⁹⁵	.4167 ¹⁴	−0.342 ⁶⁴	98.711 ¹¹⁴	.2590 ³¹	+0.130 ³⁰	96.443 ⁶¹
30	.5610 ¹¹⁵	−0.213 ⁴⁷	94.741 ¹⁸⁴	.4153 ²	−0.406 ⁵³	98.825 ¹¹³	.2621 ⁵⁶	+0.160 ²⁶	96.504 ⁶³
40	.5495 ¹⁰³	−0.260 ³⁷	94.925 ¹⁷⁵	.4151 ¹¹	−0.459 ⁴⁰	98.938 ¹¹³	.2677 ⁸¹	+0.186 ²²	96.567 ⁶⁶
50	.5392 ⁸⁸	−0.297 ²⁸	95.100 ¹⁶⁸	.4162 ²⁴	−0.499 ²⁶	99.051 ¹¹⁵	.2758 ¹⁰⁶	+0.208 ¹⁸	96.633 ⁶⁸
60	.5304 ⁷²	−0.325 ¹⁸	95.268 ¹⁶²	.4186 ³⁹	−0.525 ¹³	99.166 ¹¹⁶	.2864 ¹²⁹	+0.226 ¹³	96.701 ⁷¹
70	.5232 ⁵³	−0.343 ⁹	95.430 ¹⁵⁷	.4225 ⁵³	−0.538 ²	99.282 ¹¹⁸	.2993 ¹⁵⁰	+0.239 ⁷	96.772 ⁷⁶
80	.5179 ³⁴	−0.352 ¹	95.587 ¹⁵⁴	.4278 ⁶⁴	−0.536 ¹⁷	99.400 ¹²²	.3143 ¹⁶⁷	+0.246 ¹	96.848 ⁸²
90	.5145 ¹⁵	−0.351 ¹⁰	95.741 ¹⁵²	.4342 ⁷⁴	−0.519 ³³	99.522 ¹²⁶	.3310 ¹⁸²	+0.247 ⁷	96.930 ⁹⁰
100	.5130 ⁵	−0.341 ¹⁸	95.893 ¹⁵¹	.4416 ⁸²	−0.486 ⁴⁹	99.648 ¹³⁰	.3492 ¹⁹²	+0.240 ¹⁴	97.020 ⁹⁷
110	.5135 ²⁶	−0.323 ²⁷	96.044 ¹⁵³	.4498 ⁸⁴	−0.437 ⁶⁴	99.778 ¹³⁵	.3684 ¹⁹⁶	+0.226 ²⁴	97.117 ¹⁰⁷
120	.5161 ⁴⁵	−0.296 ³⁶	96.197 ¹⁵⁶	.4582 ⁸³	−0.373 ⁷⁷	99.913 ¹⁴⁰	.3880 ¹⁹³	+0.202 ³³	97.224 ¹¹⁶
130	.5206 ⁶³	−0.260 ⁴³	96.353 ¹⁵⁹	.4665 ⁷⁸	−0.296 ⁹⁰	00.053 ¹⁴⁵	.4073 ¹⁸⁴	+0.169 ⁴²	97.340 ¹²⁷
140	.5269 ⁷⁹	−0.217 ⁵⁰	96.512 ¹⁶⁵	.4743 ⁷¹	−0.206 ¹⁰¹	00.198 ¹⁵²	.4257 ¹⁶⁵	+0.127 ⁵⁰	97.467 ¹³⁷
150	.5348 ⁹⁴	−0.167 ⁵⁷	96.677 ¹⁷¹	.4814 ⁶⁰	−0.105 ¹⁰⁷	00.350 ¹⁵⁶	.4422 ¹³⁹	+0.077 ⁵⁷	97.604 ¹⁴⁷
160	.5442 ¹⁰⁶	−0.110 ⁶³	96.848 ¹⁷⁹	.4874 ⁴⁵	+0.002 ¹⁰⁹	00.506 ¹⁵⁹	.4561 ¹⁰⁴	+0.020 ⁶⁰	97.751 ¹⁵⁶
170	.5548 ¹¹⁶	−0.047 ⁶⁸	97.027 ¹⁸⁹	.4919 ²⁸	+0.111 ¹⁰⁸	00.665 ¹⁶²	.4665 ⁶⁵	−0.040 ⁶²	97.907 ¹⁶²
180	.5664 ¹²²	+0.021 ⁷¹	97.216 ²⁰⁰	.4947 ¹²	+0.219 ¹⁰¹	00.827 ¹⁶⁴	.4730 ²²	−0.102 ⁵⁹	98.069 ¹⁶⁶
190	.5786 ¹²⁶	+0.092 ⁷²	97.416 ²¹¹	.4959 ³	+0.320 ⁹⁰	00.991 ¹⁶⁵	.4752 ²²	−0.161 ⁵²	98.235 ¹⁶⁵
200	.5912 ¹²⁶	+0.164 ⁷¹	97.627 ²²⁴	.4956 ¹⁶	+0.410 ⁷⁶	01.156 ¹⁶³	.4730 ⁶⁵	−0.213 ⁴³	98.400 ¹⁶²
210	.6038 ¹²²	+0.235 ⁶⁸	97.851 ²³⁷	.4940 ²⁸	+0.486 ⁶⁰	01.319 ¹⁶²	.4665 ¹⁰²	−0.256 ³¹	98.562 ¹⁵⁶
220	.6160 ¹¹³	+0.303 ⁶¹	98.088 ²⁵⁰	.4912 ³⁹	+0.546 ⁴¹	01.481 ¹⁵⁹	.4563 ¹³⁴	−0.287 ¹⁹	98.718 ¹⁴⁸
230	.6273 ¹⁰¹	+0.364 ⁵²	98.338 ²⁶³	.4873 ⁴⁶	+0.587 ²²	01.640 ¹⁵⁷	.4429 ¹⁵⁹	−0.306 ⁷	98.866 ¹³⁸
240	.6374 ⁸⁷	+0.416 ³⁹	98.601 ²⁷⁵	.4827 ⁴⁹	+0.609 ²	01.797 ¹⁵³	.4270 ¹⁷⁵	−0.313 ⁵	99.004 ¹²⁸
250	.6461 ⁶⁹	+0.455 ²⁵	98.876 ²⁸⁴	.4778 ⁵²	+0.611 ¹⁷	01.950 ¹⁴⁹	.4095 ¹⁸⁵	−0.308 ¹⁴	99.132 ¹¹⁸
260	.6530 ⁴⁶	+0.480 ⁸	99.160 ²⁹²	.4726 ⁵⁵	+0.594 ³⁵	02.099 ¹⁴⁵	.3910 ¹⁸⁷	−0.294 ²²	99.250 ¹⁰⁸
270	.6576 ²²	+0.488 ⁹	99.452 ²⁹⁷	.4671 ⁵⁵	+0.559 ⁵⁰	02.244 ¹⁴²	.3723 ¹⁸⁵	−0.272 ²⁹	99.358 ⁹⁹
280	.6598 ³	+0.479 ²⁷	99.749 ²⁹⁹	.4616 ⁵⁴	+0.509 ⁶⁴	02.386 ¹³⁹	.3538 ¹⁷⁶	−0.243 ³³	99.457 ⁹¹
290	.6595 ²⁷	+0.452 ⁴³	00.048 ²⁹⁷	.4562 ⁵³	+0.445 ⁷⁷	02.525 ¹³⁵	.3362 ¹⁶⁵	−0.210 ³⁷	99.548 ⁸⁴
300	.6568 ⁵¹	+0.409 ⁵⁷	00.345 ²⁹¹	.4509 ⁵³	+0.368 ⁸⁶	02.660 ¹³²	.3197 ¹⁴⁹	−0.173 ³⁹	99.632 ⁷⁸
310	.6517 ⁷³	+0.352 ⁶⁷	00.636 ²⁸²	.4456 ⁵²	+0.282 ⁹²	02.792 ¹²⁸	.3048 ¹³¹	−0.134 ⁴⁰	99.710 ⁷⁴
320	.6444 ⁹³	+0.285 ⁷⁵	00.918 ²⁷²	.4404 ⁵⁰	+0.190 ⁹⁵	02.920 ¹²⁶	.2917 ¹¹²	−0.094 ⁴¹	99.784 ⁷⁰
330	.6351 ¹⁰⁹	+0.210 ⁷⁸	01.190 ²⁶⁰	.4354 ⁴⁸	+0.095 ⁹⁶	03.046 ¹²³	.2805 ⁹⁰	−0.053 ⁴⁰	99.854 ⁶⁶
340	.6242 ¹²⁰	+0.132 ⁷⁹	01.450 ²⁴⁶	.4306 ⁴⁴	−0.001 ⁹⁴	03.169 ¹²¹	.2715 ⁶⁸	−0.013 ³⁹	99.920 ⁶⁴
350	.6122 ¹²⁸	+0.053 ⁷⁶	01.696 ²³³	.4262 ³⁹	−0.095 ⁹⁰	03.290 ¹¹⁸	.2647 ⁴⁴	+0.026 ³⁷	99.984 ⁶²
360	.5994	−0.023	01.929	.4223	−0.185	03.408	.2603	+0.063	00.046
	<i>T</i> 1904.062	<i>e</i> 0.1677		<i>T</i> 1897.546	<i>e</i> 0.0910		<i>T</i> 1888.566	<i>e</i> 0.2446	
	<i>M</i> 14° 26'	<i>a</i> 3.9355		<i>M</i> 271° 52'	<i>a</i> 2.896		<i>M</i> 324° 20'	<i>a</i> 2.403	
	<i>ω</i> 286 11	<i>μ</i> 46° 11		<i>ω</i> 224 21	<i>μ</i> 73° 05		<i>ω</i> 27 41	<i>μ</i> 96° 63	
	<i>Ω</i> 176 56			<i>Ω</i> 159 51			<i>Ω</i> 343 25		
	<i>i</i> 6 8.3	<i>U</i> 7° 30 8		<i>i</i> 11 29.5	<i>U</i> 4° 29 27		<i>i</i> 6 51.6	<i>U</i> 3° 7 26	

l	(194) Prokne			(195) Eurykleia			(196) Philomela		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3168	-0.244	97.848	.4691	-0.049	96.197	.4837	-0.373	98.325
10	.3251 ⁸³	-0.359 ¹¹⁵	97.929 ⁸¹	.4663 ²⁸	+0.014 ⁶³	96.339 ¹⁴²	.4854 ¹⁷	-0.349 ²⁴	98.472 ¹⁴⁷
20	.3348 ⁹⁷	-0.469 ¹¹⁰	98.014 ⁸⁵	.4631 ³²	+0.076 ⁶²	96.480 ¹⁴¹	.4874 ²⁰	-0.315 ³⁴	98.621 ¹⁴⁹
30	.3460 ¹¹²	-0.571 ¹⁰²	98.104 ⁹⁰	.4595 ³⁶	+0.134 ⁵⁸	96.618 ¹³⁸	.4896 ²²	-0.271 ⁴⁴	98.771 ¹⁵⁰
40	.3588 ¹²⁸	-0.663 ⁹²	98.198 ⁹⁴	.4558 ³⁷	+0.187 ⁵³	96.754 ¹³⁶	.4918 ²²	-0.218 ⁵³	98.923 ¹⁵²
50	.3732 ¹⁴⁴	-0.742 ⁷⁹	98.299 ¹⁰¹	.4521 ³⁷	+0.234 ⁴⁷	96.888 ¹³⁴	.4939 ²¹	-0.158 ⁶⁰	99.077 ¹⁵⁴
60	.3890 ¹⁵⁸	-0.805 ⁶³	98.407 ¹⁰⁸	.4486 ³⁵	+0.273 ³⁹	97.019 ¹³¹	.4959 ²⁰	-0.092 ⁶⁶	99.232 ¹⁵⁵
70	.4061 ¹⁷¹	-0.848 ⁴³	98.523 ¹¹⁶	.4454 ³²	+0.303 ³⁰	97.148 ¹²⁹	.4976 ¹⁷	-0.023 ⁷⁰	99.389 ¹⁵⁷
80	.4242 ¹⁸¹	-0.869 ²¹	98.649 ¹²⁶	.4426 ²⁸	+0.324 ²¹	97.276 ¹²⁸	.4989 ¹³	+0.047 ¹³	99.546 ¹⁵⁷
90	.4428 ¹⁸⁶	-0.864 ⁵	98.786 ¹³⁷	.4403 ²³	+0.335 ¹¹	97.402 ¹²⁶	.4999 ¹⁰	+0.116 ¹⁰	99.704 ¹⁵⁸
100	.4609 ¹⁸¹	-0.828 ³⁶	98.936 ¹⁵⁰	.4387 ¹⁶	+0.337 ²	97.527 ¹²⁵	.5005 ⁶	+0.182 ⁶⁶	99.863 ¹⁵⁹
110	.4776 ¹⁶⁷	-0.759 ⁶⁹	99.098 ¹⁶²	.4378 ⁹	+0.329 ⁸	97.651 ¹²⁴	.5006 ¹	+0.242 ⁶⁰	00.022 ¹⁵⁹
120	.4918 ¹⁴²	-0.655 ¹⁰⁴	99.272 ¹⁷⁴	.4375 ³	+0.311 ¹⁸	97.775 ¹²⁴	.5004 ²	+0.294 ⁵²	00.181 ¹⁵⁹
130	.5023 ¹⁰⁵	-0.519 ¹³⁶	99.456 ¹⁸⁴	.4379 ⁴	+0.285 ²⁶	97.899 ¹²⁴	.4999 ⁵	+0.338 ⁴⁴	00.340 ¹⁵⁹
140	.5080 ⁵⁷	-0.355 ¹⁶⁴	99.647 ¹⁹¹	.4389 ¹⁰	+0.250 ³⁵	98.024 ¹²⁵	.4993 ⁶	+0.371 ³³	00.499 ¹⁵⁹
150	.5081 ¹	-0.174 ¹⁸¹	99.841 ¹⁹⁴	.4405 ¹⁶	+0.207 ⁴³	98.149 ¹²⁵	.4985 ⁸	+0.392 ²¹	00.657 ¹⁵⁸
160	.5025 ⁵⁶	+0.012 ¹⁸⁶	00.033 ¹⁹²	.4425 ²⁰	+0.158 ⁴⁹	98.275 ¹²⁶	.4977 ⁸	+0.401 ⁹	00.814 ¹⁵⁷
170	.4912 ¹¹³	+0.191 ¹⁷⁹	00.217 ¹⁸⁴	.4449 ²⁴	+0.104 ⁵⁴	98.402 ¹²⁷	.4969 ⁸	+0.398 ³	00.971 ¹⁵⁷
180	.4753 ¹⁵⁹	+0.351 ¹⁶⁰	00.390 ¹⁷³	.4475 ²⁶	+0.046 ⁵⁸	98.531 ¹²⁹	.4959 ¹⁰	+0.384 ¹⁴	01.127 ¹⁵⁶
190	.4559 ¹⁹¹	+0.485 ¹³⁴	00.549 ¹⁵⁹	.4503 ²⁸	-0.014 ⁶⁰	98.662 ¹³¹	.4950 ⁹	+0.357 ²⁷	01.282 ¹⁵⁵
200	.4344 ²¹⁵	+0.590 ¹⁰⁵	00.694 ¹⁴⁵	.4531 ²³	-0.074 ⁶⁰	98.794 ¹³²	.4941 ⁹	+0.320 ³⁷	01.437 ¹⁵⁵
210	.4122 ²²²	+0.665 ⁷⁵	00.825 ¹³¹	.4559 ²⁸	-0.133 ⁵⁹	98.928 ¹³⁴	.4931 ¹⁰	+0.273 ⁴⁷	01.591 ¹⁵⁴
220	.3903 ²¹⁹	+0.713 ⁴⁸	00.943 ¹¹⁸	.4586 ²⁷	-0.188 ⁵⁵	99.064 ¹³⁶	.4920 ¹¹	+0.218 ⁵⁵	01.745 ¹⁵⁴
230	.3697 ²⁰⁶	+0.736 ²³	01.051 ¹⁰⁸	.4613 ²⁷	-0.238 ⁵⁰	99.201 ¹³⁷	.4909 ¹¹	+0.157 ⁶¹	01.898 ¹⁵³
240	.3510 ¹⁸⁷	+0.737 ¹	01.149 ⁹⁸	.4638 ²⁵	-0.282 ⁴⁴	99.340 ¹³⁹	.4897 ¹²	+0.091 ⁶⁶	02.050 ¹⁵²
250	.3349 ¹⁶¹	+0.720 ¹⁷	01.240 ⁹¹	.4661 ²³	-0.318 ³⁶	99.480 ¹⁴⁰	.4884 ¹³	+0.023 ⁶⁸	02.201 ¹⁵¹
260	.3214 ¹³⁵	+0.686 ³⁴	01.324 ⁸¹	.4682 ²¹	-0.344 ²⁶	99.622 ¹⁴²	.4870 ¹⁴	-0.046 ⁶⁹	02.351 ¹⁵⁰
270	.3107 ¹⁰⁷	+0.637 ⁴⁹	01.404 ⁸⁰	.4701 ¹⁹	-0.360 ¹⁶	99.765 ¹⁴³	.4856 ¹¹	-0.112 ⁶⁶	02.500 ¹⁴⁹
280	.3028 ⁷⁹	+0.575 ⁶²	01.481 ⁷⁷	.4717 ¹⁶	-0.364 ⁴	99.910 ¹⁴⁵	.4843 ¹³	-0.175 ⁶³	02.648 ¹⁴⁸
290	.2977 ⁵¹	+0.501 ⁷⁴	01.555 ⁷⁴	.4730 ¹³	-0.356 ⁸	00.056 ¹⁴⁶	.4831 ¹²	-0.232 ⁵⁷	02.795 ¹⁴⁷
300	.2950 ²⁷	+0.416 ⁸³	01.628 ⁷³	.4740 ¹⁰	-0.338 ¹⁸	00.202 ¹⁴⁶	.4820 ¹¹	-0.282 ⁵⁰	02.942 ¹⁴⁷
310	.2945 ⁵	+0.321 ⁹⁵	01.701 ⁷³	.4746 ⁶	-0.309 ²⁹	00.349 ¹⁴⁷	.4813 ⁷	-0.323 ⁴¹	03.088 ¹⁴⁶
320	.2959 ¹⁴	+0.218 ¹⁰³	01.773 ⁷²	.4746 ⁰	-0.271 ³⁸	00.496 ¹⁴⁷	.4809 ⁴	-0.355 ³²	03.233 ¹⁴⁵
330	.2990 ³¹	+0.108 ¹¹⁰	01.846 ⁷³	.4741 ⁵	-0.224 ⁴⁷	00.643 ¹⁴⁷	.4810 ¹	-0.376 ²¹	03.378 ¹⁴⁵
340	.3036 ⁴⁶	-0.008 ¹¹⁶	01.921 ⁷⁵	.4730 ¹¹	-0.170 ⁵⁴	00.789 ¹⁴⁶	.4815 ⁵	-0.387 ¹¹	03.524 ¹⁴⁶
350	.3096 ⁶⁰	-0.126 ¹¹⁸	01.998 ⁷⁷	.4713 ¹⁷	-0.111 ⁵⁹	00.934 ¹⁴⁵	.4824 ⁹	-0.386 ¹	03.670 ¹⁴⁶
360	.3168 ⁷²	-0.244 ¹¹⁸	02.077 ⁷⁹	.4691 ²²	-0.049 ⁶²	01.078 ¹⁴⁴	.4837 ¹³	-0.373 ¹³	03.817 ¹⁴⁷
T 1899.079 e 0.2394			T 1896.889 e 0.0423			T 1901.269 e 0.0215			
M 130° 9' a 2.614			M 289° 6' a 2.877			M 240° 25' a 3.113			
ω 160 37 μ 85°14			ω 118 7 μ 73°76			ω 237 19 μ 65°55			
Ω 159 21			Ω 7 44.2			Ω 73 20			
i 18 25 U 4°229			i 7 0.1 U 4°881			i 7 17 U 5°492			

l	(197) Arete			(198) Ampella			(199) Byblis				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3662	-0.357	98.682	.2733	+0.308	99.518	.4811	-0.835	97.673		
10	.3735	-0.348	98.777	.2757	+0.304	99.583	.4951	-0.848	97.829		
20	.3825	-0.330	98.875	.2809	+0.292	99.649	.5098	-0.836	97.996		
30	.3930	-0.302	98.977	.2885	+0.272	99.717	.5245	-0.795	98.174		
40	.4048	-0.264	99.085	.2985	+0.244	99.789	.5386	-0.725	98.364		
50	.4175	-0.215	99.200	.3108	+0.209	99.864	.5513	-0.625	98.568		
60	.4306	-0.157	99.321	.3250	+0.165	99.943	.5615	-0.496	98.782		
70	.4437	-0.090	99.450	.3408	+0.114	00.029	.5687	-0.342	99.005		
80	.4563	-0.016	99.586	.3577	+0.055	00.121	.5723	-0.171	99.233		
90	.4680	+0.063	99.731	.3751	-0.010	00.220	.5718	+0.008	99.463		
100	.4783	+0.144	99.883	.3927	-0.081	00.328	.5671	+0.184	99.690		
110	.4868	+0.223	00.042	.4099	-0.155	00.445	.5586	+0.348	99.911		
120	.4932	+0.297	00.207	.4261	-0.229	00.572	.5471	+0.492	00.121		
130	.4973	+0.362	00.375	.4406	-0.300	00.708	.5332	+0.610	00.320		
140	.4990	+0.415	00.546	.4530	-0.364	00.852	.5178	+0.700	00.506		
150	.4983	+0.453	00.717	.4628	-0.418	01.004	.5019	+0.762	00.678		
160	.4954	+0.475	00.887	.4696	-0.458	01.162	.4862	+0.796	00.838		
170	.4904	+0.480	01.054	.4732	-0.482	01.324	.4713	+0.805	00.988		
180	.4835	+0.468	01.216	.4734	-0.488	01.487	.4578	+0.791	01.128		
190	.4750	+0.441	01.372	.4701	-0.475	01.650	.4458	+0.757	01.260		
200	.4653	+0.400	01.522	.4636	-0.444	01.808	.4356	+0.704	01.386		
210	.4547	+0.348	01.666	.4541	-0.398	01.961	.4274	+0.636	01.506		
220	.4434	+0.288	01.802	.4420	-0.340	02.106	.4211	+0.553	01.622		
230	.4318	+0.222	01.931	.4277	-0.273	02.243	.4165	+0.458	01.735		
240	.4201	+0.153	02.054	.4119	-0.202	02.369	.4135	+0.352	01.847		
250	.4086	+0.083	02.170	.3951	-0.129	02.488	.4120	+0.238	01.957		
260	.3977	+0.014	02.280	.3778	-0.058	02.598	.4119	+0.118	02.067		
270	.3875	-0.052	02.385	.3604	+0.010	02.699	.4131	-0.005	02.177		
280	.3784	-0.114	02.485	.3436	+0.072	02.792	.4154	-0.129	02.288		
290	.3706	-0.171	02.581	.3278	+0.128	02.878	.4189	-0.252	02.401		
300	.3644	-0.221	02.675	.3135	+0.177	02.959	.4236	-0.370	02.515		
310	.3598	-0.264	02.766	.3009	+0.217	03.035	.4297	-0.481	02.633		
320	.3571	-0.299	02.856	.2903	+0.250	03.107	.4371	-0.581	02.754		
330	.3564	-0.327	02.944	.2822	+0.276	03.176	.4459	-0.669	02.880		
340	.3577	-0.346	03.033	.2766	+0.294	03.242	.4563	-0.743	03.012		
350	.3610	-0.356	03.123	.2736	+0.305	03.308	.4681	-0.799	03.150		
360	.3662	-0.357	03.215	.2733	+0.308	03.373	.4811	-0.835	03.297		
T 1900.065			e 0.1627	T 1903.898			e 0.2269	T 1904.938			e 0.1827
M 134°40'			a 2.739	M 51°40'			a 2.459	M 182°30'			a 3.162
ω 243 28			μ 79°41	ω 87 16			μ 93°37	ω 171 58			μ 64°02
Ω 82 2				Ω 268 28				Ω 89 34			
i 8 49			U 4°533	i 9 18.7			U 3°855	i 15 24.7			U 5°264

l	(201) Penelope			(202) Chryseis			(203) Pompeja		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3471	-0.087	97.440	.5114	-0.339	95.994	.4166	+0.029	97.722
10	.3528	-0.123	97.527	.5040	-0.392	96.161	.4138	+0.053	97.836
20	.3602	-0.156	97.617	.4960	-0.430	96.323	.4117	+0.075	97.949
30	.3693	-0.187	97.710	.4878	-0.454	96.478	.4103	+0.095	98.061
40	.3798	-0.214	97.807	.4798	-0.464	96.628	.4097	+0.112	98.172
50	.3917	-0.236	97.910	.4722	-0.460	96.772	.4098	+0.126	98.283
60	.4046	-0.252	98.018	.4651	-0.443	96.912	.4106	+0.136	98.395
70	.4182	-0.262	98.133	.4587	-0.413	97.047	.4122	+0.143	98.507
80	.4322	-0.264	98.256	.4532	-0.373	97.179	.4145	+0.145	98.620
90	.4461	-0.258	98.387	.4486	-0.323	97.307	.4176	+0.143	98.735
100	.4594	-0.242	98.527	.4450	-0.265	97.433	.4212	+0.137	98.851
110	.4716	-0.218	98.675	.4424	-0.201	97.558	.4252	+0.127	98.969
120	.4822	-0.184	98.831	.4409	-0.131	97.681	.4296	+0.113	99.090
130	.4906	-0.142	98.994	.4403	-0.058	97.804	.4343	+0.095	99.213
140	.4965	-0.093	99.163	.4407	+0.017	97.927	.4390	+0.074	99.339
150	.4996	-0.039	99.335	.4420	+0.091	98.050	.4436	+0.050	99.467
160	.4996	+0.016	99.508	.4441	+0.163	98.174	.4480	+0.024	99.598
170	.4965	+0.070	99.680	.4472	+0.232	98.299	.4520	-0.003	99.732
180	.4906	+0.120	99.849	.4511	+0.295	98.427	.4554	-0.031	99.868
190	.4821	+0.165	00.011	.4559	+0.351	98.557	.4582	-0.058	00.006
200	.4715	+0.202	00.167	.4616	+0.398	98.690	.4604	-0.084	00.146
210	.4592	+0.230	00.314	.4681	+0.435	98.827	.4618	-0.107	00.287
220	.4458	+0.249	00.454	.4752	+0.460	98.969	.4623	-0.127	00.428
230	.4318	+0.259	00.585	.4828	+0.472	99.115	.4620	-0.142	00.570
240	.4178	+0.260	00.707	.4907	+0.470	99.267	.4608	-0.153	00.711
250	.4042	+0.254	00.822	.4986	+0.453	99.424	.4589	-0.159	00.851
260	.3913	+0.241	00.931	.5062	+0.421	99.587	.4563	-0.160	00.990
270	.3795	+0.221	01.033	.5132	+0.374	99.756	.4531	-0.156	01.127
280	.3690	+0.197	01.130	.5193	+0.314	99.930	.4494	-0.147	01.262
290	.3600	+0.168	01.223	.5242	+0.242	00.109	.4453	-0.133	01.394
300	.3525	+0.136	01.312	.5276	+0.160	00.291	.4409	-0.116	01.524
310	.3468	+0.102	01.399	.5293	+0.071	00.475	.4365	-0.096	01.651
320	.3431	+0.065	01.484	.5291	-0.020	00.659	.4321	-0.073	01.775
330	.3413	+0.027	01.568	.5270	-0.110	00.843	.4277	-0.048	01.897
340	.3413	-0.011	01.651	.5232	-0.196	01.024	.4236	-0.022	02.017
350	.3433	-0.049	01.735	.5179	-0.273	01.201	.4199	+0.004	02.134
360	.3471	-0.087	01.820	.5114	-0.339	01.374	.4166	+0.029	02.249
	T 1897.874	e 0.1809		T 1896.889	e 0.1021		T 1899.024	e 0.0606	
	M 53° 2'	a 2.678		M 296° 13'	a 3.071		M 65° 39'	a 2.736	
	ω 177 43	μ 82° 17		ω 355 17	μ 66° 91		ω 53 46	μ 79° 52	
	Ω 157 9			Ω 137 46			Ω 348 38		
	i 5 43.4	U 4 ^h 380		i 8 49.5	U 5 ^h 380		i 3 12.3	U 4 ^h 527	

<i>l</i>	(204) Kallisto			(205) Martha			(206) Hersilia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4297 ¹³⁷	+0.171 ⁶⁰	96.872 ¹³⁰	.4283 ²	+0.271 ⁷⁸	97.956 ¹²²	.4354 ³²	-0.102 ²³	97.724 ¹²⁴
10	.4434 ¹²⁹	+0.111 ⁶⁸	97.002 ¹³⁸	.4285 ³	+0.193 ⁸⁴	98.078 ¹²²	.4322 ³⁰	-0.125 ¹⁹	97.848 ¹²¹
20	.4563 ¹¹⁵	+0.043 ⁷⁴	97.140 ¹⁴⁷	.4288 ⁴	+0.109 ⁸⁸	98.200 ¹²²	.4292 ²⁸	-0.144 ¹⁴	97.969 ¹²⁰
30	.4678 ⁹⁸	-0.031 ⁷⁶	97.287 ¹⁵⁴	.4292 ⁴	+0.021 ⁸⁸	98.322 ¹²³	.4264 ²⁴	-0.158 ¹⁰	98.089 ¹²⁰
40	.4776 ⁷⁶	-0.107 ⁷⁵	97.441 ¹⁶⁰	.4295 ³	-0.067 ⁸⁶	98.445 ¹²³	.4240 ²⁰	-0.168 ⁴	98.209 ¹¹⁸
50	.4852 ⁵²	-0.182 ⁷¹	97.601 ¹⁶⁴	.4298 ³	-0.153 ⁸²	98.568 ¹²³	.4220 ¹⁶	-0.172 ⁰	98.327 ¹¹⁸
60	.4904 ²⁴	-0.253 ⁶³	97.765 ¹⁶⁸	.4301 ³	-0.235 ⁷⁴	98.691 ¹²³	.4204 ¹⁰	-0.172 ⁵	98.445 ¹¹⁷
70	.4928 ³	-0.316 ⁵¹	97.933 ¹⁶⁹	.4306 ⁵	-0.309 ⁶⁶	98.814 ¹²³	.4194 ⁴	-0.167 ¹⁰	98.562 ¹¹⁶
80	.4925 ²⁹	-0.367 ³⁷	98.102 ¹⁶⁷	.4312 ⁹	-0.375 ⁵⁵	98.937 ¹²⁴	.4190 ⁰	-0.157 ¹⁵	98.678 ¹¹⁵
90	.4896 ⁵²	-0.404 ²³	98.269 ¹⁶⁴	.4321 ¹³	-0.430 ⁴²	99.061 ¹²⁴	.4190 ⁶	-0.142 ¹⁹	98.793 ¹¹⁶
100	.4844 ⁷⁴	-0.427 ⁸	98.433 ¹⁵⁹	.4334 ¹⁷	-0.472 ²⁹	99.185 ¹²⁵	.4196 ¹²	-0.123 ²²	98.909 ¹¹⁷
110	.4770 ⁹¹	-0.435 ⁸	98.592 ¹⁵⁴	.4351 ²¹	-0.501 ¹⁴	99.310 ¹²⁷	.4208 ¹⁶	-0.101 ²⁶	99.026 ¹¹⁷
120	.4679 ¹⁰⁵	-0.427 ²²	98.746 ¹⁴⁷	.4372 ²⁶	-0.515 ¹	99.437 ¹²⁸	.4224 ²⁰	-0.075 ²⁸	99.143 ¹¹⁹
130	.4574 ¹¹⁵	-0.405 ³⁴	98.893 ¹⁴⁰	.4398 ²⁹	-0.514 ¹⁶	99.565 ¹²⁹	.4244 ²³	-0.047 ³⁰	99.262 ¹¹⁹
140	.4459 ¹²¹	-0.371 ⁴⁴	99.033 ¹³²	.4427 ³¹	-0.498 ³²	99.694 ¹³²	.4267 ²⁶	-0.017 ³¹	99.381 ¹²⁰
150	.4338 ¹²³	-0.327 ⁵¹	99.165 ¹²⁵	.4458 ³²	-0.466 ⁴⁶	99.826 ¹³³	.4293 ²⁸	+0.014 ³¹	99.501 ¹²²
160	.4215 ¹²³	-0.276 ⁵⁷	99.290 ¹¹⁸	.4490 ³⁰	-0.420 ⁶⁰	99.959 ¹³⁵	.4321 ²⁹	+0.045 ²⁹	99.623 ¹²⁴
170	.4092 ¹¹⁹	-0.219 ⁶⁰	99.408 ¹¹¹	.4520 ²⁶	-0.360 ⁷²	00.094 ¹³⁷	.4350 ³⁰	+0.074 ²⁸	99.747 ¹²⁶
180	.3973 ¹¹³	-0.159 ⁶²	99.519 ¹⁰⁶	.4546 ¹⁹	-0.288 ⁸³	00.231 ¹³⁸	.4380 ²⁹	+0.102 ²⁵	99.873 ¹²⁷
190	.3860 ¹⁰⁴	-0.097 ⁶¹	99.625 ¹⁰⁰	.4565 ¹²	-0.205 ⁸⁹	00.369 ¹³⁹	.4409 ²⁷	+0.127 ²²	00.000 ¹²⁹
200	.3756 ⁹⁴	-0.036 ⁶⁰	99.725 ⁹⁶	.4577 ⁴	-0.116 ⁹³	00.508 ¹⁴⁰	.4436 ²⁶	+0.149 ¹⁷	00.129 ¹³¹
210	.3662 ⁸¹	+0.024 ⁵⁷	99.821 ⁹³	.4581 ⁶	-0.023 ⁹⁴	00.648 ¹⁴⁰	.4462 ²⁴	+0.166 ¹²	00.260 ¹³²
220	.3581 ⁶⁵	+0.081 ⁵²	99.914 ⁸⁹	.4575 ¹⁶	+0.071 ⁹¹	00.788 ¹³⁹	.4486 ²⁰	+0.178 ⁷	00.392 ¹³⁴
230	.3516 ⁴⁸	+0.133 ⁴⁸	00.003 ⁸⁷	.4559 ²³	+0.162 ⁸⁶	00.927 ¹³⁸	.4506 ¹⁷	+0.185 ¹	00.526 ¹³⁵
240	.3468 ³⁰	+0.181 ⁴³	00.090 ⁸⁵	.4536 ²⁹	+0.248 ⁷⁶	01.065 ¹³⁶	.4523 ¹²	+0.186 ⁵	00.661 ¹³⁶
250	.3438 ¹²	+0.224 ³⁶	00.175 ⁸⁵	.4507 ³²	+0.324 ⁶⁶	01.201 ¹³⁴	.4535 ⁷	+0.181 ¹¹	00.797 ¹³⁶
260	.3426 ⁸	+0.260 ²⁹	00.260 ⁸⁴	.4475 ³⁵	+0.390 ⁵²	01.335 ¹³²	.4542 ²	+0.170 ¹⁶	00.933 ¹³⁷
270	.3434 ²⁹	+0.289 ²²	00.344 ⁸⁵	.4440 ³⁵	+0.442 ³⁸	01.467 ¹³⁰	.4544 ⁴	+0.154 ²¹	01.070 ¹³⁶
280	.3463 ⁵⁰	+0.311 ¹⁴	00.429 ⁸⁷	.4405 ³³	+0.480 ²³	01.597 ¹²⁸	.4540 ⁹	+0.133 ²⁵	01.206 ¹³⁶
290	.3513 ⁶⁹	+0.325 ⁶	00.516 ⁸⁹	.4372 ²⁸	+0.503 ⁹	01.725 ¹²⁷	.4531 ¹⁴	+0.108 ²⁸	01.342 ¹³⁵
300	.3582 ⁸⁷	+0.331 ²	00.605 ⁹²	.4344 ²³	+0.512 ⁷	01.852 ¹²⁵	.4517 ¹⁹	+0.080 ³¹	01.477 ¹³⁴
310	.3669 ¹⁰⁴	+0.329 ¹²	00.697 ⁹⁷	.4321 ¹⁷	+0.505 ²¹	01.977 ¹²³	.4498 ²⁴	+0.049 ³²	01.611 ¹³³
320	.3773 ¹¹⁹	+0.317 ²¹	00.794 ¹⁰¹	.4304 ¹³	+0.484 ³⁶	02.100 ¹²³	.4474 ²⁷	+0.017 ³²	01.744 ¹³¹
330	.3892 ¹²⁹	+0.296 ³²	00.895 ¹⁰⁸	.4291 ⁷	+0.448 ⁴⁸	02.223 ¹²²	.4447 ²⁹	-0.015 ³¹	01.875 ¹²⁹
340	.4021 ¹³⁷	+0.264 ⁴²	01.003 ¹¹⁵	.4284 ²	+0.400 ⁶⁰	02.345 ¹²²	.4418 ³²	-0.046 ²⁹	02.004 ¹²⁸
350	.4158 ¹³⁹	+0.222 ⁵¹	01.118 ¹²²	.4282 ¹¹	+0.340 ⁶⁹	02.467 ¹²²	.4386 ³²	-0.075 ²⁷	02.132 ¹²⁷
360	.4297 ¹³⁷	+0.171 ⁶⁰	01.240 ¹²²	.4283 ¹¹	+0.271 ⁷⁸	02.589 ¹²²	.4354 ³²	-0.102 ²³	02.259 ¹²⁷
	<i>T</i> 1888.839	<i>e</i> 0.1712		<i>T</i> 1886.156	<i>e</i> 0.0334		<i>T</i> 1887.470	<i>e</i> 0.0407	
	<i>M</i> 140° 55'	<i>a</i> 2.672		<i>M</i> 139° 40'	<i>a</i> 2.779		<i>M</i> 184° 58'	<i>a</i> 2.740	
	<i>ω</i> 51 17	<i>μ</i> 82° 41		<i>ω</i> 172 9	<i>μ</i> 77° 71		<i>ω</i> 300 24	<i>μ</i> 79° 38	
	<i>Ω</i> 205 54			<i>Ω</i> 212 26			<i>Ω</i> 145 26		
	<i>i</i> 8 17	<i>U</i> 4° 368		<i>i</i> 10 40	<i>U</i> 4° 633		<i>i</i> 3 45.5	<i>U</i> 4° 535	

<i>l</i>	(207) Hedda			(208) Lacrimosa			(209) Dido		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3678	−0.075	96.732	.4637	−0.008	99.015	.5045	−0.014	96.104
10	.3692	−0.050	96.833	.4626	+0.008	99.153	.5091	+0.058	96.267
20	.3702	−0.024	96.934	.4614	+0.023	99.290	.5132	+0.131	96.434
30	.3708	+0.003	97.035	.4602	+0.038	99.426	.5165	+0.201	96.603
40	.3710	+0.030	97.137	.4590	+0.051	99.562	.5191	+0.265	96.775
50	.3707	+0.056	97.239	.4580	+0.063	99.697	.5209	+0.321	96.949
60	.3699	+0.081	97.340	.4570	+0.073	99.831	.5218	+0.367	97.124
70	.3688	+0.103	97.441	.4561	+0.081	99.965	.5219	+0.401	97.299
80	.3673	+0.121	97.542	.4553	+0.086	00.098	.5212	+0.422	97.474
90	.3656	+0.136	97.641	.4548	+0.088	00.231	.5198	+0.430	97.648
100	.3636	+0.146	97.740	.4545	+0.088	00.363	.5178	+0.424	97.821
110	.3615	+0.152	97.838	.4544	+0.086	00.496	.5152	+0.405	97.992
120	.3594	+0.153	97.935	.4544	+0.081	00.628	.5120	+0.373	98.161
130	.3573	+0.149	98.031	.4546	+0.073	00.760	.5085	+0.330	98.327
140	.3552	+0.141	98.126	.4551	+0.063	00.893	.5046	+0.278	98.490
150	.3533	+0.129	98.220	.4559	+0.051	01.026	.5003	+0.218	98.650
160	.3515	+0.113	98.313	.4568	+0.038	01.160	.4958	+0.153	98.807
170	.3499	+0.094	98.406	.4578	+0.023	01.294	.4912	+0.084	98.961
180	.3486	+0.072	98.498	.4588	+0.008	01.429	.4865	+0.014	99.111
190	.3475	+0.048	98.590	.4600	−0.008	01.565	.4819	−0.055	99.258
200	.3467	+0.023	98.681	.4612	−0.023	01.701	.4776	−0.121	99.402
210	.3462	−0.003	98.772	.4623	−0.038	01.838	.4736	−0.182	99.544
220	.3460	−0.028	98.862	.4634	−0.052	01.975	.4702	−0.236	99.683
230	.3461	−0.053	98.953	.4645	−0.064	02.113	.4675	−0.283	99.820
240	.3465	−0.076	99.044	.4655	−0.074	02.252	.4656	−0.322	99.955
250	.3472	−0.097	99.135	.4663	−0.082	02.392	.4646	−0.351	00.090
260	.3483	−0.116	99.226	.4670	−0.088	02.532	.4645	−0.371	00.225
270	.3497	−0.131	99.318	.4675	−0.091	02.672	.4654	−0.380	00.360
280	.3513	−0.142	99.410	.4678	−0.091	02.813	.4673	−0.378	00.495
290	.3531	−0.149	99.504	.4679	−0.088	02.954	.4701	−0.365	00.632
300	.3552	−0.151	99.598	.4679	−0.083	03.095	.4738	−0.342	00.772
310	.3575	−0.149	99.693	.4677	−0.075	03.236	.4783	−0.308	00.914
320	.3598	−0.143	99.789	.4673	−0.065	03.377	.4833	−0.265	01.059
330	.3620	−0.132	99.887	.4666	−0.053	03.517	.4886	−0.212	01.207
340	.3641	−0.116	99.985	.4658	−0.039	03.657	.4940	−0.152	01.359
350	.3661	−0.097	00.084	.4648	−0.024	03.796	.4994	−0.085	01.515
360	.3678	−0.075	00.184	.4637	−0.008	03.935	.5045	−0.014	01.675
	<i>T</i> 1898.094	<i>e</i> 0.0288		<i>T</i> 1899.900	<i>e</i> 0.0157		<i>T</i> 1897.984	<i>e</i> 0.0659	
	<i>M</i> 280° 15'	<i>a</i> 2.284		<i>M</i> 315° 24'	<i>a</i> 2.893		<i>M</i> 222° 33'	<i>a</i> 3.142	
	<i>ω</i> 190 38	<i>μ</i> 104° 30		<i>ω</i> 105 47	<i>μ</i> 73° 17		<i>ω</i> 249 40	<i>μ</i> 64° 63	
	<i>Ω</i> 28 58			<i>Ω</i> 5 18			<i>Ω</i> 2 0		
	<i>i</i> 3 49	<i>U</i> 3 ^h 45 ^m 2		<i>i</i> 1 47	<i>U</i> 4 ^h 20 ^m		<i>i</i> 7 14.5	<i>U</i> 5 ^h 57 ^m 1	

<i>l</i>	(210) Isabella			(211) Isolde			(212) Medea				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.3904	-0.124	01.898	.4542	+0.192	00.326	.4589	+0.152	00.153		
10	.3854	-0.088	02.000	.4434	+0.182	00.454	.4524	+0.174	00.283		
20	.3814	-0.050	02.099	.4336	+0.167	00.576	.4469	+0.190	00.409		
30	.3789	-0.011	02.197	.4251	+0.148	00.693	.4426	+0.201	00.532		
40	.3777	+0.027	02.294	.4182	+0.126	00.805	.4395	+0.206	00.653		
50	.3778	+0.065	02.391	.4128	+0.101	00.914	.4379	+0.205	00.773		
60	.3793	+0.101	02.488	.4091	+0.074	01.022	.4378	+0.199	00.892		
70	.3821	+0.134	02.586	.4072	+0.046	01.128	.4391	+0.187	01.012		
80	.3862	+0.165	02.686	.4071	+0.016	01.233	.4418	+0.170	01.133		
90	.3916	+0.192	02.788	.4088	-0.014	01.339	.4458	+0.148	01.256		
100	.3982	+0.214	02.893	.4121	-0.044	01.446	.4510	+0.122	01.381		
110	.4058	+0.230	03.002	.4172	-0.074	01.555	.4574	+0.091	01.509		
120	.4142	+0.240	03.114	.4239	-0.102	01.667	.4646	+0.057	01.643		
130	.4233	+0.243	03.231	.4321	-0.128	01.783	.4726	+0.020	01.781		
140	.4328	+0.240	03.354	.4415	-0.152	01.904	.4810	-0.019	01.924		
150	.4424	+0.229	03.482	.4521	-0.173	02.031	.4897	-0.059	02.073		
160	.4518	+0.210	03.615	.4636	-0.190	02.164	.4985	-0.099	02.227		
170	.4607	+0.183	03.754	.4757	-0.201	02.305	.5070	-0.137	02.387		
180	.4687	+0.149	03.899	.4880	-0.207	02.454	.5149	-0.173	02.555		
190	.4754	+0.109	04.049	.5002	-0.207	02.610	.5221	-0.204	02.729		
200	.4806	+0.063	04.203	.5118	-0.200	02.777	.5283	-0.229	02.908		
210	.4840	+0.015	04.360	.5225	-0.186	02.953	.5332	-0.247	03.091		
220	.4856	-0.034	04.519	.5318	-0.164	03.136	.5368	-0.257	03.278		
230	.4851	-0.083	04.678	.5393	-0.135	03.326	.5388	-0.258	03.467		
240	.4827	-0.128	04.837	.5446	-0.101	03.523	.5390	-0.250	03.658		
250	.4785	-0.168	04.993	.5475	-0.063	03.723	.5376	-0.234	03.848		
260	.4726	-0.201	05.145	.5478	-0.022	03.924	.5347	-0.210	04.036		
270	.4654	-0.227	05.293	.5455	+0.020	04.124	.5303	-0.180	04.221		
280	.4572	-0.245	05.435	.5407	+0.060	04.322	.5245	-0.144	04.401		
290	.4483	-0.254	05.571	.5337	+0.097	04.515	.5175	-0.105	04.576		
300	.4390	-0.255	05.703	.5248	+0.129	04.700	.5096	-0.063	04.746		
310	.4295	-0.248	05.829	.5144	+0.155	04.877	.5012	-0.021	04.909		
320	.4202	-0.234	05.950	.5029	+0.175	05.046	.4923	+0.020	05.066		
330	.4116	-0.214	06.066	.4906	+0.189	05.206	.4834	+0.059	05.217		
340	.4037	-0.188	06.177	.4782	+0.196	05.355	.4747	+0.094	05.361		
350	.3966	-0.158	06.285	.4660	+0.197	05.497	.4665	+0.125	05.500		
360	.3904	-0.124	06.389	.4542	+0.192	05.632	.4589	+0.152	05.633		
<i>T</i> 1897.820			<i>e</i> 0.1238	<i>T</i> 1895.903			<i>e</i> 0.1609	<i>T</i> 1899.572			<i>e</i> 0.1163
<i>M</i> 358° 48'			<i>a</i> 2.722	<i>M</i> 1° 10'			<i>a</i> 3.042	<i>M</i> 276° 3'			<i>a</i> 3.109
<i>ω</i> 10 17			<i>μ</i> 80° 16	<i>ω</i> 170 43			<i>μ</i> 67° 84	<i>ω</i> 101 17			<i>μ</i> 65° 69
<i>Ω</i> 33 3				<i>Ω</i> 265 19				<i>Ω</i> 315 7			
<i>i</i> 5 18			<i>U</i> 4 ⁿ 491	<i>i</i> 3 52			<i>U</i> 5 ⁿ 306	<i>i</i> 4 17			<i>U</i> 5 ⁿ 480

l	(213) Lilaea			(214) Aschera			(215) Oenone		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4166	−0.262	96.040	.4211	+0.048	99.391	.4272	−0.034	00.582
10	.4269 ¹⁰³	−0.294 ³²	96.159 ¹¹⁹	.4185 ²⁶	+0.073 ²⁵	99.511 ¹²⁰	.4283 ¹¹	−0.021 ¹³	00.702 ¹²⁰
20	.4376 ¹⁰⁷	−0.318 ²⁴	96.284 ¹²⁵	.4159 ²⁶	+0.096 ²³	99.628 ¹¹⁷	.4297 ¹⁴	−0.008 ¹³	00.822 ¹²⁰
30	.4484 ¹⁰⁸	−0.333 ¹⁵	96.415 ¹³¹	.4133 ²⁶	+0.115 ¹⁹	99.744 ¹¹⁶	.4315 ¹⁸	+0.006 ¹⁴	00.943 ¹²¹
40	.4590 ¹⁰⁶	−0.339 ⁶	96.553 ¹³⁸	.4108 ²⁵	+0.131 ¹⁶	99.859 ¹¹⁵	.4337 ²²	+0.021 ¹⁵	01.066 ¹²³
50	.4691 ¹⁰¹	−0.334 ⁵	96.698 ¹⁴⁵	.4083 ²⁵	+0.143 ¹²	99.973 ¹¹⁴	.4361 ²⁴	+0.035 ¹⁴	01.190 ¹²⁴
60	.4782 ⁹¹	−0.317 ¹⁷	96.849 ¹⁵¹	.4061 ²²	+0.150 ⁷	00.085 ¹¹²	.4386 ²⁵	+0.047 ¹²	01.316 ¹²⁶
70	.4861 ⁷⁹	−0.288 ²⁹	97.006 ¹⁵⁷	.4044 ¹⁷	+0.153 ³	00.196 ¹¹¹	.4412 ²⁶	+0.058 ¹¹	01.443 ¹²⁷
80	.4922 ⁶¹	−0.249 ³⁹	97.168 ¹⁶²	.4030 ¹⁴	+0.152 ¹	00.307 ¹¹¹	.4439 ²⁷	+0.068 ¹⁰	01.571 ¹²⁸
90	.4962 ⁴⁰	−0.200 ⁴⁹	97.334 ¹⁶⁶	.4019 ¹¹	+0.146 ⁶	00.417 ¹¹⁰	.4465 ²⁶	+0.076 ⁸	01.701 ¹³⁰
100	.4980 ¹⁸	−0.143 ⁵⁷	97.502 ¹⁶⁸	.4013 ⁶	+0.135 ¹¹	00.527 ¹¹⁰	.4489 ²⁴	+0.081 ⁵	01.832 ¹³¹
110	.4975 ⁵	−0.081 ⁶²	97.671 ¹⁶⁹	.4012 ¹	+0.121 ¹⁴	00.637 ¹¹⁰	.4510 ²¹	+0.084 ³	01.965 ¹³³
120	.4945 ³⁰	−0.016 ⁶⁵	97.838 ¹⁶⁷	.4015 ³	+0.103 ¹⁸	00.746 ¹⁰⁹	.4529 ¹⁹	+0.085 ¹	02.099 ¹³⁴
130	.4893 ⁵²	+0.048 ⁶⁴	98.002 ¹⁶⁴	.4023 ⁸	+0.082 ²¹	00.855 ¹⁰⁹	.4545 ¹⁶	+0.083 ²	02.234 ¹³⁵
140	.4821 ⁷²	+0.109 ⁶¹	98.162 ¹⁶⁰	.4034 ¹¹	+0.059 ²³	00.965 ¹¹⁰	.4557 ¹²	+0.078 ⁵	02.370 ¹³⁶
150	.4732 ⁸⁹	+0.163 ⁵⁴	98.316 ¹⁵⁴	.4049 ¹⁵	+0.034 ²⁵	01.076 ¹¹¹	.4564 ⁷	+0.071 ⁷	02.507 ¹³⁷
160	.4629 ¹⁰³	+0.210 ⁴⁷	98.463 ¹⁴⁷	.4067 ¹⁸	+0.007 ²⁷	01.188 ¹¹²	.4567 ³	+0.061 ¹⁰	02.644 ¹³⁷
170	.4518 ¹¹¹	+0.248 ³⁸	98.603 ¹⁴⁰	.4087 ²⁰	−0.020 ²⁷	01.301 ¹¹³	.4564 ³	+0.050 ¹¹	02.781 ¹³⁷
180	.4403 ¹¹⁵	+0.276 ²⁸	98.736 ¹³³	.4109 ²²	−0.047 ²⁷	01.414 ¹¹³	.4557 ⁷	+0.037 ¹³	02.918 ¹³⁷
190	.4289 ¹¹⁴	+0.295 ¹⁹	98.862 ¹²⁶	.4132 ²³	−0.073 ²⁶	01.529 ¹¹⁵	.4545 ¹²	+0.023 ¹⁴	03.054 ¹³⁶
200	.4179 ¹¹⁰	+0.304 ⁹	98.982 ¹²⁰	.4156 ²⁴	−0.096 ²³	01.646 ¹¹⁷	.4529 ¹⁶	+0.008 ¹⁵	03.189 ¹³⁵
210	.4075 ¹⁰⁴	+0.304 ⁰	99.096 ¹¹⁴	.4180 ²⁴	−0.117 ²¹	01.763 ¹¹⁷	.4509 ²⁰	−0.007 ¹⁵	03.323 ¹³⁴
220	.3981 ⁹⁴	+0.295 ⁹	99.205 ¹⁰⁹	.4203 ²³	−0.134 ¹⁷	01.882 ¹¹⁹	.4487 ²²	−0.021 ¹⁴	03.456 ¹³³
230	.3899 ⁸²	+0.279 ¹⁶	99.310 ¹⁰⁵	.4226 ²³	−0.148 ¹⁴	02.002 ¹²⁰	.4462 ²⁵	−0.035 ¹⁴	03.587 ¹³¹
240	.3831 ⁶⁸	+0.255 ²⁴	99.411 ¹⁰¹	.4247 ²¹	−0.157 ⁹	02.123 ¹²¹	.4436 ²⁶	−0.047 ¹²	03.717 ¹³⁰
250	.3778 ⁵³	+0.225 ³⁰	99.509 ⁹⁸	.4266 ¹⁹	−0.162 ⁵	02.245 ¹²²	.4409 ²⁷	−0.058 ¹¹	03.845 ¹²⁸
260	.3741 ³⁷	+0.190 ³⁵	99.605 ⁹⁶	.4281 ¹⁵	−0.161 ¹	02.369 ¹²⁴	.4383 ²⁶	−0.067 ⁹	03.971 ¹²⁶
270	.3720 ²¹	+0.150 ⁴⁰	99.700 ⁹⁵	.4292 ¹¹	−0.155 ⁶	02.493 ¹²⁴	.4357 ²⁶	−0.074 ⁷	04.096 ¹²⁵
280	.3714 ⁶	+0.107 ⁴³	99.794 ⁹⁴	.4300 ⁸	−0.144 ¹¹	02.618 ¹²⁵	.4333 ²⁴	−0.078 ⁴	04.220 ¹²⁴
290	.3723 ⁹	+0.061 ⁴⁶	99.889 ⁹⁵	.4304 ⁴	−0.129 ¹⁵	02.743 ¹²⁵	.4312 ²¹	−0.080 ²	04.343 ¹²³
300	.3747 ²⁴	+0.012 ⁴⁹	99.984 ⁹⁵	.4303 ¹	−0.110 ¹⁹	02.868 ¹²⁵	.4294 ¹⁸	−0.080 ⁰	04.464 ¹²¹
310	.3786 ³⁹	−0.038 ⁵⁰	00.080 ⁹⁶	.4298 ⁵	−0.087 ²³	02.993 ¹²⁵	.4280 ¹⁴	−0.078 ²	04.584 ¹²⁰
320	.3839 ⁵³	−0.087 ⁴⁹	00.179 ⁹⁹	.4289 ⁹	−0.062 ²⁵	03.118 ¹²⁵	.4269 ¹¹	−0.073 ⁵	04.704 ¹²⁰
330	.3905 ⁶⁶	−0.135 ⁴⁸	00.280 ¹⁰¹	.4275 ¹⁴	−0.035 ²⁷	03.241 ¹²³	.4263 ⁶	−0.066 ⁷	04.823 ¹¹⁹
340	.3982 ⁷⁷	−0.181 ⁴⁶	00.385 ¹⁰⁵	.4257 ¹⁸	−0.007 ²⁸	03.364 ¹²³	.4261 ²	−0.057 ⁹	04.942 ¹¹⁹
350	.4070 ⁸⁸	−0.224 ⁴³	00.494 ¹⁰⁶	.4235 ²²	+0.021 ²⁸	03.486 ¹²²	.4265 ⁴	−0.046 ¹¹	05.061 ¹¹⁹
360	.4166 ⁹⁶	−0.262 ³⁸	00.607 ¹¹³	.4211 ²⁴	+0.048 ²⁷	03.607 ¹²¹	.4272 ⁷	−0.034 ¹²	05.181 ¹²⁰
	T 1898.148	e 0.1449		T 1897.272	e 0.0337		T 1891.851	e 0.0352	
	M 229° 21'	a 2.752		M 72° 6'	a 2.610		M 55° 44'	a 2.766	
	ω 158 35	μ 78° 83		ω 128 6	μ 85° 38		ω 314 5	μ 78° 27	
	Ω 122 28			Ω 342 33			Ω 25 21		
	i 6 46.5	U 4 ^s 567		i 3 27.6	U 4 ^s 216		i 1 43	U 4 ^s 599	

<i>l</i>	(216) Kleopatra			(217) Eudora			(218) Bianca				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i> *	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.3310 ⁵⁶	+0.292 ⁷⁷	96.646 ⁸⁰	.3332 ¹⁴³	-0.108 ⁶⁹	00.255 ⁸⁴	.4536 ⁵⁵	-0.120 ¹³⁴	98.298 ¹⁴⁶		
10	.3254 ³³	+0.215 ⁸¹	96.726 ⁷⁹	.3475 ¹⁶⁵	-0.177 ⁶⁹	00.339 ⁹⁰	.4591 ³⁵	-0.254 ¹²⁸	98.444 ¹⁴⁸		
20	.3221 ¹²	+0.134 ⁸³	96.805 ⁷⁷	.3640 ¹⁸⁵	-0.246 ⁶⁸	00.429 ⁹⁷	.4626 ¹⁴	-0.382 ¹¹⁵	98.592 ¹⁵⁰		
30	.3209 ⁸	+0.051 ⁸⁵	96.882 ⁷⁷	.3825 ²⁰³	-0.314 ⁶⁵	00.526 ¹⁰⁷	.4640 ³	-0.497 ⁹⁹	98.742 ¹⁵⁰		
40	.3217 ²⁸	-0.034 ⁸⁴	96.959 ⁷⁸	.4028 ²¹⁸	-0.379 ⁶⁰	00.633 ¹¹⁷	.4637 ¹⁹	-0.596 ⁷⁹	98.892 ¹⁴⁹		
50	.3245 ⁵⁰	-0.118 ⁸³	97.037 ⁸⁰	.4246 ²²⁹	-0.439 ⁵³	00.750 ¹³⁰	.4618 ³⁰	-0.675 ⁵⁵	99.041 ¹⁴⁸		
60	.3295 ⁷¹	-0.201 ⁸⁰	97.117 ⁸¹	.4475 ²³³	-0.492 ⁴²	00.880 ¹⁴⁵	.4588 ³⁹	-0.730 ³⁰	99.189 ¹⁴⁵		
70	.3366 ⁹¹	-0.281 ⁷⁶	97.198 ⁸⁵	.4708 ²³¹	-0.534 ²⁷	01.025 ¹⁶¹	.4549 ⁴⁶	-0.760 ⁶	99.334 ¹⁴³		
80	.3457 ¹¹³	-0.357 ⁷⁰	97.283 ⁸⁹	.4939 ²²⁰	-0.561 ¹⁰	01.186 ¹⁷⁹	.4503 ⁵⁰	-0.766 ¹⁸	99.477 ¹⁴⁰		
90	.3570 ¹³⁵	-0.427 ⁶²	97.372 ⁹⁴	.5159 ¹⁹⁷	-0.571 ¹³	01.365 ¹⁹⁷	.4453 ⁵²	-0.748 ⁴⁰	99.617 ¹³⁶		
100	.3705 ¹³⁵	-0.489 ⁵²	97.466 ¹⁰¹	.5356 ¹⁶⁴	-0.558 ³⁶	01.562 ²¹⁴	.4401 ⁵⁴	-0.708 ⁶¹	99.753 ¹³³		
110	.3858 ¹⁷¹	-0.541 ⁴¹	97.567 ¹⁰⁸	.5520 ¹²¹	-0.522 ⁶¹	01.776 ²²⁹	.4347 ⁵⁷	-0.647 ⁸⁰	99.886 ¹²⁹		
120	.4029 ¹⁸⁷	-0.582 ²⁸	97.675 ¹¹⁸	.5641 ⁶⁸	-0.461 ⁸⁴	02.005 ²³⁸	.4290 ⁶⁰	-0.567 ⁹⁵	00.015 ¹²⁶		
130	.4216 ¹⁹⁷	-0.610 ¹¹	97.793 ¹²⁸	.5709 ¹⁰	-0.377 ¹⁰²	02.243 ²⁴³	.4230 ⁶³	-0.472 ¹⁰⁶	00.141 ¹²³		
140	.4413 ²⁰²	-0.621 ⁸	97.921 ¹⁴¹	.5719 ⁵⁰	-0.275 ¹¹³	02.486 ²⁴²	.4167 ⁶⁷	-0.366 ¹¹⁵	00.264 ¹¹⁹		
150	.4615 ¹⁹⁹	-0.613 ³¹	98.062 ¹⁵³	.5669 ¹⁰⁹	-0.162 ¹¹⁶	02.728 ²³²	.4100 ⁷⁰	-0.251 ¹¹⁹	00.383 ¹¹⁵		
160	.4814 ¹⁸⁶	-0.582 ⁵⁵	98.215 ¹⁶⁹	.5560 ¹⁶⁰	-0.046 ¹¹¹	02.960 ²¹⁸	.4030 ⁷²	-0.132 ¹²⁰	00.498 ¹¹²		
170	.5000 ¹⁶⁶	-0.527 ⁸⁰	98.384 ¹⁸⁴	.5400 ²⁰⁰	+0.065 ¹⁰⁰	03.178 ²⁰¹	.3958 ⁷³	-0.012 ¹¹⁶	00.610 ¹⁰⁸		
180	.5166 ¹³³	-0.447 ¹⁰³	98.568 ¹⁹⁶	.5200 ²³¹	+0.165 ⁸⁴	03.379 ¹⁸²	.3885 ⁷⁰	+0.104 ¹⁰⁹	00.718 ¹⁰⁴		
190	.5299 ⁹⁰	-0.344 ¹²³	98.764 ²⁰⁷	.4969 ²⁴⁸	+0.249 ⁶⁶	03.561 ¹⁶²	.3815 ⁶⁶	+0.213 ⁹⁹	00.822 ¹⁰¹		
200	.5389 ⁴²	-0.221 ¹³⁶	98.971 ²¹⁴	.4721 ²⁵³	+0.315 ⁴⁹	03.723 ¹⁴⁵	.3749 ⁵⁸	+0.312 ⁸⁷	00.923 ⁹⁹		
210	.5431 ¹¹	-0.085 ¹⁴¹	99.185 ²¹⁵	.4468 ²⁴⁹	+0.364 ³²	03.868 ¹³⁰	.3691 ⁴⁶	+0.399 ⁷⁵	01.022 ⁹⁶		
220	.5420 ⁶⁵	+0.056 ¹³⁶	99.400 ²¹¹	.4219 ²³⁷	+0.396 ¹⁸	03.998 ¹¹⁵	.3645 ³⁰	+0.474 ⁶¹	01.118 ⁹⁴		
230	.5355 ¹¹²	+0.192 ¹²³	99.611 ²⁰³	.3982 ²¹⁸	+0.414 ⁴	04.113 ¹⁰⁴	.3615 ¹³	+0.535 ⁴⁶	01.212 ⁹³		
240	.5243 ¹⁵¹	+0.315 ¹⁰³	99.814 ¹⁸⁹	.3764 ¹⁹⁵	+0.418 ⁷	04.217 ⁹⁴	.3602 ⁷	+0.581 ³¹	01.305 ⁹⁴		
250	.5092 ¹⁸⁰	+0.418 ⁸¹	00.003 ¹⁷⁸	.3569 ¹⁶⁹	+0.411 ¹⁷	04.311 ⁸⁷	.3609 ²⁷	+0.612 ¹⁵	01.399 ⁹⁴		
260	.4912 ¹⁹⁷	+0.499 ⁵⁶	00.181 ¹⁶²	.3400 ¹³⁹	+0.394 ²⁵	04.398 ⁸¹	.3636 ⁴⁷	+0.627 ¹	01.493 ⁹⁵		
270	.4715 ²⁰⁶	+0.555 ³³	00.343 ¹⁴⁷	.3261 ¹¹⁰	+0.369 ³³	04.479 ⁷⁷	.3683 ⁶⁷	+0.626 ¹⁷	01.588 ⁹⁸		
280	.4509 ²⁰⁵	+0.588 ¹¹	00.490 ¹³⁴	.3151 ⁸⁰	+0.336 ³⁹	04.556 ⁷³	.3750 ⁸⁵	+0.609 ³⁴	01.686 ¹⁰²		
290	.4304 ¹⁹⁶	+0.599 ⁶	00.624 ¹²³	.3071 ⁴⁹	+0.297 ⁴⁵	04.629 ⁷¹	.3835 ⁹⁸	+0.575 ⁵²	01.788 ¹⁰⁶		
300	.4108 ¹⁸⁴	+0.593 ²³	00.747 ¹¹¹	.3022 ¹⁹	+0.252 ⁵⁰	04.700 ⁷⁰	.3933 ¹⁰⁸	+0.523 ⁷¹	01.894 ¹¹¹		
310	.3924 ¹⁶⁶	+0.570 ³⁶	00.858 ¹⁰⁴	.3003 ¹¹	+0.202 ⁵⁵	04.770 ⁷⁰	.4041 ¹¹²	+0.452 ⁸⁸	02.005 ¹¹⁷		
320	.3758 ¹⁴⁵	+0.534 ⁴⁸	00.962 ⁹⁶	.3014 ³⁹	+0.147 ⁵⁹	04.840 ⁷⁰	.4153 ¹¹¹	+0.364 ¹⁰⁴	02.122 ¹²³		
330	.3613 ¹²³	+0.486 ⁵⁷	01.058 ⁹⁰	.3053 ⁶⁷	+0.088 ⁶³	04.910 ⁷²	.4264 ¹⁰⁴	+0.260 ¹¹⁸	02.245 ¹³⁰		
340	.3490 ¹⁰¹	+0.429 ⁶⁵	01.148 ⁸⁶	.3120 ⁹⁴	+0.025 ⁶⁶	04.982 ⁷⁵	.4368 ⁹²	+0.142 ¹²⁸	02.375 ¹³⁶		
350	.3389 ⁷⁹	+0.364 ⁷²	01.234 ⁸²	.3214 ¹¹⁸	-0.041 ⁶⁷	05.057 ⁷⁹	.4460 ⁷⁶	+0.014 ¹³⁴	02.511 ¹⁴⁰		
360	.3310	+0.292	01.316	.3332	-0.108	05.136	.4536	-0.120	02.651		
<i>T</i> 1886.485			<i>e</i> 0.2507	<i>T</i> 1900.941			<i>e</i> 0.3031	<i>T</i> 1893.658			<i>e</i> 0.1150
<i>M</i> 277° 10'			<i>a</i> 2.794	<i>M</i> 75° 4'			<i>a</i> 2.877	<i>M</i> 96° 5'			<i>a</i> 2.666
<i>ω</i> 176 12			<i>μ</i> 77° 08	<i>ω</i> 150 33			<i>μ</i> 73° 76	<i>ω</i> 58 49			<i>μ</i> 82° 68
<i>Ω</i> 216 0				<i>Ω</i> 164 1				<i>Ω</i> 171 2			
<i>i</i> 13 2.4			<i>U</i> 4 ^h 67 ^m 0	<i>i</i> 10 15.6			<i>U</i> 4 ^h 88 ^m 1	<i>i</i> 15 12			<i>U</i> 4 ^h 35 ^m 3

*) Nach Beobachtungen aus 1910 erfordert *t* jetzt die Korrektur +0.028.

l	(219) Thusnelda			(221) Eos			(222) Lucia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.2652	+0.125	98.701	.4373	-0.320	95.626	.5007	-0.119	95.910
10	.2716 ⁶⁴	+0.068	98.766 ⁶⁵	.4398 ²⁵	-0.389	95.749 ⁶⁹	.5118 ¹¹¹	-0.116	96.074 ¹⁶⁴
20	.2800 ⁸⁴	+0.006	98.833 ⁶⁷	.4433 ³⁵	-0.448	95.874 ⁵⁹	.5224 ¹⁰⁶	-0.110	96.247 ¹⁷³
30	.2901 ¹⁰¹	-0.059	98.903 ⁷⁰	.4478 ⁴⁵	-0.496	96.002 ⁴⁹	.5320 ⁵⁶	-0.100	96.427 ¹⁸⁰
40	.3018 ¹¹⁷	-0.125	98.978 ⁷⁵	.4534 ⁵⁶	-0.531	96.132 ³⁵	.5403 ⁸³	-0.086	96.615 ¹⁸⁸
50	.3148 ¹³⁰	-0.191	99.056 ⁷⁸	.4599 ⁶⁵	-0.552	96.266 ²¹	.5470 ⁶⁷	-0.068	96.809 ¹⁹⁴
60	.3291 ¹⁴³	-0.256	99.139 ⁸³	.4672 ⁷³	-0.557	96.404 ⁵	.5517 ⁴⁷	-0.047	97.009 ²⁰⁰
70	.3442 ¹⁵¹	-0.318	99.228 ⁸⁹	.4751 ⁷⁹	-0.546	96.547 ¹¹	.5542 ²⁵	-0.024	97.212 ²⁰³
80	.3600 ¹⁵⁸	-0.374	99.324 ⁹⁶	.4832 ⁸¹	-0.518	96.695 ²⁸	.5545 ³	-0.001	97.416 ²⁰⁴
90	.3761 ¹⁶¹	-0.423	99.427 ¹⁰³	.4913 ⁸¹	-0.472	96.850 ⁴⁶	.5525 ²⁰	+0.023	97.619 ²⁰³
100	.3921 ¹⁶⁰	-0.461	99.538 ¹¹¹	.4991 ⁷⁸	-0.410	97.010 ⁶²	.5483 ⁴²	+0.045	97.820 ²⁰¹
110	.4076 ¹⁵⁵	-0.487	99.657 ¹¹⁹	.5062 ⁷¹	-0.332	97.176 ⁷⁸	.5422 ⁶¹	+0.065	98.015 ¹⁹⁵
120	.4219 ¹¹³	-0.497	99.785 ¹²⁸	.5121 ⁵⁰	-0.240	97.346 ⁹²	.5422 ⁷⁹	+0.065	98.015 ¹⁹⁰
130	.4346 ¹²⁷	-0.490	99.921 ¹³⁶	.5165 ⁴⁴	-0.138	97.521 ¹⁰²	.5343 ¹⁷⁵	+0.083	98.205 ¹⁸²
140	.4449 ¹⁰³	-0.464	00.064 ¹⁴³	.5191 ²⁶	-0.029	97.699 ¹⁰⁹	.5249 ¹⁰⁴	+0.097	98.387 ¹⁷⁵
150	.4522 ⁷³	-0.419	00.214 ¹⁵⁰	.5198 ⁷	+0.081	97.878 ¹¹⁰	.5145 ¹¹⁰	+0.107	98.562 ¹⁶⁶
160	.4560 ³⁸	-0.357	00.367 ¹⁵³	.5198 ¹³	+0.189	97.878 ¹⁰⁸	.5035 ¹¹³	+0.113	98.728 ¹⁵⁷
170	.4559 ¹	-0.280	00.521 ¹⁵⁴	.5185 ³¹	+0.289	98.057 ¹⁰⁰	.4922 ¹¹¹	+0.116	98.885 ¹⁵⁰
180	.4518 ⁴¹	-0.193	00.675 ¹⁵⁴	.5154 ⁴⁶	+0.377	98.233 ⁹⁸	.4811 ¹⁰⁷	+0.115	99.035 ¹⁴²
190	.4438 ⁸⁰	-0.100	00.824 ¹⁴⁹	.5108 ⁶⁰	+0.451	98.407 ⁷⁴	.4704 ¹⁰¹	+0.111	99.177 ¹³⁵
200	.4323 ¹¹⁵	-0.008	00.966 ¹⁴²	.5048 ⁶⁹	+0.451	98.576 ⁵⁷	.4603 ⁹¹	+0.104	99.312 ¹³⁰
210	.4323 ¹⁴⁴	-0.008	00.966 ¹³⁴	.4979 ⁷⁴	+0.508	98.741 ⁴⁰	.4512 ⁷⁹	+0.094	99.442 ¹²⁵
220	.4179 ¹⁶⁶	+0.079	01.100 ¹²⁵	.4905 ⁷⁶	+0.548	98.901 ²¹	.4433 ⁶⁵	+0.081	99.567 ¹²⁰
230	.4013 ¹⁸¹	+0.157	01.225 ¹¹⁵	.4829 ⁷⁵	+0.569	99.055 ¹⁵⁴	.4368 ⁵¹	+0.067	99.687 ¹¹⁷
240	.3832 ¹⁸⁷	+0.234	01.340 ¹⁰⁶	.4754 ⁷²	+0.573	99.204 ⁴	.4317 ³⁵	+0.052	99.804 ¹¹⁵
250	.3645 ¹⁸⁶	+0.278	01.446 ⁹⁷	.4682 ⁶⁶	+0.559	99.347 ¹⁴	.4282 ¹⁹	+0.036	99.919 ¹¹³
260	.3459 ¹⁷⁸	+0.319	01.543 ⁹⁹	.4616 ⁵⁹	+0.530	99.486 ²⁹	.4263 ¹⁹	+0.019	00.032 ¹¹³
270	.3281 ¹⁶⁴	+0.348	01.632 ⁸³	.4557 ⁵²	+0.486	99.621 ⁴⁴	.4261 ²	+0.001	00.146 ¹¹⁴
280	.3117 ¹⁴⁶	+0.365	01.715 ⁷⁷	.4505 ⁵²	+0.429	99.753 ⁵⁷	.4276 ¹⁵	-0.017	00.260 ¹¹⁴
290	.2971 ¹²⁵	+0.371	01.792 ⁷²	.4505 ⁴⁴	+0.362	99.882 ⁶⁷	.4276 ³¹	-0.034	00.374 ¹¹⁴
300	.2846 ¹⁰²	+0.367	01.864 ⁶⁹	.4424 ³⁷	+0.286	00.008 ⁷⁶	.4307 ⁴⁸	-0.051	00.490 ¹¹⁶
310	.2744 ⁷⁷	+0.354	01.933 ⁶⁵	.4395 ²⁹	+0.203	00.133 ⁸³	.4355 ⁶²	-0.051	00.490 ¹²⁰
320	.2667 ⁵²	+0.333	01.998 ⁶⁴	.4395 ²²	+0.203	00.133 ⁸⁸	.4417 ⁷⁶	-0.067	00.610 ¹²⁴
330	.2615 ²⁶	+0.304	02.062 ⁶³	.4373 ¹⁵	+0.115	00.256 ⁹¹	.4493 ⁸⁷	-0.081	00.734 ¹²⁸
340	.2589 ²	+0.268	02.125 ⁶²	.4358 ⁸	+0.024	00.378 ⁹¹	.4580 ⁹⁸	-0.094	00.862 ¹³⁴
350	.2587 ²	+0.226	02.187 ⁶²	.4350 ¹	-0.067	00.500 ⁸⁹	.4678 ¹⁰⁶	-0.105	00.996 ¹⁴¹
360	.2608 ⁴⁴	+0.179	02.249 ⁶⁴	.4349 ⁸	-0.156	00.621 ⁸⁵	.4784 ¹¹¹	-0.113	01.137 ¹⁴⁷
				.4357 ¹⁶	-0.241	00.743 ⁷⁹	.4895 ¹¹²	-0.118	01.284 ¹⁵⁵
				.4373 ¹⁶	-0.320	00.865 ⁷⁹	.5007 ¹¹²	-0.119	01.439 ¹⁵⁵
	T 1889.058	e 0.2234		T 1898.203	e 0.0973		T 1898.039	e 0.1471	
	M 130° 33'	a 2.354		M 201° 46'	a 3.016		M 225° 35'	a 3.127	
	ω 140 4	μ 99° 66		ω 188 0	μ 68° 72		ω 175 51	μ 65° 11	
	Ω 200 56			Ω 142 37			Ω 80 22		
	i 10 47.3	U 3° 612		i 10 51	U 5° 239		i 2 10.8	U 5° 529	

<i>l</i>	(223) Rosa			(224) Oceana			(225) Henrietta				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.4994	—0.082	96.384	.4216	+0.031	97.021	.4422	+0.370	96.688		
10	.4902	—0.067	96.540	.4246	+0.078	97.142	.4622	+0.204	96.822		
20	.4810	—0.050	96.689	.4275	+0.123	97.264	.4828	+0.015	96.970		
30	.4721	—0.033	96.831	.4302	+0.165	97.388	.5031	—0.194	97.131		
40	.4638	—0.015	96.968	.4325	+0.202	97.513	.5222	—0.415	97.308		
50	.4561	+0.002	97.101	.4344	+0.233	97.639	.5398	—0.640	97.502		
60	.4493	+0.019	97.229	.4360	+0.257	97.767	.5556	—0.860	97.710		
70	.4436	+0.035	97.353	.4371	+0.273	97.896	.5692	—1.062	97.933		
80	.4391	+0.049	97.475	.4379	+0.281	98.025	.5807	—1.237	98.170		
90	.4360	+0.062	97.595	.4383	+0.280	98.154	.5900	—1.375	98.418		
100	.4343	+0.073	97.713	.4382	+0.271	98.283	.5970	—1.468	98.675		
110	.4339	+0.082	97.830	.4376	+0.252	98.412	.6017	—1.510	98.939		
120	.4350	+0.089	97.947	.4366	+0.226	98.541	.6040	—1.499	99.208		
130	.4375	+0.094	98.066	.4351	+0.193	98.669	.6037	—1.433	99.478		
140	.4414	+0.096	98.187	.4331	+0.154	98.796	.6006	—1.314	99.746		
150	.4465	+0.095	98.310	.4308	+0.110	98.921	.5944	—1.150	00.008		
160	.4528	+0.092	98.436	.4281	+0.064	99.045	.5850	—0.949	00.261		
170	.4601	+0.086	98.567	.4251	+0.016	99.168	.5722	—0.721	00.502		
180	.4683	+0.077	98.702	.4218	—0.031	99.289	.5562	—0.482	00.726		
190	.4771	+0.065	98.842	.4184	—0.076	99.408	.5374	—0.243	00.933		
200	.4863	+0.051	98.988	.4151	—0.119	99.525	.5164	—0.016	01.123		
210	.4956	+0.035	99.141	.4119	—0.157	99.640	.4940	+0.190	01.295		
220	.5047	+0.017	99.300	.4090	—0.191	99.754	.4712	+0.369	01.449		
230	.5132	—0.003	99.466	.4064	—0.218	99.866	.4490	+0.520	01.587		
240	.5210	—0.023	99.639	.4042	—0.239	99.977	.4282	+0.642	01.713		
250	.5277	—0.043	99.818	.4026	—0.253	00.087	.4097	+0.736	01.828		
260	.5331	—0.061	00.001	.4016	—0.259	00.197	.3942	+0.805	01.934		
270	.5370	—0.078	00.187	.4014	—0.258	00.307	.3821	+0.852	02.034		
280	.5392	—0.093	00.377	.4018	—0.249	00.416	.3738	+0.878	02.129		
290	.5395	—0.104	00.568	.4029	—0.233	00.525	.3695	+0.885	02.222		
300	.5380	—0.113	00.758	.4046	—0.210	00.635	.3693	+0.873	02.313		
310	.5349	—0.117	00.947	.4067	—0.181	00.746	.3731	+0.842	02.404		
320	.5301	—0.117	01.132	.4092	—0.146	00.858	.3807	+0.792	02.499		
330	.5238	—0.113	01.312	.4121	—0.106	00.972	.3919	+0.721	02.599		
340	.5164	—0.105	01.487	.4152	—0.063	01.088	.4062	+0.628	02.704		
350	.5082	—0.095	01.656	.4184	—0.017	01.205	.4232	+0.511	02.816		
360	.4994	—0.082	01.818	.4216	+0.031	01.323	.4422	+0.370	02.939		
<i>T</i> 1891.960			<i>e</i> 0.1210	<i>T</i> 1890.099			<i>e</i> 0.0424	<i>T</i> 1903.843			<i>e</i> 0.2639
<i>M</i> 333°23'			<i>a</i> 3.091	<i>M</i> 225°25'			<i>a</i> 2.646	<i>M</i> 88°41'			<i>a</i> 3.393
<i>ω</i> 58 27			<i>μ</i> 66225	<i>ω</i> 276 55			<i>μ</i> 83°67	<i>ω</i> 97 38			<i>μ</i> 57°59
<i>Ω</i> 48 41				<i>Ω</i> 353 32				<i>Ω</i> 200 44			
<i>i</i> 1 58.7			<i>U</i> 5 ^h 434	<i>i</i> 5 52.4			<i>U</i> 4 ^h 302	<i>i</i> 20 42			<i>U</i> 6 ^h 251

l	(226) Weringia			(227) Philosophia			(228) Agathe		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3855	-0.483	00.864	.5456	+0.277	99.914	.2346	+0.055	99.142
10	.3972 ¹¹⁷	-0.576 ⁹³	00.972 ¹⁰⁸	.5568 ¹¹²	+0.369 ⁹²	00.120 ²⁰⁶	.2434 ⁸⁸	+0.065 ¹⁰	99.200 ⁵⁸
20	.4099 ¹²⁷	-0.657 ⁸¹	01.087 ¹¹⁵	.5656 ⁸⁸	+0.452 ⁸³	00.335 ²¹⁵	.2544 ¹¹⁰	+0.073 ⁸	99.261 ⁶¹
30	.4233 ¹³⁴	-0.724 ⁶⁷	01.209 ¹²²	.5714 ⁵⁸	+0.520 ⁶⁸	00.558 ²²³	.2676 ¹³²	+0.080 ⁷	99.325 ⁶⁴
40	.4372 ¹³⁹	-0.772 ⁴⁸	01.339 ¹³⁰	.5741 ²⁷	+0.570 ⁵⁰	00.787 ²²⁹	.2827 ¹⁵¹	+0.085 ⁵	99.394 ⁶⁹
50	.4514 ¹⁴²	-0.799 ²⁷	01.477 ¹³⁸	.5737 ⁴	+0.599 ²⁹	01.014 ²²⁷	.2993 ¹⁶⁶	+0.088 ³	99.467 ⁷³
60	.4655 ¹⁴¹	-0.802 ³	01.625 ¹⁴⁸	.5703 ³⁴	+0.605 ⁶	01.240 ²²⁶	.3171 ¹⁷⁸	+0.089 ¹	99.547 ⁸⁰
70	.4789 ¹³⁴	-0.802 ²⁵	01.782 ¹⁵⁷	.5640 ⁶³	+0.589 ¹⁶	01.461 ²²¹	.3356 ¹⁸⁵	+0.087 ²	99.634 ⁸⁷
80	.4909 ¹²⁰	-0.777 ⁵⁴	01.949 ¹⁶⁷	.5550 ⁹⁰	+0.553 ³⁶	01.675 ²¹⁴	.3544 ¹⁸⁸	+0.081 ⁶	99.729 ⁹⁵
90	.5007 ⁹⁸	-0.723 ⁸³	02.125 ¹⁷⁶	.5439 ¹¹¹	+0.500 ⁵³	01.879 ²⁰⁴	.3728 ¹⁸⁴	+0.073 ⁸	99.832 ¹⁰³
100	.5076 ⁶⁹	-0.530 ¹¹⁰	02.308 ¹⁸³	.5311 ¹²⁸	+0.430 ⁷⁰	02.072 ¹⁹³	.3902 ¹⁷⁴	+0.061 ¹²	99.944 ¹¹²
110	.5107 ³¹	-0.396 ¹³⁴	02.495 ¹⁸⁷	.5169 ¹⁴²	+0.351 ⁷⁹	02.254 ¹⁸²	.4057 ¹⁵⁵	+0.045 ¹⁶	00.065 ¹²¹
120	.5098 ⁹	-0.245 ¹⁵¹	02.682 ¹⁸⁷	.5019 ¹⁵⁰	+0.266 ⁸⁵	02.423 ¹⁶⁹	.4187 ¹³⁰	+0.027 ¹⁸	00.194 ¹²⁹
130	.5045 ⁵³	-0.087 ¹⁵⁸	02.867 ¹⁸⁵	.4864 ¹⁵⁵	+0.179 ⁸⁷	02.581 ¹⁵⁸	.4284 ⁹⁷	+0.007 ²³	00.329 ¹³⁵
140	.4950 ⁹⁵	+0.069 ¹⁵⁶	03.046 ¹⁷⁹	.4709 ¹⁵⁵	+0.092 ⁸⁷	02.728 ¹⁴⁷	.4344 ⁶⁰	-0.014 ²¹	00.470 ¹⁴¹
150	.4819 ¹³¹	+0.215 ¹⁴⁶	03.216 ¹⁷⁰	.4559 ¹⁵⁰	+0.008 ⁸⁴	02.866 ¹³⁸	.4363 ¹⁹	-0.034 ²⁰	00.614 ¹⁴⁴
160	.4661 ¹⁵⁸	+0.344 ¹²⁹	03.375 ¹⁵⁰	.4416 ¹⁴³	-0.070 ⁷⁸	02.994 ¹²⁸	.4340 ²³	-0.054 ²⁰	00.757 ¹⁴³
170	.4484 ¹⁷⁷	+0.451 ¹⁰⁷	03.522 ¹⁴⁷	.4285 ¹³¹	-0.142 ⁷²	03.114 ¹²⁰	.4340 ⁶³	-0.071 ¹⁷	00.898 ¹⁴¹
180	.4299 ¹⁸⁵	+0.535 ⁸⁴	03.657 ¹³¹	.4170 ¹¹⁵	-0.206 ⁶⁴	03.227 ¹¹³	.4277 ¹⁰⁰	-0.085 ¹⁴	01.033 ¹³⁵
190	.4114 ¹⁸⁵	+0.596 ⁶¹	03.781 ¹²⁴	.4072 ⁹⁸	-0.262 ⁵⁶	03.336 ¹⁰⁹	.4177 ¹³²	-0.094 ⁹	01.162 ¹²⁹
200	.3939 ¹⁷⁵	+0.634 ³⁸	03.896 ¹¹⁵	.3995 ⁷⁷	-0.308 ⁴⁶	03.440 ¹⁰⁴	.4045 ¹⁵⁷	-0.100 ⁶	01.282 ¹²⁰
210	.3778 ¹⁶¹	+0.652 ¹⁸	04.002 ¹⁰⁶	.3940 ⁵⁵	-0.346 ³⁸	03.541 ¹⁰¹	.3888 ¹⁷⁴	-0.102 ²	01.496 ¹¹¹
220	.3637 ¹⁴¹	+0.652 ⁰	04.100 ⁹⁸	.3909 ³¹	-0.374 ²⁸	03.640 ⁹⁹	.3714 ¹⁸⁴	-0.100 ²	01.393 ¹⁰³
230	.3519 ¹¹⁸	+0.635 ¹⁷	04.193 ⁹³	.3903 ⁶	-0.393 ¹⁹	03.738 ⁹⁸	.3530 ¹⁸⁷	-0.096 ⁴	01.496 ⁹⁴
240	.3426 ⁹³	+0.604 ³¹	04.281 ⁸⁸	.3923 ²⁰	-0.402 ⁹	03.837 ⁹⁹	.3343 ¹⁸⁵	-0.096 ⁷	01.590 ⁸⁶
250	.3358 ⁶⁸	+0.559 ⁴⁵	04.367 ⁸⁶	.3968 ⁴⁵	-0.401 ¹	03.936 ⁹⁹	.3158 ¹⁷⁸	-0.089 ⁸	01.676 ⁸⁰
260	.3315 ⁴³	+0.501 ⁵⁸	04.450 ⁸³	.3968 ⁶⁹	-0.401 ¹¹	03.936 ¹⁰²	.2980 ¹⁶⁴	-0.081 ¹²	01.756 ⁷³
270	.3296 ¹⁹	+0.432 ⁶⁹	04.532 ⁸²	.4037 ⁹³	-0.390 ²¹	04.038 ¹⁰⁷	.2816 ¹⁴⁸	-0.069 ¹²	01.829 ⁶⁸
280	.3299 ³	+0.352 ⁸⁰	04.613 ⁸¹	.4130 ¹¹⁴	-0.369 ³³	04.145 ¹¹²	.2668 ¹²⁹	-0.057 ¹³	01.897 ⁶⁴
290	.3221 ²²	+0.262 ⁹⁰	04.695 ⁸²	.4244 ¹³²	-0.336 ⁴³	04.257 ¹¹⁸	.2539 ¹⁰⁹	-0.044 ¹³	01.961 ⁶¹
300	.3321 ³⁹	+0.262 ⁹⁸	04.695 ⁸⁴	.4376 ¹⁴⁷	-0.293 ⁵⁵	04.375 ¹²⁶	.2430 ⁸⁶	-0.031 ¹³	02.022 ⁵⁸
310	.3360 ⁵⁴	+0.164 ¹⁰⁴	04.779 ⁸⁵	.4523 ¹⁵⁸	-0.238 ⁶⁶	04.501 ¹³⁵	.2344 ⁶²	-0.018 ¹³	02.080 ⁵⁶
320	.3414 ⁶⁸	+0.060 ¹⁰⁹	04.864 ⁸⁷	.4681 ¹⁶⁵	-0.172 ⁷⁷	04.636 ¹⁴⁵	.2282 ³⁸	-0.005 ¹³	02.136 ⁵⁴
330	.3482 ⁷⁹	-0.049 ¹¹²	04.951 ⁹¹	.4846 ¹⁶⁵	-0.095 ⁸⁶	04.781 ¹⁵⁷	.2244 ¹³	+0.008 ¹³	02.190 ⁵⁴
340	.3561 ⁸⁹	-0.161 ¹¹¹	05.042 ⁹⁴	.5011 ¹⁶¹	-0.009 ⁹³	04.938 ¹⁷⁰	.2231 ¹³	+0.021 ¹²	02.244 ⁵⁴
350	.3650 ⁹⁸	-0.272 ¹⁰⁸	05.136 ⁹⁸	.5172 ¹⁵⁰	+0.084 ⁹⁶	05.108 ¹⁸²	.2244 ³⁹	+0.033 ¹²	02.298 ⁵⁵
360	.3748 ¹⁰⁷	-0.380 ¹⁰³	05.234 ¹⁰³	.5322 ¹³⁴	+0.180 ⁹⁷	05.290 ¹⁹⁴	.2283 ⁶³	+0.045 ¹⁰	02.353 ⁵⁶
	.3855	-0.483	05.337	.5456	+0.277	05.484	.2346	+0.055	02.409
	T 1891.632	e 0.2031		T 1896.944	e 0.2087		T 1892.893	e 0.2406	
	M 30° 52'	a 2.715		M 283° 52'	a 3.142		M 49° 45'	a 2.202	
	ω 150 9	μ 80° 48		ω 254 30	μ 64° 63		ω 16 4	μ 110° 20	
	Ω 135 31			Ω 331 1			Ω 313 35		
	i 15 49.6	U 4 ^a 473		i 9 15	U 5 ^a 570		i 2 33.3	U 3 ^a 267	

<i>l</i>	(230) Athamantis			(231) Vindobona			(232) Russia				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.3461	+0.318	97.548	.4715	+0.036	97.772	.4694	-0.145	97.529		
10	.3461	+0.281	97.638	.4831	+0.083	97.921	.4733	-0.193	97.684		
20	.3469	+0.236	97.728	.4941	+0.130	98.078	.4745	-0.234	97.842		
30	.3484	+0.184	97.819	.5039	+0.174	98.243	.4729	-0.267	97.999		
40	.3506	+0.126	97.910	.5123	+0.216	98.414	.4688	-0.289	98.155		
50	.3532	+0.063	98.002	.5189	+0.251	98.592	.4623	-0.301	98.306		
60	.3562	-0.002	98.095	.5236	+0.278	98.774	.4539	-0.302	98.452		
70	.3594	-0.068	98.190	.5261	+0.295	98.959	.4437	-0.293	98.593		
80	.3627	-0.132	98.287	.5262	+0.302	99.146	.4322	-0.274	98.726		
90	.3662	-0.194	98.385	.5240	+0.298	99.332	.4200	-0.248	98.852		
100	.3698	-0.251	98.484	.5197	+0.283	99.515	.4074	-0.215	98.972		
110	.3735	-0.301	98.585	.5133	+0.259	99.693	.3947	-0.178	99.084		
120	.3772	-0.343	98.688	.5052	+0.228	99.866	.3823	-0.138	99.190		
130	.3810	-0.375	98.793	.4956	+0.190	00.031	.3705	-0.095	99.291		
140	.3847	-0.397	98.900	.4850	+0.147	00.189	.3596	-0.052	99.386		
150	.3882	-0.406	99.008	.4736	+0.101	00.339	.3499	-0.010	99.477		
160	.3916	-0.402	99.118	.4618	+0.055	00.482	.3415	+0.031	99.564		
170	.3948	-0.386	99.230	.4501	+0.010	00.617	.3346	+0.069	99.647		
180	.3975	-0.358	99.343	.4387	-0.033	00.745	.3293	+0.105	99.728		
190	.3995	-0.318	99.458	.4279	-0.073	00.866	.3259	+0.137	99.808		
200	.4007	-0.267	99.573	.4180	-0.110	00.982	.3244	+0.166	99.888		
210	.4010	-0.207	99.689	.4094	-0.141	01.093	.3247	+0.190	99.967		
220	.4002	-0.141	99.804	.4022	-0.168	01.200	.3270	+0.209	00.047		
230	.3984	-0.070	99.919	.3966	-0.190	01.304	.3313	+0.223	00.128		
240	.3955	+0.002	00.033	.3928	-0.206	01.406	.3376	+0.231	00.210		
250	.3917	+0.073	00.145	.3907	-0.216	01.506	.3456	+0.234	00.296		
260	.3870	+0.140	00.255	.3905	-0.221	01.606	.3552	+0.230	00.385		
270	.3817	+0.201	00.362	.3921	-0.220	01.706	.3664	+0.219	00.478		
280	.3760	+0.255	00.467	.3956	-0.213	01.807	.3787	+0.202	00.577		
290	.3703	+0.299	00.569	.4008	-0.200	01.910	.3918	+0.177	00.681		
300	.3648	+0.334	00.668	.4077	-0.182	02.016	.4052	+0.145	00.792		
310	.3597	+0.358	00.765	.4161	-0.158	02.126	.4186	+0.106	00.911		
320	.3552	+0.371	00.859	.4257	-0.128	02.241	.4316	+0.062	01.036		
330	.3516	+0.373	00.952	.4364	-0.093	02.361	.4437	+0.013	01.170		
340	.3488	+0.365	01.044	.4478	-0.054	02.488	.4543	-0.040	01.310		
350	.3470	+0.346	01.135	.4596	-0.010	02.621	.4630	-0.093	01.457		
360	.3461	+0.318	01.225	.4715	+0.036	02.762	.4694	-0.145	01.609		
<i>T</i> 1897.820			<i>e</i> 0.0619	<i>T</i> 1898.860			<i>e</i> 0.1554	<i>T</i> 1901.708			<i>e</i> 0.1712
<i>M</i> 11° 22'			<i>a</i> 2.382	<i>M</i> 164° 54'			<i>a</i> 2.920	<i>M</i> 159° 56'			<i>a</i> 2.554
<i>ω</i> 137 13			<i>μ</i> 97° 90	<i>ω</i> 263 39			<i>μ</i> 72° 15	<i>ω</i> 48 35			<i>μ</i> 88° 22
<i>Ω</i> 239 44				<i>Ω</i> 352 16				<i>Ω</i> 152 25			
<i>i</i> 9 25.2			<i>U</i> 3 ^h 677	<i>i</i> 5 8.2			<i>U</i> 4 ^h 990	<i>i</i> 6 4.4			<i>U</i> 4 ^h 080

l	(233) Asterope			(234) Barbara			(235) Carolina				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3778	+0.217	97.879	.2599	-0.292	98.620	.4514	-0.414	97.781		
10	.3809	+0.174	97.978	.2652	-0.362	98.685	.4568	-0.381	97.915		
20	.3850	+0.125	98.079	.2728	-0.425	98.751	.4624	-0.336	98.053		
30	.3899	+0.072	98.182	.2828	-0.480	98.820	.4678	-0.279	98.195		
40	.3956	+0.015	98.287	.2953	-0.525	98.893	.4728	-0.212	98.340		
50	.4019	-0.044	98.395	.3102	-0.559	98.970	.4771	-0.136	98.488		
60	.4087	-0.103	98.507	.3272	-0.580	99.053	.4806	-0.055	98.638		
70	.4157	-0.161	98.623	.3460	-0.586	99.144	.4831	+0.029	98.791		
80	.4228	-0.216	98.742	.3661	-0.575	99.243	.4844	+0.113	98.945		
90	.4298	-0.266	98.865	.3871	-0.544	99.352	.4845	+0.194	99.100		
100	.4366	-0.310	98.992	.4080	-0.491	99.472	.4836	+0.268	99.255		
110	.4430	-0.345	99.123	.4276	-0.414	99.604	.4817	+0.333	99.408		
120	.4489	-0.369	99.258	.4449	-0.314	99.747	.4790	+0.386	99.560		
130	.4540	-0.382	99.396	.4587	-0.195	99.901	.4756	+0.426	99.710		
140	.4583	-0.383	99.537	.4679	-0.061	00.064	.4718	+0.453	99.857		
150	.4615	-0.371	99.681	.4720	+0.081	00.232	.4678	+0.465	00.001		
160	.4635	-0.347	99.826	.4706	+0.220	00.401	.4636	+0.463	00.143		
170	.4642	-0.311	99.973	.4638	+0.347	00.567	.4594	+0.447	00.282		
180	.4635	-0.264	00.119	.4525	+0.454	00.725	.4554	+0.418	00.418		
190	.4613	-0.209	00.264	.4375	+0.538	00.875	.4516	+0.377	00.552		
200	.4576	-0.148	00.408	.4199	+0.597	01.013	.4480	+0.325	00.683		
210	.4526	-0.083	00.549	.4009	+0.630	01.141	.4447	+0.264	00.813		
220	.4465	-0.016	00.686	.3815	+0.640	01.257	.4416	+0.197	00.941		
230	.4394	+0.048	00.819	.3624	+0.630	01.364	.4388	+0.125	01.067		
240	.4315	+0.109	00.947	.3441	+0.603	01.462	.4364	+0.050	01.192		
250	.4232	+0.164	01.071	.3271	+0.561	01.552	.4343	-0.026	01.315		
260	.4149	+0.212	01.190	.3119	+0.507	01.635	.4326	-0.100	01.437		
270	.4068	+0.252	01.304	.2985	+0.443	01.714	.4313	-0.171	01.558		
280	.3992	+0.284	01.415	.2869	+0.371	01.788	.4306	-0.237	01.679		
290	.3924	+0.306	01.522	.2772	+0.293	01.858	.4305	-0.296	01.800		
300	.3865	+0.319	01.625	.2694	+0.210	01.926	.4312	-0.346	01.921		
310	.3818	+0.323	01.726	.2633	+0.124	01.992	.4327	-0.386	02.042		
320	.3784	+0.318	01.826	.2590	+0.037	02.055	.4349	-0.416	02.164		
330	.3762	+0.305	01.924	.2564	-0.049	02.118	.4380	-0.435	02.288		
340	.3754	+0.283	02.022	.2556	-0.134	02.181	.4418	-0.441	02.414		
350	.3760	+0.254	02.119	.2567	-0.215	02.243	.4463	-0.434	02.542		
360	.3778	+0.217	02.217	.2599	-0.292	02.306	.4514	-0.414	02.673		
T 1897.655			e 0.1015	T 1898.805			e 0.2439	T 1897.710			e 0.0614
M 353° 19'			a 2.660	M 33° 57'			a 2.386	M 73° 32'			a 2.882
ω 122 36			μ 82° 98	ω 190 7			μ 97° 67	ω 207 24			μ 73° 58
Ω 222 31				Ω 144 17				Ω 66 34			
i 7 39.1			U 4° 338	i 15 21			U 3° 686	i 9 4			U 4° 892

<i>l</i>	(237) Coelestina			(238) Hypatia			(239) Adrastea		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4273 ₅₆	-0.458 ₉	99.427 ₁₂₃	.4276 ₂₉	+0.046 ₁₀₂	99.822 ₁₂₀	.3672 ₅₇	+0.007 ₄₄	00.325 ₈₉
10	.4329 ₅₉	-0.449 ₂₂	99.550 ₁₂₆	.4247 ₂₄	-0.056 ₉₉	99.942 ₁₁₈	.3615 ₃₃	-0.037 ₄₂	00.414 ₈₈
20	.4388 ₆₁	-0.427 ₃₆	99.676 ₁₃₀	.4223 ₁₉	-0.155 ₉₄	00.060 ₁₁₆	.3582 ₉	-0.079 ₃₈	00.502 ₈₆
30	.4449 ₆₁	-0.391 ₅₀	99.806 ₁₃₄	.4204 ₁₂	-0.249 ₈₆	00.176 ₁₁₆	.3573 ₁₅	-0.117 ₃₆	00.588 ₈₈
40	.4510 ₅₇	-0.341 ₆₂	99.940 ₁₃₈	.4192 ₂	-0.335 ₇₆	00.292 ₁₁₅	.3588 ₄₀	-0.153 ₃₃	00.676 ₈₇
50	.4567 ₅₁	-0.279 ₇₂	00.078 ₁₄₁	.4190 ₈	-0.411 ₆₅	00.407 ₁₁₆	.3628 ₆₃	-0.186 ₂₉	00.763 ₈₉
60	.4618 ₄₁	-0.207 ₈₀	00.219 ₁₄₄	.4198 ₂₁	-0.476 ₅₂	00.523 ₁₁₆	.3691 ₈₇	-0.215 ₂₄	00.852 ₉₃
70	.4659 ₂₉	-0.127 ₈₆	00.363 ₁₄₆	.4219 ₃₃	-0.528 ₃₃	00.639 ₁₁₈	.3778 ₁₀₉	-0.239 ₁₉	00.945 ₉₈
80	.4688 ₁₆	-0.041 ₈₉	00.509 ₁₄₈	.4252 ₄₆	-0.566 ₂₃	00.757 ₁₂₀	.3887 ₁₃₀	-0.258 ₁₄	01.043 ₁₀₃
90	.4704 ₁	+0.048 ₈₇	00.657 ₁₄₈	.4298 ₅₇	-0.589 ₇	00.877 ₁₂₃	.4017 ₁₁₉	-0.272 ₆	01.146 ₁₁₀
100	.4705 ₁₂	+0.135 ₈₂	00.805 ₁₄₈	.4355 ₆₈	-0.596 ₁₀	01.000 ₁₂₆	.4166 ₁₆₅	-0.278 ₁	01.256 ₁₁₇
110	.4693 ₂₃	+0.217 ₇₅	00.953 ₁₄₇	.4423 ₇₇	-0.586 ₂₈	01.126 ₁₃₁	.4331 ₁₇₇	-0.277 ₁₀	01.373 ₁₂₈
120	.4670 ₃₄	+0.292 ₆₄	01.100 ₁₄₅	.4500 ₈₃	-0.558 ₄₅	01.257 ₁₃₆	.4508 ₁₉₃	-0.267 ₁₉	01.501 ₁₃₉
130	.4636 ₄₃	+0.356 ₅₂	01.245 ₁₄₂	.4583 ₈₅	-0.513 ₆₃	01.393 ₁₄₁	.4691 ₁₈₅	-0.248 ₂₈	01.640 ₁₅₁
140	.4593 ₄₈	+0.408 ₃₈	01.387 ₁₄₀	.4668 ₈₃	-0.450 ₇₉	01.534 ₁₄₇	.4876 ₁₇₉	-0.220 ₄₀	01.791 ₁₆₄
150	.4545 ₅₄	+0.446 ₂₃	01.527 ₁₃₆	.4751 ₇₇	-0.371 ₉₅	01.681 ₁₅₂	.5055 ₁₆₇	-0.180 ₄₈	01.955 ₁₇₈
160	.4493 ₅₂	+0.469 ₈	01.663 ₁₃₃	.4828 ₆₆	-0.276 ₁₀₇	01.833 ₁₅₇	.5222 ₁₄₇	-0.132 ₅₈	02.133 ₁₉₁
170	.4441 ₅₁	+0.477 ₆	01.796 ₁₃₀	.4894 ₅₁	-0.169 ₁₁₆	01.990 ₁₆₁	.5369 ₁₁₉	-0.074 ₆₄	02.324 ₂₀₃
180	.4390 ₄₈	+0.471 ₂₀	01.926 ₁₂₇	.4945 ₃₃	-0.053 ₁₂₀	02.151 ₁₆₅	.5488 ₈₆	-0.010 ₆₇	02.527 ₂₁₃
190	.4342 ₄₅	+0.451 ₃₃	02.053 ₁₂₄	.4978 ₁₄	+0.067 ₁₁₉	02.316 ₁₆₇	.5574 ₄₇	+0.057 ₆₈	02.740 ₂₂₀
200	.4297 ₄₁	+0.418 ₄₀	02.177 ₁₂₂	.4992 ₄	+0.186 ₁₁₃	02.483 ₁₆₇	.5621 ₆	+0.125 ₆₃	02.960 ₂₂₃
210	.4256 ₃₆	+0.373 ₅₄	02.299 ₁₁₉	.4988 ₂₁	+0.299 ₁₀₂	02.650 ₁₆₅	.5627 ₃₄	+0.188 ₅₅	03.183 ₂₂₁
220	.4220 ₃₂	+0.319 ₆₃	02.418 ₁₁₈	.4967 ₂₆	+0.401 ₈₇	02.815 ₁₆₄	.5593 ₇₂	+0.243 ₄₅	03.404 ₂₁₆
230	.4188 ₂₈	+0.256 ₆₉	02.536 ₁₁₆	.4931 ₄₇	+0.488 ₆₉	02.979 ₁₆₁	.5521 ₁₀₇	+0.288 ₃₂	03.620 ₂₀₇
240	.4160 ₂₃	+0.187 ₇₄	02.652 ₁₁₅	.4884 ₅₅	+0.557 ₅₁	03.140 ₁₅₇	.5414 ₁₃₅	+0.320 ₁₈	03.827 ₁₉₆
250	.4137 ₁₉	+0.113 ₇₇	02.767 ₁₁₄	.4829 ₆₁	+0.608 ₃₀	03.297 ₁₅₂	.5279 ₁₅₆	+0.338 ₆	04.023 ₁₈₃
260	.4118 ₁₅	+0.036 ₇₇	02.881 ₁₁₃	.4768 ₆₂	+0.638 ₉	03.449 ₁₄₈	.5123 ₁₆₉	+0.344 ₇	04.206 ₁₇₀
270	.4103 ₉	-0.041 ₇₆	02.994 ₁₁₂	.4706 ₆₂	+0.647 ₁₀	03.597 ₁₄₄	.4954 ₁₇₆	+0.337 ₁₇	04.376 ₁₅₇
280	.4094 ₃	-0.117 ₇₃	03.106 ₁₁₂	.4644 ₆₀	+0.637 ₂₉	03.741 ₁₄₀	.4778 ₁₇₈	+0.320 ₂₅	04.533 ₁₄₄
290	.4091 ₃	-0.190 ₆₆	03.218 ₁₁₂	.4584 ₅₆	+0.608 ₄₆	03.881 ₁₃₇	.4600 ₁₇₄	+0.295 ₃₃	04.677 ₁₃₃
300	.4094 ₁₀	-0.256 ₅₉	03.330 ₁₁₂	.4528 ₅₂	+0.562 ₆₁	04.018 ₁₃₄	.4426 ₁₆₅	+0.262 ₃₇	04.810 ₁₂₄
310	.4104 ₁₈	-0.315 ₅₁	03.442 ₁₁₃	.4476 ₄₇	+0.501 ₇₅	04.152 ₁₃₀	.4261 ₁₅₃	+0.225 ₄₁	04.934 ₁₁₄
320	.4122 ₂₅	-0.366 ₄₁	03.555 ₁₁₄	.4429 ₄₃	+0.426 ₈₅	04.282 ₁₂₈	.4108 ₁₃₈	+0.184 ₄₃	05.048 ₁₀₇
330	.4147 ₃₄	-0.407 ₂₉	03.669 ₁₁₆	.4386 ₄₀	+0.341 ₉₄	04.410 ₁₂₅	.3970 ₁₁₉	+0.141 ₄₅	05.155 ₁₀₂
340	.4181 ₄₂	-0.436 ₁₇	03.785 ₁₁₈	.4346 ₃₇	+0.247 ₉₉	04.535 ₁₂₂	.3851 ₁₀₀	+0.096 ₄₅	05.257 ₉₅
350	.4223 ₅₀	-0.453 ₅	03.903 ₁₂₀	.4309 ₃₃	+0.148 ₁₀₂	04.657 ₁₂₁	.3751 ₇₉	+0.051 ₄₄	05.352 ₉₂
360	.4273	-0.458	04.023	.4276	+0.046	04.778	.3672	+0.007	05.444
	<i>T</i> 1897.217	<i>e</i> 0.0702		<i>T</i> 1900.941	<i>e</i> 0.0902		<i>T</i> 1900.941	<i>e</i> 0.2324	
	<i>M</i> 258° 3'	<i>a</i> 2.765		<i>M</i> 54° 45'	<i>a</i> 2.907		<i>M</i> 26° 23'	<i>a</i> 2.970	
	<i>ω</i> 196 24	<i>μ</i> 78° 31		<i>ω</i> 207 3	<i>μ</i> 72° 63		<i>ω</i> 206 1	<i>μ</i> 70° 32	
	<i>Ω</i> 84 36			<i>Ω</i> 184 27			<i>Ω</i> 181 31		
	<i>i</i> 9 45.8	<i>U</i> 4° 596		<i>i</i> 12 23	<i>U</i> 4° 956		<i>i</i> 6 9	<i>U</i> 5° 119	

<i>l</i>	(240) Vanadis			(241) Germania			(242) Kriemhild		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3561	-0.076	97.935	.4400	+0.266	00.697	.4783	+0.283	98.889
10	.3459 ¹⁰²	-0.079	98.023 ⁸⁸	.4422 ²²	+0.265 ¹	00.819 ¹²²	.4706 ⁷⁷	+0.184 ⁹⁹	99.039 ¹⁵⁰
20	.3375 ⁸⁴	-0.079	98.107 ⁸⁴	.4456 ³⁴	+0.256 ⁹	00.943 ¹²⁴	.4619 ⁸⁷	+0.082 ¹⁰²	99.184 ¹⁴⁵
30	.3313 ⁶²	-0.078	98.188 ⁸¹	.4502 ⁴⁶	+0.240 ¹⁶	01.070 ¹²⁷	.4525 ⁹⁴	-0.018 ¹⁰⁰	99.322 ¹³⁸
40	.3272 ⁴¹	-0.075	98.268 ⁸⁰	.4557 ⁵⁵	+0.217 ²³	01.199 ¹²⁹	.4426 ⁹⁹	-0.113 ⁹⁵	99.455 ¹³³
50	.3254 ¹⁸	-0.070	98.345 ⁷⁷	.4620 ⁶³	+0.186 ³¹	01.332 ¹³³	.4327 ⁹⁹	-0.201 ⁸⁵	99.581 ¹²⁶
60	.3259 ⁵	-0.063	98.423 ⁷⁸	.4688 ⁶⁸	+0.150 ³⁶	01.468 ¹³⁶	.4232 ⁹⁵	-0.279 ⁷⁸	99.702 ¹²¹
70	.3287 ²⁸	-0.055	98.501 ⁷⁸	.4761 ⁷³	+0.108 ⁴²	01.610 ¹⁴¹	.4144 ⁸⁸	-0.345 ⁶¹	99.818 ¹¹⁶
80	.3337 ⁵⁰	-0.045	98.582 ⁸¹	.4836 ⁷⁵	+0.061 ⁴⁷	01.756 ¹⁴⁵	.4067 ⁷⁷	-0.400 ⁵⁵	99.930 ¹¹²
90	.3408 ⁷¹	-0.034	98.664 ⁸²	.4910 ⁷⁴	+0.011 ⁵⁰	01.908 ¹⁵²	.4003 ⁶⁴	-0.442 ⁴²	00.038 ¹⁰⁸
100	.3498 ⁹⁰	-0.021	98.749 ⁸⁵	.4980 ⁷¹	-0.042 ⁵³	02.064 ¹⁵⁶	.3954 ⁴⁹	-0.471 ²⁹	00.144 ¹⁰⁰
110	.3607 ¹⁰⁹	-0.007	98.838 ⁸⁰	.5045 ⁶⁵	-0.095 ⁵³	02.226 ¹⁶²	.3922 ³²	-0.487 ¹⁶	00.247 ¹⁰³
120	.3733 ¹²⁶	+0.008	98.933 ⁹⁵	.5102 ⁵⁷	-0.147 ⁵²	02.392 ¹⁶⁶	.3910 ¹²	-0.491 ⁴	00.349 ¹⁰²
130	.3873 ¹⁴⁰	+0.023	99.033 ¹⁰⁰	.5149 ⁴⁷	-0.194 ⁴⁷	02.562 ¹⁷⁰	.3917 ⁷	-0.481 ¹⁰	00.452 ¹⁰³
140	.4023 ¹⁵⁰	+0.039	99.140 ¹⁰⁷	.5185 ³⁹	-0.236 ⁴²	02.735 ¹⁷³	.3943 ²⁶	-0.459 ²²	00.555 ¹⁰³
150	.4180 ¹⁵⁷	+0.055	99.255 ¹¹⁵	.5209 ²⁴	-0.272 ³⁶	02.911 ¹⁷⁶	.3986 ⁴³	-0.424 ³¹	00.659 ¹⁰⁴
160	.4339 ¹⁵⁹	+0.071	99.378 ¹²³	.5221 ¹²	-0.298 ²⁶	03.088 ¹⁷⁷	.4044 ⁵⁸	-0.377 ⁴⁷	00.766 ¹⁰⁷
170	.4495 ¹⁵⁶	+0.085	99.512 ¹³⁴	.5219 ²	-0.314 ¹⁶	03.266 ¹⁷⁸	.4116 ⁷²	-0.318 ⁵⁹	00.877 ¹¹¹
180	.4643 ¹⁴⁸	+0.097	99.654 ¹⁴²	.5205 ¹⁴	-0.320 ⁶	03.443 ¹⁷⁷	.4116 ⁸²	-0.247 ⁷¹	00.991 ¹¹⁴
190	.4778 ¹³⁵	+0.107	99.806 ¹⁵²	.5179 ²⁶	-0.316 ⁴	03.619 ¹⁷⁶	.4287 ⁸²	-0.166 ⁸¹	01.110 ¹¹⁹
200	.4893 ¹¹⁵	+0.113	99.968 ¹⁶²	.5143 ²⁶	-0.300 ¹⁶	03.792 ¹⁷³	.4380 ⁹³	-0.077 ⁸⁹	01.234 ¹²⁴
210	.4982 ⁸⁹	+0.115	00.137 ¹⁶⁹	.5096 ⁴⁷	-0.275 ²⁵	03.962 ¹⁷⁰	.4475 ⁹⁵	+0.019 ⁹⁶	01.364 ¹³⁰
220	.5043 ⁶¹	+0.113	00.313 ¹⁷⁶	.5041 ⁵³	-0.242 ³³	04.128 ¹⁶⁶	.4568 ⁹³	+0.118 ⁹⁹	01.499 ¹³⁵
230	.5071 ²⁸	+0.107	00.492 ¹⁷⁹	.4979 ⁶²	-0.203 ³⁹	04.289 ¹⁶¹	.4655 ⁸⁷	+0.217 ⁹⁹	01.640 ¹⁴¹
240	.5065 ⁶	+0.097	00.672 ¹⁸⁰	.4913 ⁶⁶	-0.158 ⁴⁵	04.445 ¹⁵⁶	.4734 ⁷⁹	+0.313 ⁹⁶	01.787 ¹⁴⁷
250	.5025 ⁴⁰	+0.082	00.849 ¹⁷⁷	.4843 ⁷⁰	-0.110 ⁴⁸	04.597 ¹⁵²	.4804 ⁷⁰	+0.402 ⁸⁹	01.939 ¹⁵²
260	.4953 ⁷²	+0.066	01.023 ¹⁷⁴	.4773 ⁷⁰	-0.060 ⁵⁰	04.744 ¹⁴⁷	.4864 ⁶⁰	+0.481 ⁷⁹	02.096 ¹⁵⁷
270	.4854 ⁵⁹	+0.047	01.189 ¹⁰⁶	.4704 ⁶⁹	-0.010 ⁵⁰	04.886 ¹⁴²	.4913 ⁴⁶	+0.545 ⁶⁴	02.256 ¹⁶⁰
280	.4730 ¹²⁴	+0.027	01.347 ¹⁵⁸	.4637 ⁶⁷	+0.039 ⁴⁹	05.024 ¹³⁸	.4950 ³⁷	+0.593 ⁴⁸	02.420 ¹⁶⁴
290	.4590 ¹⁴⁰	+0.009	01.496 ¹⁴⁹	.4575 ⁶²	+0.085 ⁴⁶	05.158 ¹³⁴	.4974 ²⁴	+0.621 ²⁸	02.586 ¹⁶⁶
300	.4437 ¹⁵³	-0.009	01.635 ¹³⁹	.4519 ⁵⁶	+0.128 ⁴³	05.288 ¹³⁰	.4986 ¹²	+0.629 ⁸	02.753 ¹⁶⁷
310	.4278 ¹⁵⁹	-0.026	01.764 ¹²⁹	.4472 ⁴⁷	+0.167 ³⁶	05.415 ¹²⁷	.4985 ¹	+0.616 ¹³	02.921 ¹⁶⁸
320	.4118 ¹⁶⁰	-0.040	01.884 ¹²⁰	.4434 ³⁸	+0.200 ³³	05.540 ¹²⁵	.4972 ¹³	+0.582 ³⁴	03.088 ¹⁶⁷
330	.3963 ¹⁵⁵	-0.053	01.996 ¹¹²	.4408 ²⁰	+0.226 ²⁶	05.663 ¹²³	.4946 ²⁶	+0.529 ⁵³	03.253 ¹⁶⁵
340	.3816 ¹⁴⁷	-0.063	02.101 ¹⁰⁵	.4393 ¹⁵	+0.246 ²⁰	05.785 ¹²²	.4905 ⁴¹	+0.460 ⁶⁰	03.416 ¹⁶³
350	.3681 ¹³⁵	-0.070	02.199 ⁹⁸	.4390 ³	+0.260 ¹⁴	05.906 ¹²¹	.4850 ⁵⁵	+0.377 ⁸³	03.576 ¹⁶⁰
360	.3561 ¹²⁰	-0.076	02.290 ⁹¹	.4400 ¹⁰	+0.266 ⁶	06.028 ¹²²	.4783 ⁶⁷	+0.283 ⁹⁴	03.731 ¹⁵⁵
	<i>T</i> 1901.543	<i>e</i> 0.2063		<i>T</i> 1904.363	<i>e</i> 0.0956		<i>T</i> 1889.989	<i>e</i> 0.1234	
	<i>M</i> 262° 21'	<i>a</i> 2.667		<i>M</i> 259° 28'	<i>a</i> 3.052		<i>M</i> 307° 50'	<i>a</i> 2.862	
	<i>ω</i> 298 15	<i>μ</i> 82° 06		<i>ω</i> 73 38	<i>μ</i> 67° 53		<i>ω</i> 274 28	<i>μ</i> 74° 36	
	<i>Ω</i> 114 49			<i>Ω</i> 271 57			<i>Ω</i> 208 8		
	<i>i</i> 2 6	<i>U</i> 4 ^h 355		<i>i</i> 5 30.7	<i>U</i> 5 ^h 331		<i>i</i> 11 17	<i>U</i> 4 ^h 842	

<i>l</i>	(243) Ida			(244) Sita			(245) Vera				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.4490	+0.032	98.927	.2745	+0.045	00.628	.4005	-0.202	00.246		
10	.4458	+0.039	99.056	.2733	+0.030	00.695	.3957	-0.178	00.347		
20	.4429	+0.045	99.183	.2736	+0.014	00.762	.3930	-0.150	00.446		
30	.4403	+0.050	99.309	.2755	-0.002	00.829	.3925	-0.119	00.545		
40	.4382	+0.053	99.433	.2789	-0.018	00.897	.3942	-0.084	00.644		
50	.4367	+0.055	99.556	.2838	-0.034	00.967	.3980	-0.047	00.744		
60	.4357	+0.055	99.679	.2900	-0.050	01.038	.4039	-0.008	00.847		
70	.4353	+0.053	99.801	.2974	-0.065	01.112	.4118	+0.032	00.952		
80	.4356	+0.050	99.923	.3059	-0.078	01.188	.4215	+0.074	01.062		
90	.4365	+0.046	00.046	.3153	-0.090	01.268	.4327	+0.115	01.178		
100	.4380	+0.040	00.169	.3253	-0.099	01.351	.4454	+0.156	01.300		
110	.4399	+0.033	00.293	.3357	-0.106	01.438	.4594	+0.194	01.430		
120	.4423	+0.025	00.418	.3461	-0.110	01.530	.4742	+0.229	01.569		
130	.4451	+0.016	00.545	.3562	-0.110	01.626	.4894	+0.260	01.718		
140	.4483	+0.006	00.674	.3657	-0.107	01.727	.5046	+0.284	01.878		
150	.4517	-0.004	00.804	.3743	-0.100	01.832	.5194	+0.300	02.049		
160	.4553	-0.014	00.937	.3817	-0.089	01.941	.5333	+0.307	02.232		
170	.4589	-0.024	01.072	.3874	-0.075	02.053	.5457	+0.303	02.426		
180	.4624	-0.033	01.209	.3911	-0.058	02.167	.5560	+0.288	02.631		
190	.4657	-0.041	01.348	.3928	-0.039	02.282	.5637	+0.262	02.844		
200	.4687	-0.048	01.489	.3925	-0.018	02.398	.5685	+0.225	03.064		
210	.4713	-0.054	01.632	.3901	+0.003	02.513	.5700	+0.179	03.287		
220	.4735	-0.058	01.777	.3856	+0.024	02.627	.5680	+0.126	03.510		
230	.4751	-0.060	01.923	.3793	+0.043	02.738	.5627	+0.069	03.729		
240	.4762	-0.060	02.070	.3715	+0.060	02.846	.5544	+0.012	03.941		
250	.4766	-0.058	02.218	.3625	+0.075	02.949	.5435	-0.044	04.144		
260	.4763	-0.055	02.366	.3527	+0.087	03.048	.5305	-0.095	04.337		
270	.4754	-0.050	02.513	.3423	+0.096	03.142	.5159	-0.140	04.516		
280	.4740	-0.043	02.659	.3318	+0.101	03.232	.5003	-0.177	04.684		
290	.4719	-0.035	02.804	.3214	+0.103	03.318	.4844	-0.206	04.841		
300	.4693	-0.026	02.948	.3115	+0.101	03.400	.4688	-0.227	04.986		
310	.4663	-0.016	03.090	.3024	+0.097	03.479	.4538	-0.239	05.122		
320	.4630	-0.006	03.229	.2942	+0.091	03.554	.4398	-0.244	05.248		
330	.4595	+0.004	03.367	.2872	+0.082	03.627	.4272	-0.243	05.367		
340	.4560	+0.014	03.502	.2815	+0.071	03.697	.4163	-0.235	05.480		
350	.4524	+0.023	03.635	.2772	+0.059	03.766	.4074	-0.221	05.588		
360	.4490	+0.032	03.766	.2745	+0.045	03.834	.4005	-0.202	05.692		
<i>T</i> 1898.696			<i>e</i> 0.0474	<i>T</i> 1900.777			<i>e</i> 0.1370	<i>T</i> 1897.217			<i>e</i> 0.2015
<i>M</i> 276° 49'			<i>a</i> 2.861	<i>M</i> 6° 50'			<i>a</i> 2.174	<i>M</i> 141° 1'			<i>a</i> 3.095
<i>ω</i> 104 59			<i>μ</i> 74° 38	<i>ω</i> 164 29			<i>μ</i> 112° 28	<i>ω</i> 326 19			<i>μ</i> 66° 10
<i>Ω</i> 326 +				<i>Ω</i> 208 39				<i>Ω</i> 62 2			
<i>i</i> 1 9.3			<i>U</i> 4° 39	<i>i</i> 2 49.7			<i>U</i> 3° 206	<i>i</i> 5 11.3			<i>U</i> 5° 446

l	(246) Asporina			(247) Eukrate			(248) Lamcia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4352	-0.226	00.551	.3544	-0.004	01.730	.4009	+0.162	02.073
10	.4412	-0.353	00.684	.3401	+0.174	01.825	.4055	+0.149	02.186
20	.4460	-0.473	00.820	.3258	+0.335	01.913	.4098	+0.131	02.302
30	.4497	-0.579	00.959	.3126	+0.477	01.996	.4135	+0.108	02.421
40	.4526	-0.667	01.100	.3011	+0.599	02.074	.4164	+0.082	02.542
50	.4548	-0.734	01.243	.2920	+0.700	02.149	.4185	+0.052	02.663
60	.4563	-0.779	01.387	.2862	+0.781	02.221	.4198	+0.021	02.784
70	.4573	-0.800	01.532	.2840	+0.844	02.292	.4201	-0.011	02.907
80	.4578	-0.796	01.678	.2857	+0.889	02.363	.4193	-0.043	03.031
90	.4577	-0.766	01.824	.2916	+0.916	02.435	.4176	-0.073	03.154
100	.4570	-0.712	01.969	.3018	+0.924	02.509	.4151	-0.100	03.274
110	.4556	-0.635	02.113	.3162	+0.912	02.588	.4118	+0.124	03.393
120	.4532	-0.539	02.256	.3346	+0.878	02.674	.4078	-0.144	03.510
130	.4496	-0.426	02.397	.3564	+0.817	02.768	.4034	-0.159	03.625
140	.4448	-0.301	02.536	.3807	+0.726	02.872	.3988	-0.168	03.738
150	.4386	-0.169	02.671	.4067	+0.601	02.989	.3940	-0.172	03.848
160	.4312	-0.036	02.802	.4327	+0.438	03.121	.3890	-0.172	03.955
170	.4227	+0.093	02.928	.4572	+0.238	03.269	.3842	-0.166	04.060
180	.4134	+0.215	03.050	.4784	+0.006	03.434	.3798	-0.154	04.164
190	.4039	+0.325	03.166	.4949	-0.248	03.613	.3758	-0.139	04.265
200	.3946	+0.420	03.277	.5058	-0.507	03.805	.3722	-0.120	04.364
210	.3858	+0.499	03.384	.5110	-0.754	04.004	.3692	-0.098	04.462
220	.3783	+0.562	03.486	.5107	-0.970	04.205	.3668	-0.073	04.558
230	.3724	+0.608	03.586	.5058	-1.145	04.404	.3651	-0.047	04.654
240	.3682	+0.637	03.683	.4976	-1.272	04.596	.3642	-0.019	04.749
250	.3661	+0.649	03.779	.4871	-1.348	04.780	.3639	+0.010	04.844
260	.3661	+0.645	03.874	.4755	-1.376	04.956	.3644	+0.038	04.939
270	.3682	+0.624	03.970	.4633	-1.360	05.121	.3657	+0.065	05.034
280	.3722	+0.586	04.067	.4512	-1.304	05.278	.3677	+0.090	05.130
290	.3780	+0.532	04.167	.4395	-1.212	05.426	.3704	+0.113	05.227
300	.3852	+0.461	04.269	.4281	-1.088	05.567	.3736	+0.133	05.326
310	.3935	+0.374	04.375	.4169	-0.939	05.701	.3773	+0.149	05.426
320	.4024	+0.273	04.486	.4056	-0.769	05.827	.3815	+0.162	05.528
330	.4114	+0.159	04.601	.3940	-0.584	05.947	.3861	+0.170	05.632
340	.4201	+0.035	04.720	.3817	-0.390	06.061	.3910	+0.172	05.738
350	.4281	-0.095	04.844	.3684	-0.194	06.169	.3960	+0.169	05.847
360	.4352	-0.226	04.974	.3544	-0.004	06.269	.4009	+0.162	05.958
	T 1890.044	e 0.1053		T 1904.336	e 0.2412		T 1904.281	e 0.0645	
	M 316°40'	a 2.6945		M 172°40'	a 2.7415		M 309°47'	a 2.471	
	ω 94 5	μ 81°40		ω 53 47	μ 79°30		ω 1 10	μ 92°68	
	Ω 162 46			Ω 0 13.5			Ω 246 36		
	i 15 37.7	U 4 ^a 423		i 25 4.4	U 4 ^a 539		i 4 0.9	U 3 ^a 885	

<i>l</i>	(249) Ilse			(250) Bettina			(251) Sophia				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.2718	+0.136	00.533	.4921	-0.308	97.092	.4818	-0.221	96.655		
10	.2687	+0.183	00.598	.4840	-0.188	97.246	.4735	-0.301	96.800		
20	.2678	+0.225	00.662	.4757	-0.067	97.394	.4657	-0.370	96.940		
30	.2692	+0.260	00.727	.4673	+0.051	97.536	.4584	-0.426	97.076		
40	.2731	+0.290	00.792	.4593	+0.164	97.673	.4518	-0.468	97.207		
50	.2794	+0.314	00.859	.4519	+0.268	97.804	.4465	-0.496	97.335		
60	.2881	+0.330	00.928	.4452	+0.362	97.931	.4427	-0.510	97.459		
70	.2990	+0.338	01.000	.4396	+0.442	98.055	.4403	-0.510	97.582		
80	.3120	+0.337	01.076	.4354	+0.509	98.176	.4395	-0.496	97.705		
90	.3269	+0.327	01.158	.4329	+0.562	98.295	.4402	-0.469	97.827		
100	.3432	+0.307	01.245	.4322	+0.599	98.414	.4423	-0.429	97.950		
110	.3606	+0.275	01.340	.4334	+0.620	98.533	.4458	-0.377	98.074		
120	.3784	+0.232	01.442	.4365	+0.626	98.652	.4505	-0.313	98.201		
130	.3960	+0.177	01.554	.4416	+0.615	98.773	.4561	-0.238	98.331		
140	.4127	+0.112	01.674	.4485	+0.588	98.900	.4623	-0.155	98.465		
150	.4278	+0.037	01.804	.4569	+0.544	99.030	.4690	-0.064	98.603		
160	.4404	-0.044	01.942	.4665	+0.481	99.165	.4761	+0.031	98.745		
170	.4501	-0.127	02.088	.4770	+0.401	99.307	.4832	+0.128	98.892		
180	.4563	-0.208	02.239	.4879	+0.305	99.456	.4901	+0.225	99.043		
190	.4587	-0.283	02.393	.4987	+0.195	99.613	.4966	+0.318	99.199		
200	.4573	-0.347	02.547	.5089	+0.072	99.778	.5025	+0.403	99.360		
210	.4523	-0.397	02.700	.5181	-0.059	99.950	.5078	+0.477	99.525		
220	.4442	-0.430	02.847	.5260	-0.192	00.129	.5125	+0.538	99.693		
230	.4334	-0.447	02.988	.5322	-0.323	00.314	.5167	+0.582	99.865		
240	.4205	-0.447	03.122	.5366	-0.446	00.504	.5203	+0.609	00.042		
250	.4061	-0.432	03.248	.5392	-0.556	00.697	.5230	+0.617	00.220		
260	.3907	-0.404	03.365	.5402	-0.648	00.891	.5248	+0.604	00.400		
270	.3750	-0.366	03.473	.5397	-0.718	01.085	.5256	+0.571	00.581		
280	.3594	-0.318	03.575	.5378	-0.763	01.279	.5253	+0.519	00.762		
290	.3442	-0.265	03.671	.5346	-0.783	01.471	.5238	+0.450	00.943		
300	.3297	-0.207	03.759	.5304	-0.777	01.659	.5210	+0.368	01.122		
310	.3162	-0.147	03.842	.5255	-0.746	01.843	.5169	+0.275	01.298		
320	.3040	-0.087	03.919	.5200	-0.693	02.023	.5118	+0.174	01.471		
330	.2933	-0.027	03.993	.5137	-0.620	02.198	.5056	+0.071	01.639		
340	.2842	+0.030	04.064	.5070	-0.528	02.367	.4983	-0.032	01.801		
350	.2770	+0.085	04.132	.4998	-0.422	02.531	.4902	-0.130	01.958		
360	.2718	+0.136	04.198	.4921	-0.308	02.690	.4818	-0.221	02.110		
<i>T</i> 1902.255			<i>e</i> 0.2158	<i>T</i> 1897.874			<i>e</i> 0.1224	<i>T</i> 1902.857			<i>e</i> 0.0983
<i>M</i> 160° 7'			<i>a</i> 2.377	<i>M</i> 332° 4'			<i>a</i> 3.153	<i>M</i> 335° 39'			<i>a</i> 3.099
<i>ω</i> 39 52			<i>μ</i> 98°21	<i>ω</i> 66 4			<i>μ</i> 64°31	<i>ω</i> 288 21			<i>μ</i> 65°99
<i>Ω</i> 334 42				<i>Ω</i> 25 37				<i>Ω</i> 156 49			
<i>i</i> 9 40.2			<i>U</i> 3 ² 665	<i>i</i> 12 56.5			<i>U</i> 5 ² 598	<i>i</i> 10 29.4			<i>U</i> 5 ² 455

l	(253) Mathilde			(258) Tyche			(259) Aletheia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.2972	0.000	98.378	.3146	+0.244	00.484	.5055	-0.606	98.978
10	.3057 ⁸⁵	-0.041 ⁴¹	98.449 ⁷¹	.3172 ²⁶	+0.160 ⁸⁴	00.562 ⁷⁸	.5134 ⁷⁹	-0.605 ¹	99.145 ¹⁶⁷
20	.3167 ¹¹⁰	-0.083 ⁴²	98.524 ⁷⁵	.3215 ⁴³	+0.071 ⁸⁹	00.641 ⁷⁹	.5210 ⁷⁶	-0.584 ²¹	99.319 ¹⁷⁴
30	.3300 ¹³³	-0.124 ⁴¹	98.603 ⁷⁹	.3273 ⁵⁸	-0.022 ⁹³	00.721 ⁸⁰	.5280 ⁷⁰	-0.544 ⁴⁰	99.498 ¹⁷⁹
40	.3453 ¹⁵³	-0.166 ⁴²	98.688 ⁸⁵	.3345 ⁷²	-0.117 ⁹⁵	00.804 ⁸³	.5340 ⁶⁰	-0.485 ⁵⁹	99.683 ¹⁸⁵
50	.3624 ¹⁷¹	-0.205 ³⁹	98.779 ⁹¹	.3429 ⁸⁴	-0.212 ⁹⁵	00.890 ⁸⁶	.5385 ⁴⁵	-0.407 ⁷⁸	99.872 ¹⁸⁹
60	.3811 ¹⁸⁷	-0.242 ³⁷	98.878 ⁹⁹	.3526 ¹⁰⁸	-0.305 ⁹⁷	00.980 ⁹⁹	.5414 ²⁹	-0.314 ⁹³	00.065 ¹⁹³
70	.4009 ¹⁹⁸	-0.275 ³³	98.986 ¹⁰⁸	.3634 ¹⁰⁸	-0.394 ⁸⁹	01.074 ⁹⁴	.5424 ¹⁰	-0.209 ¹⁰⁵	00.260 ¹⁹⁵
80	.4215 ²⁰⁶	-0.303 ²⁸	99.105 ¹¹⁹	.3753 ¹¹⁹	-0.477 ⁸³	01.173 ⁹⁹	.5415 ⁹	-0.097 ¹¹²	00.455 ¹⁹⁵
90	.4421 ²⁰⁶	-0.322 ¹⁹	99.235 ¹³⁰	.3882 ¹²⁹	-0.550 ⁷³	01.278 ¹⁰⁵	.5386 ²⁹	+0.018 ¹¹⁵	00.648 ¹⁹³
100	.4621 ²⁰⁰	-0.332 ¹⁰	99.378 ¹⁴³	.4020 ¹³⁸	-0.611 ⁶¹	01.390 ¹¹²	.5337 ⁴⁹	+0.129 ¹¹¹	00.837 ¹⁸⁹
110	.4806 ¹⁸⁵	-0.331 ¹	99.535 ¹⁵⁷	.4164 ¹⁴⁴	-0.657 ⁴⁶	01.509 ¹¹⁹	.5270 ⁶⁷	+0.233 ¹⁰⁴	01.021 ¹⁸⁴
120	.4969 ¹⁶³	-0.316 ¹⁵	99.704 ¹⁶⁹	.4312 ¹⁴⁸	-0.685 ²⁸	01.637 ¹²⁸	.5190 ⁸⁰	+0.327 ⁹⁹	01.200 ¹⁷⁹
130	.5100 ¹³¹	-0.289 ²⁷	99.886 ¹⁸²	.4459 ¹⁴⁷	-0.693 ⁸	01.773 ¹³⁶	.5100 ⁹⁰	+0.406 ⁷⁹	01.372 ¹⁷²
140	.5193 ⁹³	-0.247 ⁴²	00.077 ¹⁹¹	.4599 ¹⁴⁰	-0.678 ¹⁵	01.919 ¹⁴⁶	.5005 ⁹⁵	+0.469 ⁶³	01.536 ¹⁶⁴
150	.5240 ⁴⁷	-0.194 ⁵³	00.275 ¹⁹⁵	.4726 ¹²⁷	-0.638 ⁴⁰	02.074 ¹⁵⁵	.4910 ⁹⁵	+0.515 ⁴⁶	01.693 ¹⁵⁷
160	.5238 ²	-0.133 ⁶¹	00.474 ¹⁹⁹	.4833 ¹⁰⁷	-0.572 ⁶⁶	02.238 ¹⁶⁴	.4817 ⁹³	+0.544 ²⁹	01.844 ¹⁵¹
170	.5186 ⁵²	-0.067 ⁶⁶	00.671 ¹⁹⁷	.4912 ⁷⁹	-0.481 ⁹¹	02.409 ¹⁷¹	.4731 ⁸⁶	+0.556 ¹²	01.989 ¹⁴⁵
180	.5089 ⁹⁷	0.000 ⁶⁷	00.862 ¹⁹¹	.4956 ⁴¹	-0.369 ¹¹²	02.585 ¹⁷⁶	.4655 ⁷⁶	+0.552 ⁴	02.128 ¹³⁹
190	.4952 ¹³⁷	+0.063 ⁶³	01.042 ¹⁸⁰	.4960 ⁴	-0.242 ¹²⁷	02.763 ¹⁷⁸	.4591 ⁶⁴	+0.533 ¹⁰	02.263 ¹³⁵
200	.4782 ¹⁷⁰	+0.120 ⁵⁷	01.210 ¹⁶⁸	.4921 ³⁹	-0.106 ¹³⁶	02.939 ¹⁷⁶	.4538 ⁵³	+0.500 ³³	02.394 ¹³¹
210	.4587 ¹⁹⁵	+0.167 ⁴⁷	01.365 ¹⁵⁵	.4842 ⁷⁹	+0.031 ¹³⁷	03.111 ¹⁷²	.4498 ⁴⁰	+0.454 ⁴⁶	02.522 ¹²⁸
220	.4379 ²⁰⁸	+0.205 ³⁸	01.505 ¹⁴⁰	.4726 ¹¹⁶	+0.161 ¹³⁰	03.275 ¹⁶⁴	.4472 ²⁶	+0.397 ⁵⁷	02.648 ¹²⁶
230	.4164 ²¹⁵	+0.233 ²⁸	01.633 ¹²⁸	.4581 ¹⁴⁵	+0.277 ¹¹⁶	03.430 ¹⁵⁵	.4458 ¹⁴	+0.329 ⁶⁸	02.773 ¹²⁵
240	.3952 ²¹²	+0.250 ¹⁷	01.749 ¹¹⁶	.4414 ¹⁶⁷	+0.375 ⁹⁸	03.574 ¹⁴⁴	.4456 ²	+0.252 ⁷⁷	02.898 ¹²⁵
250	.3749 ²⁰³	+0.259 ⁹	01.854 ¹⁰⁵	.4235 ¹⁷⁹	+0.453 ⁷⁸	03.706 ¹³²	.4465 ⁹	+0.168 ⁸⁴	03.023 ¹²⁵
260	.3559 ¹⁹⁰	+0.260 ¹	01.950 ⁹⁶	.4054 ¹⁸¹	+0.511 ⁵⁸	03.828 ¹²²	.4483 ¹⁸	+0.078 ⁹⁰	03.149 ¹²⁶
270	.3388 ¹⁷¹	+0.254 ⁶	02.038 ⁸⁸	.3878 ¹⁷⁶	+0.549 ³⁸	03.941 ¹¹³	.4511 ²⁸	-0.015 ⁹³	03.276 ¹²⁷
280	.3238 ¹⁵⁰	+0.242 ¹²	02.120 ⁸²	.3713 ¹⁶⁵	+0.569 ²⁰	04.045 ¹⁰⁴	.4547 ³⁶	-0.108 ⁹³	03.405 ¹²⁹
290	.3112 ¹²⁶	+0.224 ¹⁸	02.197 ⁷⁷	.3564 ¹⁴⁹	+0.572 ³	04.142 ⁹⁷	.4590 ⁴³	-0.200 ⁹²	03.537 ¹³²
300	.3012 ¹⁰⁰	+0.202 ²²	02.270 ⁷³	.3435 ¹²⁹	+0.560 ¹²	04.232 ⁹⁰	.4640 ⁵⁰	-0.288 ⁸⁸	03.671 ¹³⁴
310	.2938 ⁷⁴	+0.176 ²⁶	02.340 ⁷⁰	.3329 ¹⁰⁶	+0.534 ²⁶	04.318 ⁸⁶	.4697 ⁵⁷	-0.369 ⁸¹	03.809 ¹³⁸
320	.2891 ⁴⁷	+0.146 ³⁰	02.408 ⁶⁸	.3246 ⁸³	+0.496 ³⁸	04.400 ⁸²	.4759 ⁶²	-0.443 ⁷⁴	03.950 ¹⁴¹
330	.2871 ²⁰	+0.113 ³³	02.475 ⁶⁷	.3187 ⁵⁹	+0.447 ⁴⁹	04.480 ⁸⁰	.4827 ⁶⁸	-0.506 ⁶³	04.096 ¹⁴⁶
340	.2878 ⁷	+0.077 ³⁶	02.542 ⁶⁷	.3151 ³⁶	+0.388 ⁵⁹	04.558 ⁷⁸	.4900 ⁷³	-0.555 ⁴⁹	04.246 ¹⁵⁰
350	.2912 ³⁴	+0.040 ³⁷	02.610 ⁶⁸	.3138 ¹³	+0.320 ⁶⁸	04.635 ⁷⁷	.4976 ⁷⁶	-0.588 ³³	04.402 ¹⁵⁶
360	.2972 ⁶⁰	0.000 ⁴⁰	02.679 ⁶⁹	.3146 ⁸	+0.244 ⁷⁶	04.712 ⁷⁷	.5055 ⁷⁹	-0.606 ¹⁸	04.564 ¹⁶²
	T 1901.269	e 0.2667		T 1903.350	e 0.2054		T 1899.900	e 0.1105	
	M 256°52'	a 2.645		M 243°10'	a 2.6145		M 162°11'	a 3.148	
	ω 153 39	μ 83°70		ω 152 52	μ 85°15		ω 156 52	μ 64°45	
	Ω 180 0			Ω 207 43			Ω 88 29		
	i 6 38.3	U 4°301		i 14 15	U 4°228		i 10 42.7	U 5°586	

<i>l</i>	(261) Pymno			(262) Valda			(263) Dresda		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4014	—0.159	00.729	.3438	—0.187	98.762	.4277	+0.037	01.121
10	.3982	—0.159	00.844	.3324	—0.140	98.847	.4267	+0.028	01.238
20	.3939	—0.153	00.957	.3227	—0.091	98.928	.4266	+0.018	01.355
30	.3888	—0.143	01.068	.3148	—0.042	99.006	.4274	+0.008	01.472
40	.3831	—0.128	01.177	.3089	+0.007	99.081	.4292	—0.002	01.590
50	.3768	—0.110	01.282	.3050	+0.054	99.155	.4318	—0.013	01.709
60	.3702	—0.088	01.384	.3032	+0.099	99.227	.4353	—0.023	01.830
70	.3635	—0.065	01.483	.3036	+0.142	99.300	.4395	—0.033	01.953
80	.3568	—0.041	01.580	.3061	+0.182	99.374	.4443	—0.042	02.078
90	.3505	—0.016	01.674	.3109	+0.217	99.449	.4495	—0.050	02.206
100	.3446	+0.009	01.764	.3179	+0.248	99.525	.4550	—0.057	02.337
110	.3393	+0.033	01.852	.3270	+0.273	99.604	.4607	—0.062	02.472
120	.3347	+0.055	01.939	.3381	+0.292	99.687	.4665	—0.065	02.611
130	.3310	+0.076	02.024	.3511	+0.305	99.774	.4721	—0.066	02.753
140	.3282	+0.094	02.107	.3657	+0.309	99.868	.4772	—0.066	02.899
150	.3265	+0.109	02.190	.3815	+0.304	99.968	.4818	—0.063	03.048
160	.3258	+0.121	02.272	.3982	+0.290	00.076	.4859	—0.058	03.200
170	.3263	+0.130	02.354	.4152	+0.265	00.193	.4892	—0.051	03.355
180	.3279	+0.135	02.436	.4320	+0.229	00.319	.4913	—0.042	03.512
190	.3306	+0.136	02.519	.4478	+0.182	00.455	.4924	—0.032	03.670
200	.3343	+0.134	02.604	.4619	+0.126	00.601	.4925	—0.021	03.828
210	.3389	+0.128	02.691	.4738	+0.061	00.756	.4915	—0.009	03.986
220	.3443	+0.117	02.779	.4828	—0.010	00.919	.4894	+0.003	04.143
230	.3505	+0.103	02.870	.4883	—0.083	01.087	.4864	+0.015	04.298
240	.3572	+0.086	02.963	.4901	—0.153	01.258	.4826	+0.026	04.451
250	.3642	+0.066	03.059	.4881	—0.218	01.429	.4780	+0.036	04.601
260	.3711	+0.042	03.159	.4825	—0.273	01.597	.4728	+0.045	04.747
270	.3779	+0.017	03.262	.4737	—0.316	01.760	.4673	+0.052	04.890
280	.3843	—0.010	03.368	.4622	—0.346	01.915	.4616	+0.057	05.029
290	.3901	—0.037	03.477	.4487	—0.362	02.061	.4558	+0.061	05.164
300	.3952	—0.063	03.589	.4337	—0.364	02.198	.4502	+0.063	05.296
310	.3992	—0.088	03.703	.4179	—0.355	02.326	.4450	+0.062	05.425
320	.4021	—0.111	03.819	.4019	—0.336	02.444	.4402	+0.060	05.550
330	.4038	—0.130	03.936	.3861	—0.308	02.554	.4359	+0.056	05.673
340	.4042	—0.145	04.054	.3709	—0.272	02.657	.4323	+0.051	05.794
350	.4034	—0.155	04.172	.3567	—0.232	02.755	.4295	+0.045	05.913
360	.4014	—0.159	04.289	.3438	—0.187	02.843	.4277	+0.037	06.031
	<i>T</i> 1897.874	<i>e</i> 0.0900		<i>T</i> 1901.379	<i>e</i> 0.2119		<i>T</i> 1903.131	<i>e</i> 0.0760	
	<i>M</i> 275° 46'	<i>a</i> 2.331		<i>M</i> 189° 5'	<i>a</i> 2.554		<i>M</i> 133° 52'	<i>a</i> 2.889	
	<i>ω</i> 63 7	<i>μ</i> 101° 13		<i>ω</i> 22 36	<i>μ</i> 88° 22		<i>ω</i> 158 6	<i>μ</i> 73° 31	
	<i>Ω</i> 96 21			<i>Ω</i> 38 37			<i>Ω</i> 217 37		
	<i>i</i> 3 38.5	<i>U</i> 3° 560		<i>i</i> 7 44	<i>U</i> 4° 081		<i>i</i> 1 17	<i>U</i> 4° 910	

l	(264) Libussa			(265) Anna			(266) Aline				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.3855	-0.343	00.602	.4352	+0.546	00.091	.3708	+0.464	98.214		
10	.3833	-0.287	00.702	.4446	+0.761	00.247	.3694	+0.402	98.309		
20	.3825	-0.223	00.801	.4492	+0.951	00.407	.3697	+0.329	98.404		
30	.3832	-0.153	00.900	.4499	+1.106	00.570	.3715	+0.248	98.499		
40	.3852	-0.078	01.000	.4474	+1.218	00.733	.3748	+0.159	98.595		
50	.3883	0.000	01.101	.4425	+1.285	00.892	.3794	+0.063	98.693		
60	.3925	+0.079	01.204	.4360	+1.308	01.047	.3851	-0.037	98.794		
70	.3976	+0.157	01.309	.4284	+1.287	01.197	.3917	-0.139	98.897		
80	.4037	+0.233	01.417	.4199	+1.225	01.342	.3990	-0.239	99.003		
90	.4107	+0.305	01.528	.4106	+1.126	01.481	.4071	-0.336	99.113		
100	.4186	+0.370	01.643	.4005	+0.996	01.614	.4160	-0.427	99.228		
110	.4272	+0.427	01.763	.3893	+0.840	01.741	.4255	-0.509	99.348		
120	.4364	+0.473	01.887	.3767	+0.663	01.861	.4355	-0.580	99.473		
130	.4459	+0.506	02.017	.3624	+0.475	01.973	.4458	-0.635	99.604		
140	.4555	+0.526	02.153	.3463	+0.284	02.078	.4564	-0.674	99.742		
150	.4651	+0.530	02.295	.3284	+0.097	02.175	.4671	-0.694	99.887		
160	.4744	+0.517	02.443	.3092	-0.079	02.265	.4775	-0.692	00.039		
170	.4829	+0.486	02.597	.2895	-0.237	02.346	.4872	-0.667	00.198		
180	.4901	+0.437	02.758	.2701	-0.374	02.420	.4957	-0.618	00.365		
190	.4957	+0.372	02.924	.2522	-0.489	02.488	.5024	-0.546	00.537		
200	.4994	+0.292	03.092	.2364	-0.583	02.551	.5069	-0.452	00.714		
210	.5008	+0.201	03.262	.2239	-0.657	02.611	.5086	-0.340	00.893		
220	.4999	+0.103	03.433	.2150	-0.713	02.667	.5074	-0.215	01.072		
230	.4965	+0.002	03.603	.2103	-0.753	02.721	.5032	-0.084	01.249		
240	.4906	-0.098	03.768	.2102	-0.777	02.775	.4961	+0.047	01.422		
250	.4827	-0.191	03.928	.2146	-0.786	02.830	.4863	+0.172	01.588		
260	.4732	-0.273	04.083	.2236	-0.779	02.886	.4745	+0.284	01.745		
270	.4626	-0.342	04.230	.2372	-0.755	02.945	.4613	+0.380	01.894		
280	.4514	-0.398	04.370	.2550	-0.712	03.009	.4473	+0.459	02.034		
290	.4401	-0.439	04.503	.2766	-0.647	03.078	.4333	+0.519	02.165		
300	.4290	-0.465	04.629	.3010	-0.557	03.156	.4197	+0.559	02.288		
310	.4186	-0.476	04.749	.3269	-0.438	03.244	.4072	+0.581	02.404		
320	.4092	-0.473	04.863	.3534	-0.288	03.342	.3962	+0.587	02.514		
330	.4011	-0.457	04.973	.3789	-0.108	03.452	.3870	+0.577	02.619		
340	.3944	-0.430	05.080	.4018	+0.098	03.576	.3797	+0.553	02.720		
350	.3892	-0.392	05.184	.4209	+0.320	03.714	.3743	+0.515	02.818		
360	.3855	-0.343	05.285	.4352	+0.546	03.862	.3708	+0.464	02.913		
T 1895.629			e 0.1348	T 1902.146			e 0.2622	T 1902.693			e 0.1572
M 317° 0'			a 2.799	M 307° 48'			a 2.4225	M 325° 10'			a 2.805
ω 336 41			μ 76°88	ω 251 12			μ 95°48	ω 147 41			μ 76°62
Ω 50 4				Ω 335 23				Ω 236 20			
i 10 26.7			U 4 ^h 683	i 25 42			U 3 ^h 771	i 13 20.9			U 4 ^h 699

<i>l</i>	(268) Adorca			(269) Justitia			(270) Anahita		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.5457	-0.126	00.050	.3924	-0.090	00.495	.2773	+0.075	00.677
10	.5448	-0.137	00.246	.4084	-0.131	00.607	.2827	+0.071	00.746
20	.5419	-0.144	00.441	.4246	-0.171	00.727	.2897	+0.066	00.817
30	.5370	-0.145	00.633	.4406	-0.208	00.856	.2981	+0.059	00.890
40	.5305	-0.142	00.819	.4556	-0.241	00.995	.3076	+0.049	00.966
50	.5225	-0.134	00.999	.4693	-0.267	01.144	.3180	+0.037	01.046
60	.5135	-0.122	01.172	.4810	-0.285	01.302	.3291	+0.023	01.131
70	.5037	-0.107	01.338	.4903	-0.294	01.467	.3405	+0.007	01.220
80	.4935	-0.088	01.497	.4966	-0.291	01.639	.3519	-0.009	01.313
90	.4832	-0.068	01.648	.4997	-0.278	01.814	.3630	-0.026	01.411
100	.4730	-0.047	01.792	.4994	-0.253	01.990	.3735	-0.042	01.514
110	.4633	-0.025	01.930	.4956	-0.219	02.165	.3829	-0.058	01.622
120	.4544	-0.004	02.062	.4883	-0.178	02.335	.3907	-0.072	01.736
130	.4465	+0.017	02.189	.4781	-0.132	02.499	.3967	-0.085	01.852
140	.4398	+0.036	02.311	.4655	-0.083	02.654	.4007	-0.095	01.971
150	.4345	+0.054	02.431	.4510	-0.035	02.800	.4025	-0.101	02.091
160	.4305	+0.071	02.548	.4351	+0.011	02.936	.4019	-0.104	02.212
170	.4280	+0.085	02.663	.4184	+0.054	03.062	.3990	-0.103	02.332
180	.4271	+0.096	02.777	.4017	+0.092	03.179	.3941	-0.099	02.450
190	.4278	+0.105	02.891	.3854	+0.124	03.287	.3872	-0.091	02.565
200	.4301	+0.112	03.006	.3699	+0.151	03.387	.3787	-0.080	02.676
210	.4339	+0.115	03.122	.3558	+0.171	03.481	.3688	-0.068	02.782
220	.4391	+0.115	03.241	.3433	+0.186	03.569	.3580	-0.056	02.883
230	.4456	+0.112	03.363	.3326	+0.195	03.653	.3467	-0.041	02.979
240	.4533	+0.106	03.489	.3239	+0.199	03.733	.3352	-0.023	03.070
250	.4620	+0.096	03.620	.3174	+0.197	03.810	.3239	-0.007	03.157
260	.4716	+0.084	03.756	.3134	+0.191	03.885	.3131	+0.008	03.239
270	.4817	+0.068	03.899	.3118	+0.180	03.960	.3031	+0.022	03.318
280	.4920	+0.049	04.049	.3126	+0.165	04.034	.2941	+0.035	03.393
290	.5023	+0.028	04.207	.3157	+0.145	04.109	.2864	+0.046	03.465
300	.5123	+0.004	04.372	.3210	+0.121	04.185	.2801	+0.056	03.535
310	.5215	-0.021	04.545	.3285	+0.093	04.264	.2753	+0.064	03.603
320	.5296	-0.045	04.725	.3381	+0.062	04.346	.2723	+0.070	03.670
330	.5363	-0.069	04.911	.3495	+0.028	04.432	.2710	+0.075	03.736
340	.5414	-0.091	05.101	.3625	-0.010	04.523	.2713	+0.077	03.802
350	.5446	-0.110	05.295	.3769	-0.049	04.620	.2734	+0.077	03.868
360	.5457	-0.126	05.492	.3924	-0.090	04.724	.2773	+0.075	03.936
	<i>T</i> 1900.886	<i>e</i> 0.1357		<i>T</i> 1900.830	<i>e</i> 0.2132		<i>T</i> 1903.569	<i>e</i> 0.1504	
	<i>M</i> 234°28'	<i>a</i> 3.094		<i>M</i> 91°35'	<i>a</i> 2.615		<i>M</i> 339°35'	<i>a</i> 2.198	
	<i>ω</i> 58 53	<i>μ</i> 66°15		<i>ω</i> 115 31	<i>μ</i> 85°12		<i>ω</i> 78 13	<i>μ</i> 110°45	
	<i>Ω</i> 121 46			<i>Ω</i> 157 29			<i>Ω</i> 254 29		
	<i>i</i> 2 25	<i>U</i> 5 ^a 442		<i>i</i> 5 26	<i>U</i> 4 ^a 229		<i>i</i> 2 21.7	<i>U</i> 3 ^a 259	

l	(271) Penthesilea			(274) Philagoria			(276) Adelheid				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.4365	+0.067	97.923	.5257	-0.215	01.161	.5006	+0.655	01.753		
10	.4338 ²⁷	+0.093 ²⁶	98.043 ¹²⁰	.5299 ⁴²	-0.216 ¹	01.344 ¹⁸³	.5002 ⁴	+0.459 ¹⁹⁶	01.924 ¹⁷¹		
20	.4323 ¹⁵	+0.116 ²³	98.161 ¹¹⁸	.5325 ²⁶	-0.210 ⁶	01.530 ¹⁸⁶	.4980 ²²	+0.248 ²¹¹	02.093 ¹⁶⁹		
30	.4320 ³	+0.135 ¹⁹	98.279 ¹¹⁸	.5334 ⁹	-0.197 ¹³	01.717 ¹⁸⁷	.4937 ⁴³	+0.031 ²¹⁷	02.259 ¹⁶⁶		
40	.4329 ⁹	+0.151 ¹⁶	98.397 ¹¹⁸	.5324 ¹⁰	-0.177 ²⁰	01.904 ¹⁸⁷	.4872 ⁶⁵	-0.180 ²¹¹	02.422 ¹⁶³		
50	.4351 ²²	+0.163 ¹²	98.516 ¹¹⁹	.5295 ²⁹	-0.151 ²⁶	02.089 ¹⁸⁵	.4789 ⁸⁷	-0.378 ¹⁶⁸	02.580 ¹⁵⁸		
60	.4385 ³⁴	+0.170 ⁷	98.637 ¹²¹	.5250 ⁴⁵	-0.119 ³²	02.272 ¹⁸³	.4696 ⁹³	-0.557 ¹⁷⁹	02.730 ¹⁵⁰		
70	.4430 ⁴⁵	+0.173 ³	98.760 ¹²³	.5190 ⁶⁰	-0.085 ³⁴	02.450 ¹⁷⁸	.4600 ⁹⁶	-0.711 ¹⁵⁴	02.874 ¹⁴⁴		
80	.4483 ⁵³	+0.172 ¹	98.885 ¹²⁵	.5116 ⁷⁴	-0.049 ³⁶	02.622 ¹⁷²	.4507 ⁹³	-0.837 ¹²⁶	03.012 ¹³⁸		
90	.4545 ⁶²	+0.165 ⁷	99.014 ¹²⁹	.5032 ⁸⁴	-0.013 ³⁶	02.788 ¹⁶⁶	.4425 ⁸²	-0.935 ⁹⁸	04.145 ¹³³		
100	.4615 ⁷⁰	+0.152 ¹³	99.146 ¹³²	.4940 ⁹²	+0.022 ³⁵	02.948 ¹⁶⁰	.4361 ⁶⁴	-1.005 ⁷⁰	03.273 ¹²⁸		
110	.4690 ⁷⁵	+0.134 ¹⁸	99.283 ¹³⁷	.4845 ⁹⁵	+0.055 ³³	03.102 ¹⁵⁴	.4319 ⁴²	-1.048 ⁴³	03.398 ¹²³		
120	.4768 ⁷⁸	+0.113 ²¹	99.426 ¹⁴³	.4750 ⁹⁵	+0.085 ³⁰	03.248 ¹⁴⁶	.4300 ¹⁹	-1.065 ¹⁷	03.521 ¹²³		
130	.4846 ⁷⁸	+0.087 ²⁶	99.574 ¹⁴⁸	.4656 ⁹⁴	+0.111 ²⁶	03.388 ¹⁴⁰	.4306 ⁶	-1.055 ⁷⁰	03.644 ¹²³		
140	.4922 ⁷⁶	+0.057 ³⁰	99.727 ¹⁵³	.4567 ⁸⁹	+0.133 ²²	03.523 ¹³⁵	.4337 ³¹	-1.019 ³⁶	03.768 ¹²⁴		
150	.4993 ⁷¹	+0.024 ³³	99.886 ¹⁵⁹	.4486 ⁸¹	+0.150 ¹⁷	03.652 ¹²⁹	.4391 ³⁴	-0.956 ⁶³	03.894 ¹²⁶		
160	.5057 ⁶⁴	-0.011 ³⁵	00.050 ¹⁶⁴	.4415 ⁷¹	+0.163 ¹³	03.777 ¹²⁵	.4463 ⁷²	-0.865 ⁹¹	04.024 ¹³⁰		
170	.5111 ⁵⁴	-0.046 ³⁵	00.218 ¹⁶⁸	.4355 ⁶⁰	+0.171 ⁸	03.898 ¹²¹	.4549 ⁸⁶	-0.747 ¹¹⁸	04.159 ¹³⁵		
180	.5154 ⁴³	-0.080 ³⁴	00.388 ¹⁷⁰	.4307 ⁴⁸	+0.173 ²	04.016 ¹¹⁸	.4642 ⁹³	-0.602 ¹⁴⁵	04.300 ¹⁴¹		
190	.5184 ³⁰	-0.112 ³²	00.562 ¹⁷⁴	.4273 ³⁴	+0.171 ²	04.132 ¹¹⁶	.4734 ⁹²	-0.431 ¹⁷¹	04.447 ¹⁴⁷		
200	.5199 ¹⁵	-0.141 ²⁹	00.739 ¹⁷⁷	.4253 ²⁰	+0.164 ⁷	04.246 ¹¹⁴	.4817 ⁸³	-0.239 ¹⁹²	04.600 ¹⁵³		
210	.5198 ¹	-0.165 ²⁴	00.916 ¹⁷⁷	.4248 ⁵	+0.153 ¹¹	04.360 ¹¹⁴	.4886 ⁶⁹	-0.032 ²⁰⁷	04.759 ¹⁵⁹		
220	.5183 ¹⁵	-0.184 ¹⁹	01.092 ¹⁷⁶	.4259 ¹¹	+0.138 ¹⁵	04.474 ¹¹⁴	.4937 ⁵¹	+0.183 ²¹⁵	04.922 ¹⁶³		
230	.5155 ²⁸	-0.196 ¹²	01.266 ¹⁷⁴	.4285 ²⁶	+0.119 ¹⁹	04.589 ¹¹⁵	.4967 ³⁰	+0.395 ²¹²	05.088 ¹⁶⁶		
240	.5116 ³⁹	-0.202 ⁶	01.438 ¹⁷²	.4324 ³⁹	+0.096 ²³	04.705 ¹¹⁶	.4978 ¹¹	+0.595 ²⁰⁰	05.256 ¹⁶⁸		
250	.5065 ⁵¹	-0.201 ¹	01.606 ¹⁶⁸	.4376 ⁵²	+0.070 ²⁶	04.824 ¹¹⁹	.4974 ⁴	+0.775 ¹⁸⁰	05.424 ¹⁶⁸		
260	.5005 ⁶⁰	-0.193 ⁸	01.769 ¹⁶³	.4440 ⁶⁴	+0.042 ²⁸	04.947 ¹²³	.4961 ¹³	+0.929 ¹⁵⁴	05.591 ¹⁶⁷		
270	.4937 ⁶⁸	-0.180 ¹³	01.928 ¹⁵⁹	.4513 ⁷³	+0.012 ³⁰	05.073 ¹²⁶	.4944 ¹⁷	+1.054 ¹²⁵	05.757 ¹⁶⁶		
280	.4864 ⁷³	-0.161 ¹⁹	02.082 ¹⁵⁴	.4595 ⁸²	-0.020 ³²	05.204 ¹³¹	.4928 ¹⁶	+1.146 ⁹²	05.922 ¹⁶⁵		
290	.4789 ⁷⁵	-0.138 ²³	02.231 ¹⁴⁹	.4684 ⁸⁹	-0.054 ³⁴	05.340 ¹³⁶	.4917 ¹¹	+1.146 ⁵⁸	06.086 ¹⁶⁴		
300	.4714 ⁷⁵	-0.111 ²⁷	02.374 ¹⁴³	.4777 ⁹³	-0.086 ³²	05.482 ¹⁴²	.4914 ³	+1.227 ²³	06.249 ¹⁶³		
310	.4641 ⁷³	-0.082 ²⁹	02.513 ¹³⁹	.4870 ⁹³	-0.117 ³¹	05.630 ¹⁴⁸	.4919 ⁵	+1.215 ¹²	06.412 ¹⁶³		
320	.4571 ⁷⁰	-0.052 ³⁰	02.647 ¹³⁴	.4962 ⁹²	-0.146 ²⁹	05.785 ¹⁵⁵	.4933 ¹⁴	+1.169 ⁴⁶	06.576 ¹⁶⁴		
330	.4507 ⁶⁴	-0.021 ³¹	02.777 ¹³⁰	.5050 ⁸⁸	-0.171 ²⁵	05.946 ¹⁶¹	.4954 ²¹	+1.088 ⁸¹	06.742 ¹⁶⁰		
340	.4451 ⁵⁶	+0.009 ³⁰	02.904 ¹²⁷	.5130 ⁸⁰	-0.192 ²¹	06.114 ¹⁶⁸	.4977 ²³	+0.974 ¹¹⁴	06.909 ¹⁶⁷		
350	.4403 ⁴⁸	+0.039 ³⁰	03.028 ¹²⁴	.5200 ⁷⁰	-0.207 ¹⁵	06.287 ¹⁷³	.4996 ¹⁹	+0.829 ¹⁴⁵	07.077 ¹⁶⁸		
360	.4365 ³⁸	+0.067 ²⁸	03.149 ¹²¹	.5257 ⁵⁷	-0.215 ⁸	06.466 ¹⁷⁹	.5006 ¹⁰	+0.655 ¹⁷⁴	07.247 ¹⁷⁰		
			T 1902.638	e 0.1010				T 1903.022	e 0.1243		
			M 303° 17'	a 3.011				M 270° 14'	a 3.042		
			ω 49 20	μ 68° 91				ω 114 59	μ 67° 85		
			Ω 336 58					Ω 93 39			
			i 3 34.8	U 5 ^a 226				i 3 40.9	U 5 ^a 305		
								T 1901.762	e 0.0709		
								M 240° 58'	a 3.114		
								ω 273 0	μ 65° 52		
								Ω 211 29			
								i 21 35.7	U 5 ^a 494		

l	(277) Elvira			(278) Pauline			(279) Thule				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.4195	+0.041	00.094	.4901	-0.376	99.063	.6045	-0.162	97.211		
10	.4194	+0.035	00.207	.4935	-0.339	99.224	.6094	-0.154	97.432		
20	.4203	+0.028	00.321	.4950	-0.290	99.388	.6150	-0.141	97.659		
30	.4223	+0.020	00.435	.4944	-0.231	99.553	.6210	-0.124	97.892		
40	.4254	+0.012	00.551	.4917	-0.163	99.716	.6273	-0.102	98.131		
50	.4294	+0.003	00.669	.4868	-0.091	99.876	.6336	-0.077	98.377		
60	.4343	-0.006	00.789	.4800	-0.018	00.032	.6397	-0.049	98.631		
70	.4399	-0.016	00.912	.4715	+0.053	00.184	.6455	-0.018	98.892		
80	.4460	-0.025	01.038	.4617	+0.119	00.331	.6508	+0.014	99.159		
90	.4526	-0.033	01.168	.4511	+0.179	00.470	.6554	+0.046	99.432		
100	.4594	-0.041	01.302	.4400	+0.230	00.601	.6591	+0.078	99.712		
110	.4662	-0.048	01.440	.4288	+0.272	00.726	.6618	+0.108	99.995		
120	.4729	-0.054	01.583	.4179	+0.303	00.846	.6633	+0.134	00.281		
130	.4791	-0.058	01.730	.4078	+0.324	00.960	.6636	+0.156	00.568		
140	.4847	-0.060	01.881	.3987	+0.336	01.070	.6629	+0.172	00.855		
150	.4895	-0.060	02.036	.3909	+0.338	01.176	.6610	+0.183	01.140		
160	.4933	-0.059	02.194	.3845	+0.330	01.278	.6580	+0.188	01.421		
170	.4959	-0.056	02.354	.3797	+0.314	01.378	.6541	+0.187	01.699		
180	.4973	-0.050	02.516	.3765	+0.290	01.476	.6493	+0.179	01.971		
190	.4974	-0.043	02.679	.3749	+0.258	01.573	.6439	+0.166	02.236		
200	.4963	-0.034	02.841	.3750	+0.220	01.669	.6381	+0.149	02.495		
210	.4939	-0.024	03.001	.3767	+0.176	01.766	.6320	+0.127	02.747		
220	.4903	-0.014	03.160	.3800	+0.126	01.864	.6259	+0.102	02.992		
230	.4857	-0.004	03.316	.3846	+0.072	01.964	.6199	+0.075	03.230		
240	.4803	+0.007	03.467	.3903	+0.015	02.067	.6140	+0.046	03.461		
250	.4742	+0.017	03.615	.3971	-0.045	02.172	.6086	+0.016	03.687		
260	.4676	+0.026	03.759	.4049	-0.105	02.280	.6038	-0.013	03.907		
270	.4608	+0.034	03.898	.4136	-0.164	02.393	.5997	-0.041	04.123		
280	.4540	+0.041	04.033	.4228	-0.221	02.511	.5964	-0.068	04.335		
290	.4474	+0.046	04.164	.4324	-0.274	02.633	.5940	-0.093	04.545		
300	.4411	+0.050	04.291	.4422	-0.321	02.759	.5926	-0.114	04.752		
310	.4354	+0.052	04.415	.4520	-0.360	02.892	.5921	-0.132	04.958		
320	.4304	+0.053	04.535	.4614	-0.388	03.031	.5927	-0.147	05.165		
330	.4262	+0.053	04.653	.4702	-0.405	03.176	.5943	-0.157	05.373		
340	.4229	+0.050	04.768	.4781	-0.409	03.326	.5969	-0.163	05.583		
350	.4207	+0.046	04.883	.4848	-0.399	03.481	.6004	-0.165	05.795		
360	.4195	+0.041	04.997	.4901	-0.376	03.640	.6045	-0.162	06.011		
T 1902.146			e 0.0898	T 1902.474			e 0.1318	T 1891.139			e 0.0822
M 145° 38'			a 2.886	M 64° 16'			a 2.756	M 155° 37'			a 4.263
ω 132 52			μ 73° 42'	ω 135 58			μ 78° 66'	ω 233 20			μ 40° 91'
Ω 233 9.5				Ω 62 31				Ω 75 33			
i 1 7.8			U 4° 903	i 7 49.1			U 4° 577	i 2 22.6			U 8° 800

<i>l</i>	(282) Clorinde			(283) Emma			(284) Amalia		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3578	−0.209	98.621	.4088	+0.294	97.753	.3167	+0.238	01.167
10	.3511 ⁶⁷	−0.253 ⁴⁴	98.716 ⁹⁵	.4098 ¹⁰	+0.327 ³³	97.861 ¹⁰⁸	.3328 ¹⁶¹	+0.212 ²⁶	01.250 ⁸³
20	.3449 ⁶²	−0.289 ³⁶	98.807 ⁹¹	.4126 ²⁸	+0.352 ²⁵	97.969 ¹⁰⁸	.3500 ¹⁷²	+0.177 ³⁵	01.341 ⁹¹
30	.3395 ⁵⁴	−0.316 ²⁷	98.896 ⁸⁹	.4173 ⁴⁷	+0.368 ¹⁶	98.078 ¹⁰⁹	.3677 ¹⁷⁷	+0.134 ⁴³	01.439 ⁹⁸
40	.3349 ⁴⁶	−0.332 ¹⁶	98.983 ⁸⁷	.4238 ⁶⁵	+0.374 ⁶	98.190 ¹¹²	.3854 ¹⁷⁷	+0.083 ⁵¹	01.545 ¹⁰⁶
50	.3313 ³⁶	−0.339 ⁷	99.068 ⁸⁵	.4319 ⁸¹	+0.370 ⁴	98.307 ¹¹⁷	.4025 ¹⁷¹	+0.024 ⁵⁹	01.660 ¹¹⁵
60	.3290 ²³	−0.337 ²	99.153 ⁸⁵	.4415 ⁹⁶	+0.356 ¹⁴	98.429 ¹²²	.4183 ¹⁵⁸	−0.039 ⁶³	01.784 ¹²⁴
70	.3280 ¹⁰	−0.326 ¹¹	99.237 ⁸⁴	.4524 ¹⁰⁹	+0.331 ²⁵	98.557 ¹²⁸	.4321 ¹³⁸	−0.106 ⁶⁷	01.916 ¹³²
80	.3282 ²	−0.306 ²⁰	99.321 ⁸⁴	.4641 ¹¹⁷	+0.294 ³⁷	98.691 ¹³⁴	.4433 ¹¹²	−0.173 ⁶⁷	02.057 ¹⁴¹
90	.3295 ¹³	−0.277 ²⁹	99.405 ⁸⁴	.4764 ¹²³	+0.246 ⁴⁸	98.833 ¹⁴²	.4512 ⁷⁹	−0.236 ⁶³	02.204 ¹⁴⁷
100	.3318 ²³	−0.240 ³⁷	99.489 ⁸⁴	.4887 ¹²³	+0.189 ⁵⁷	98.983 ¹⁵⁰	.4556 ⁴⁴	−0.292 ⁵⁶	02.356 ¹⁵²
110	.3351 ³³	−0.196 ⁴⁴	99.575 ⁸⁶	.5008 ¹²¹	+0.122 ⁶⁷	99.142 ¹⁵⁹	.4565 ⁹	−0.337 ⁴⁵	02.509 ¹⁵³
120	.3393 ⁴²	−0.145 ⁵¹	99.662 ⁸⁷	.5121 ¹¹³	+0.046 ⁷⁶	99.310 ¹⁶⁸	.4538 ²⁷	−0.368 ³¹	02.662 ¹⁵³
130	.3441 ⁴⁸	−0.089 ⁵⁶	99.751 ⁸⁹	.5220 ⁹⁹	−0.035 ⁸¹	99.486 ¹⁷⁶	.4477 ⁶¹	−0.385 ¹⁷	02.811 ¹⁴⁹
140	.3493 ⁵²	−0.029 ⁶⁰	99.842 ⁹¹	.5303 ⁸³	−0.118 ⁸³	99.669 ¹⁸³	.4385 ⁹²	−0.388 ³	02.955 ¹⁴⁴
150	.3548 ⁵⁵	+0.033 ⁶²	99.935 ⁹³	.5367 ⁶⁴	−0.199 ⁸¹	99.859 ¹⁹⁰	.4268 ¹¹⁷	−0.377 ¹¹	03.093 ¹³⁸
160	.3603 ⁵⁵	+0.096 ⁶³	00.031 ⁹⁶	.5408 ⁴¹	−0.276 ⁷⁷	00.054 ¹⁹⁵	.4131 ¹³⁷	−0.353 ²⁴	03.223 ¹³⁰
170	.3658 ⁵⁵	+0.157 ⁶¹	00.129 ⁹⁸	.5425 ¹⁷	−0.344 ⁶⁸	00.252 ¹⁹⁸	.3980 ¹⁵¹	−0.318 ³⁵	03.344 ¹²¹
180	.3712 ⁵⁴	+0.215 ⁵⁸	00.230 ¹⁰¹	.5418 ⁷	−0.399 ⁵⁵	00.449 ¹⁹⁷	.3820 ¹⁶⁰	−0.276 ⁴²	03.457 ¹¹³
190	.3763 ⁵¹	+0.268 ⁵³	00.333 ¹⁰³	.5388 ³⁰	−0.440 ⁴¹	00.645 ¹⁹⁶	.3656 ¹⁶⁴	−0.228 ⁴⁸	03.562 ¹⁰⁵
200	.3811 ⁴⁸	+0.314 ⁴⁶	00.438 ¹⁰⁵	.5338 ⁵⁰	−0.465 ²⁵	00.837 ¹⁹²	.3493 ¹⁶³	−0.177 ⁵¹	03.659 ⁹⁷
210	.3855 ⁴⁴	+0.351 ³⁷	00.546 ¹⁰⁸	.5270 ⁶⁸	−0.473 ⁸	01.024 ¹⁸⁷	.3335 ¹⁵⁸	−0.124 ⁵³	03.749 ⁹⁰
220	.3894 ³⁹	+0.377 ²⁶	00.656 ¹¹⁰	.5188 ⁸²	−0.465 ⁸	01.206 ¹⁸²	.3186 ¹⁴⁹	−0.071 ⁵³	03.833 ⁸⁴
230	.3926 ³²	+0.392 ¹⁵	00.768 ¹¹²	.5094 ⁹⁴	−0.442 ²³	01.380 ¹⁷⁴	.3049 ¹³⁷	−0.020 ⁵¹	03.912 ⁷⁹
240	.3952 ²⁶	+0.394 ²	00.881 ¹¹³	.4992 ¹⁰²	−0.406 ³⁶	01.545 ¹⁶⁵	.2927 ¹²²	+0.029 ⁴⁹	03.986 ⁷⁴
250	.3972 ²⁰	+0.383 ¹¹	00.995 ¹¹⁴	.4885 ¹⁰⁷	−0.360 ⁴⁶	01.703 ¹⁵⁸	.2822 ¹⁰⁵	+0.075 ⁴⁶	04.056 ⁷⁰
260	.3985 ¹³	+0.359 ²⁴	01.110 ¹¹⁵	.4776 ¹⁰⁹	−0.304 ⁵⁶	01.854 ¹⁵¹	.2736 ⁸⁶	+0.117 ⁴²	04.123 ⁶⁷
270	.3988 ³	+0.324 ³⁵	01.226 ¹¹⁶	.4668 ¹⁰⁸	−0.242 ⁶²	01.997 ¹⁴³	.2671 ⁶⁵	+0.154 ³⁷	04.188 ⁶⁵
280	.3979 ⁹	+0.279 ⁴⁵	01.342 ¹¹⁶	.4563 ¹⁰⁵	−0.175 ⁶⁷	02.134 ¹³⁷	.2630 ⁴¹	+0.187 ³³	04.252 ⁶⁴
290	.3959 ²⁰	+0.225 ⁵⁴	01.457 ¹¹⁵	.4463 ¹⁰⁰	−0.107 ⁶⁸	02.264 ¹³⁰	.2613 ¹⁷	+0.215 ²⁸	04.314 ⁶²
300	.3929 ³⁰	+0.164 ⁶¹	01.570 ¹¹³	.4371 ⁹²	−0.038 ⁶⁹	02.388 ¹²⁴	.2620 ⁷	+0.237 ²²	04.377 ⁶³
310	.3888 ⁴¹	+0.099 ⁶⁵	01.681 ¹¹¹	.4289 ⁸²	+0.029 ⁶⁷	02.507 ¹¹⁹	.2652 ³²	+0.253 ¹⁶	04.440 ⁶³
320	.3838 ⁵⁰	+0.031 ⁶⁸	01.791 ¹¹⁰	.4218 ⁷¹	+0.092 ⁶³	02.623 ¹¹⁶	.2709 ⁵⁷	+0.264 ¹¹	04.504 ⁶⁴
330	.3780 ⁵⁸	−0.036 ⁶⁷	01.898 ¹⁰⁷	.4162 ⁵⁶	+0.151 ⁵⁹	02.736 ¹¹³	.2791 ⁸²	+0.268 ⁴	04.571 ⁶⁷
340	.3715 ⁶⁵	−0.099 ⁶³	02.001 ¹⁰³	.4121 ⁴¹	+0.206 ⁵⁵	02.845 ¹⁰⁹	.2896 ¹⁰⁵	+0.265 ³	04.640 ⁶⁹
350	.3647 ⁶⁸	−0.157 ⁵⁸	02.101 ¹⁰⁰	.4096 ²⁵	+0.254 ⁴⁸	02.952 ¹⁰⁷	.3022 ¹²⁶	+0.255 ¹⁰	04.713 ⁷³
360	.3578 ⁶⁹	−0.209 ⁵²	02.199 ⁹⁸	.4088 ⁸	+0.294 ⁴⁰	03.059 ¹⁰⁷	.3167 ¹⁴⁵	+0.238 ¹⁷	04.791 ⁷⁸
	<i>T</i> 1902.967	<i>e</i> 0.0809		<i>T</i> 1901.379	<i>e</i> 0.1525		<i>T</i> 1903.159	<i>e</i> 0.2212	
	<i>M</i> 7°13'	<i>a</i> 2.339		<i>M</i> 249°24'	<i>a</i> 3.042		<i>M</i> 245°41'	<i>a</i> 2.359	
	<i>ω</i> 294 41	<i>μ</i> 100°62		<i>ω</i> 49 53	<i>μ</i> 67°84		<i>ω</i> 55 38	<i>μ</i> 99°34	
	<i>Ω</i> 144 40			<i>Ω</i> 305 42.5			<i>Ω</i> 233 54		
	<i>i</i> 9 1.5	<i>U</i> 3 ^h 578		<i>i</i> 8 2.4	<i>U</i> 5 ^h 306		<i>i</i> 8 4	<i>U</i> 3 ^h 624	

<i>l</i>	(286) <i>Iclea</i>			(287) <i>Nephtys</i>			(288) <i>Glauke</i>				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.4937 ⁴⁰	−0.511 ¹³⁷	01.577 ¹⁵⁷	.3710 ⁵	−0.255 ⁵³	00.765 ¹⁰²	.5138 ⁵⁴	−0.212 ²²	01.638 ¹⁸⁶		
10	.4897 ³⁹	−0.648 ¹¹⁵	01.734 ¹⁵⁴	.3715 ⁴	−0.308 ⁴⁴	00.867 ¹⁰²	.5192 ²¹	−0.234 ¹³	01.824 ¹⁸⁸		
20	.4858 ³⁴	−0.763 ⁹¹	01.888 ¹⁵²	.3719 ⁵	−0.352 ³⁴	00.969 ¹⁰¹	.5213 ¹³	−0.247 ⁴	02.012 ¹⁸⁹		
30	.4824 ²⁷	−0.854 ⁶⁵	02.040 ¹⁵⁰	.3724 ⁶	−0.386 ²²	01.070 ¹⁰²	.5200 ⁴⁶	−0.251 ⁶	02.201 ¹⁸⁶		
40	.4797 ¹⁵	−0.919 ³⁹	02.190 ¹⁴⁸	.3730 ⁸	−0.408 ⁹	01.172 ¹⁰³	.5154 ⁷⁷	−0.245 ¹⁴	02.387 ¹⁸¹		
50	.4782 ¹	−0.958 ¹³	02.338 ¹⁴⁸	.3738 ⁸	−0.417 ²	01.275 ¹⁰³	.5077 ¹⁰³	−0.231 ²³	02.568 ¹⁷³		
60	.4781 ¹³	−0.971 ¹³	02.486 ¹⁴⁸	.3746 ⁹	−0.415 ¹⁵	01.378 ¹⁰³	.4974 ¹²⁴	−0.208 ²⁸	02.741 ¹⁶⁵		
70	.4794 ²⁵	−0.958 ⁴⁰	02.634 ¹⁴⁹	.3755 ⁹	−0.400 ²⁸	01.481 ¹⁰⁴	.4850 ¹⁴¹	−0.180 ³³	02.906 ¹⁵⁵		
80	.4819 ³⁶	−0.918 ⁶⁷	02.783 ¹⁵²	.3764 ⁹	−0.372 ³⁹	01.585 ¹⁰⁵	.4709 ¹⁵²	−0.147 ³⁶	03.061 ¹⁴⁵		
90	.4855 ⁴³	−0.851 ⁹²	02.935 ¹⁵⁴	.3773 ⁷	−0.333 ⁵⁰	01.690 ¹⁰⁵	.4557 ¹⁵⁸	−0.111 ³⁶	03.206 ¹³⁴		
100	.4898 ⁴⁷	−0.759 ¹¹⁷	03.089 ¹⁵⁷	.3780 ⁴	−0.283 ⁵⁹	01.795 ¹⁰⁵	.4399 ¹⁵⁹	−0.075 ³⁷	03.340 ¹²⁶		
110	.4945 ⁴⁵	−0.642 ¹⁴⁰	03.246 ¹⁶¹	.3784 ⁶	−0.224 ⁶⁵	01.900 ¹⁰⁵	.4240 ¹⁵⁴	−0.038 ³⁵	03.466 ¹¹⁶		
120	.4990 ³⁹	−0.502 ¹⁵⁹	03.407 ¹⁶⁴	.3783 ¹	−0.159 ⁷¹	02.005 ¹⁰⁵	.4086 ¹⁴⁵	−0.003 ³²	03.582 ¹⁰⁹		
130	.5029 ²⁹	−0.343 ¹⁷²	03.571 ¹⁶⁷	.3777 ¹²	−0.088 ⁷³	02.110 ¹⁰⁴	.3941 ¹³³	+0.029 ³⁰	03.691 ¹⁰²		
140	.5058 ¹⁶	−0.171 ¹⁸⁰	03.738 ¹⁶⁸	.3765 ¹⁸	−0.015 ⁷³	02.214 ¹⁰³	.3808 ¹¹⁹	+0.059 ²⁷	03.793 ⁹⁶		
150	.5074 ¹	+0.009 ¹⁷⁰	03.906 ¹⁶⁹	.3747 ²³	+0.058 ⁷⁰	02.317 ¹⁰³	.3689 ¹⁰¹	+0.086 ²³	03.889 ⁹²		
160	.5075 ¹³	+0.189 ¹⁸³	04.075 ¹⁶⁸	.3724 ²⁶	+0.128 ⁶⁶	02.420 ¹⁰²	.3588 ⁸²	+0.109 ¹⁹	03.981 ⁸⁸		
170	.5062 ²⁵	+0.362 ¹⁶⁰	04.243 ¹⁶⁸	.3698 ²⁸	+0.194 ⁵⁹	02.522 ¹⁰⁰	.3506 ⁶⁰	+0.128 ¹⁶	04.069 ⁸⁵		
180	.5037 ³²	+0.522 ¹⁴¹	04.411 ¹⁶⁵	.3670 ²⁸	+0.253 ⁵⁰	02.622 ⁹⁹	.3446 ³⁸	+0.144 ¹¹	04.154 ⁸²		
190	.5005 ³⁵	+0.663 ¹¹⁹	04.576 ¹⁶³	.3642 ²⁶	+0.303 ⁴¹	02.721 ⁹⁸	.3408 ¹⁵	+0.155 ⁸	04.236 ⁸²		
200	.4970 ³³	+0.782 ⁹⁴	04.739 ¹⁶⁰	.3616 ²³	+0.344 ³⁰	02.819 ⁹⁷	.3393 ⁸	+0.163 ³	04.318 ⁸²		
210	.4937 ²⁹	+0.876 ⁶⁶	04.899 ¹⁵⁷	.3593 ¹⁹	+0.374 ¹⁹	02.916 ⁹⁶	.3401 ³¹	+0.166 ¹	04.400 ⁸³		
220	.4908 ²¹	+0.942 ³⁹	05.056 ¹⁵⁶	.3574 ¹³	+0.393 ⁸	03.012 ⁹⁵	.3432 ⁵³	+0.165 ⁵	04.483 ⁸⁴		
230	.4887 ⁸	+0.981 ¹²	05.212 ¹⁵⁴	.3561 ⁵	+0.401 ⁴	03.107 ⁹⁵	.3485 ⁷⁵	+0.160 ¹⁰	04.567 ⁸⁷		
240	.4879 ²	+0.993 ¹³	05.366 ¹⁵⁵	.3556 ¹	+0.397 ¹⁵	03.202 ⁹⁴	.3560 ⁹⁷	+0.150 ¹³	04.654 ⁹⁰		
250	.4881 ¹¹	+0.980 ⁴⁷	05.521 ¹⁵⁵	.3557 ⁶	+0.382 ²⁷	03.296 ⁹⁵	.3657 ¹¹⁴	+0.137 ¹⁹	04.744 ⁹⁵		
260	.4892 ²⁰	+0.933 ⁷¹	05.676 ¹⁵⁶	.3563 ¹²	+0.355 ³⁷	03.391 ⁹⁵	.3771 ¹³⁰	+0.118 ²²	04.839 ¹⁰⁰		
270	.4912 ²⁶	+0.862 ⁹⁶	05.832 ¹⁵⁷	.3575 ¹⁶	+0.318 ⁴⁷	03.486 ⁹⁵	.3901 ¹⁴⁴	+0.096 ²⁷	04.939 ¹⁰⁷		
280	.4938 ²⁸	+0.766 ¹²¹	05.989 ¹⁶⁰	.3591 ¹⁸	+0.271 ⁵⁶	03.581 ⁹⁶	.4045 ¹⁵³	+0.069 ³¹	05.046 ¹¹⁴		
290	.4966 ²⁶	+0.645 ¹⁴³	06.149 ¹⁶²	.3609 ¹⁹	+0.215 ⁶²	03.677 ⁹⁸	.4198 ¹⁵⁹	+0.038 ³⁵	05.160 ¹²³		
300	.4992 ¹⁸	+0.502 ¹⁶⁰	06.311 ¹⁶³	.3628 ¹⁹	+0.153 ⁶⁷	03.775 ⁹⁹	.4357 ¹⁶¹	+0.003 ³⁷	05.283 ¹³²		
310	.5010 ⁹	+0.342 ¹⁷²	06.474 ¹⁶⁵	.3647 ¹⁸	+0.086 ⁷¹	03.874 ⁹⁹	.4518 ¹⁵⁶	−0.034 ³⁹	05.415 ¹⁴²		
320	.5019 ³	+0.170 ¹⁷⁸	06.639 ¹⁶⁴	.3665 ¹⁵	+0.015 ⁷²	03.973 ¹⁰⁰	.4674 ¹⁴⁵	−0.073 ³⁹	05.557 ¹⁵³		
330	.5016 ¹⁶	−0.008 ¹⁷⁸	06.803 ¹⁶⁴	.3680 ¹²	−0.057 ⁷⁰	04.073 ¹⁰⁰	.4819 ¹²⁹	−0.112 ³⁷	05.710 ¹⁶²		
340	.5000 ²⁷	−0.186 ¹⁷⁰	06.967 ¹⁶³	.3692 ¹⁰	−0.127 ⁶⁷	04.173 ¹⁰¹	.4948 ¹⁰⁸	−0.149 ³⁴	05.872 ¹⁷²		
350	.4973 ³⁶	−0.356 ¹⁵⁵	07.130 ¹⁶⁰	.3702 ⁸	−0.194 ⁶¹	04.274 ¹⁰¹	.5056 ⁸²	−0.183 ²⁹	06.044 ¹⁷⁹		
360	.4937	−0.511	07.290	.3710	−0.255	04.375	.5138	−0.212	06.223		
<i>T</i> 1903.022			<i>e</i> 0.0130	<i>T</i> 1899.298			<i>e</i> 0.0232	<i>T</i> 1904.281			<i>e</i> 0.2065
<i>M</i> 63° 42'			<i>a</i> 3.196	<i>M</i> 311° 53'			<i>a</i> 2.354	<i>M</i> 356° 15'			<i>a</i> 2.760
<i>ω</i> 239 48			<i>μ</i> 63° 01'	<i>ω</i> 117 32			<i>μ</i> 99° 70'	<i>ω</i> 80 21			<i>μ</i> 78° 52'
<i>Ω</i> 149 32				<i>Ω</i> 142 6				<i>Ω</i> 120 58			
<i>i</i> 17 54			<i>U</i> 5 ^a 713	<i>i</i> 10 1.4			<i>U</i> 3 ^a 610	<i>i</i> 4 20			<i>U</i> 4 ^a 585

l	(289) Nenetta			(291) Alice			(294) Felicia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3595 ₆	+0.012 ₄₇	98.119 ₈₈	.3522 ₂₁	-0.024 ₁₁	01.753 ₁₀₂	.3962 ₁₁₇	-0.186 ₃₈	96.558 ₁₀₄
10	.3589 ₁₅	-0.035 ₄₆	98.207 ₈₈	.3501 ₂₃	-0.035 ₁₀	01.855 ₉₉	.4079 ₁₃₈	-0.224 ₃₄	96.662 ₁₁₀
20	.3604 ₅₆	-0.081 ₄₄	98.295 ₈₉	.3478 ₂₄	-0.045 ₉	01.954 ₉₅	.4217 ₁₅₇	-0.258 ₂₉	96.772 ₁₁₈
30	.3639 ₅₅	-0.125 ₄₁	98.384 ₉₂	.3454 ₂₄	-0.054 ₇	02.049 ₉₃	.4374 ₁₇₃	-0.287 ₂₃	96.890 ₁₂₇
40	.3695 ₇₆	-0.166 ₃₉	98.476 ₉₄	.3430 ₂₄	-0.061 ₅	02.142 ₉₀	.4547 ₁₈₅	-0.310 ₁₅	97.017 ₁₃₇
50	.3771 ₉₅	-0.205 ₃₅	98.570 ₉₇	.3406 ₂₄	-0.066 ₃	02.232 ₈₆	.4732 ₁₉₃	-0.325 ₇	97.154 ₁₅₁
60	.3866 ₁₁₃	-0.240 ₃₀	98.667 ₁₀₃	.3382 ₂₂	-0.069 ₀	02.318 ₈₄	.4925 ₁₉₅	-0.332 ₄	97.305 ₁₆₅
70	.3979 ₁₂₉	-0.270 ₂₄	98.770 ₁₀₉	.3360 ₂₀	-0.069 ₀	02.402 ₈₂	.5120 ₁₉₀	-0.328 ₁₆	97.470 ₁₈₀
80	.4108 ₁₄₃	-0.294 ₁₆	98.879 ₁₁₅	.3340 ₁₇	-0.069 ₃	02.484 ₈₀	.5310 ₁₇₈	-0.312 ₂₉	97.650 ₁₉₆
90	.4251 ₁₅₃	-0.310 ₉	98.994 ₁₂₃	.3323 ₁₃	-0.066 ₆	02.564 ₇₉	.5488 ₁₅₈	-0.283 ₄₁	97.846 ₂₁₁
100	.4404 ₁₅₈	-0.319 ₁	99.117 ₁₃₃	.3310 ₁₀	-0.060 ₇	02.643 ₇₈	.5646 ₁₂₉	-0.242 ₅₄	98.057 ₂₂₆
110	.4562 ₁₆₀	-0.318 ₁₁	99.250 ₁₄₃	.3300 ₇	-0.053 ₈	02.721 ₇₆	.5775 ₉₃	-0.188 ₆₃	98.283 ₂₃₈
120	.4722 ₁₅₆	-0.307 ₂₂	99.393 ₁₅₄	.3293 ₂	-0.045 ₉	02.797 ₇₆	.5868 ₅₂	-0.123 ₇₁	98.521 ₂₄₆
130	.4878 ₁₄₇	-0.285 ₃₄	99.547 ₁₆₅	.3291 ₂	-0.036 ₁₁	02.873 ₇₆	.5920 ₆	-0.052 ₇₄	98.767 ₂₄₉
140	.5025 ₁₂₉	-0.251 ₄₆	99.712 ₁₇₆	.3293 ₆	-0.025 ₁₂	02.949 ₇₆	.5926 ₃₉	+0.022 ₇₃	99.016 ₂₄₈
150	.5154 ₁₀₆	-0.205 ₅₅	99.888 ₁₈₆	.3299 ₉	-0.013 ₁₂	03.025 ₇₇	.5887 ₈₂	+0.095 ₆₈	99.264 ₂₄₁
160	.5260 ₇₇	-0.150 ₆₄	00.074 ₁₉₃	.3308 ₁₃	-0.001 ₁₂	03.102 ₇₈	.5805 ₁₁₉	+0.163 ₅₉	99.505 ₂₃₀
170	.5337 ₄₄	-0.086 ₆₉	00.267 ₁₉₉	.3321 ₁₇	+0.011 ₁₂	03.180 ₈₀	.5686 ₁₅₀	+0.222 ₄₆	99.735 ₂₁₆
180	.5381 ₉	-0.017 ₇₀	00.466 ₂₀₂	.3338 ₁₉	+0.023 ₁₁	03.260 ₈₂	.5536 ₁₇₃	+0.268 ₃₃	99.951 ₂₀₁
190	.5390 ₂₈	+0.053 ₆₈	00.668 ₂₀₁	.3357 ₂₁	+0.034 ₁₀	03.342 ₈₃	.5363 ₁₈₈	+0.301 ₂₀	00.152 ₁₈₄
200	.5362 ₆₂	+0.121 ₆₂	00.869 ₁₉₆	.3378 ₂₄	+0.044 ₉	03.425 ₈₆	.5175 ₁₉₅	+0.321 ₈	00.336 ₁₆₉
210	.5300 ₉₂	+0.183 ₅₃	01.065 ₁₉₀	.3402 ₂₄	+0.053 ₈	03.511 ₉₀	.4980 ₁₉₄	+0.329 ₂	00.505 ₁₅₄
220	.5208 ₁₁₇	+0.236 ₄₂	01.255 ₁₈₁	.3426 ₂₄	+0.061 ₆	03.601 ₉₂	.4786 ₁₈₉	+0.327 ₁₂	00.659 ₁₄₁
230	.5091 ₁₃₇	+0.278 ₃₀	01.436 ₁₇₁	.3450 ₂₃	+0.067 ₃	03.693 ₉₅	.4597 ₁₇₇	+0.315 ₂₀	00.800 ₁₃₀
240	.4954 ₁₅₀	+0.308 ₁₈	01.607 ₁₆₀	.3473 ₂₃	+0.070 ₁	03.788 ₉₈	.4420 ₁₆₂	+0.295 ₂₆	00.930 ₁₂₀
250	.4804 ₁₅₈	+0.326 ₆	01.767 ₁₄₉	.3496 ₂₁	+0.071 ₀	03.886 ₁₀₁	.4258 ₁₄₄	+0.269 ₃₂	01.050 ₁₁₂
260	.4646 ₁₅₈	+0.332 ₄	01.916 ₁₃₈	.3517 ₁₈	+0.071 ₂	03.987 ₁₀₄	.4114 ₁₂₃	+0.237 ₃₅	01.162 ₁₀₅
270	.4488 ₁₅₅	+0.328 ₁₄	02.054 ₁₂₉	.3535 ₁₅	+0.069 ₅	04.091 ₁₀₆	.3991 ₁₀₀	+0.201 ₄₀	01.267 ₁₀₀
280	.4333 ₁₄₇	+0.314 ₂₂	02.183 ₁₁₉	.3550 ₁₁	+0.064 ₇	04.197 ₁₀₃	.3891 ₇₇	+0.161 ₄₂	01.367 ₉₆
290	.4186 ₁₃₅	+0.292 ₂₉	02.302 ₁₁₂	.3561 ₇	+0.057 ₉	04.305 ₁₁₀	.3814 ₅₃	+0.119 ₄₄	01.463 ₉₃
300	.4051 ₁₂₁	+0.263 ₃₄	02.414 ₁₀₇	.3568 ₃	+0.048 ₁₀	04.415 ₁₁₁	.3761 ₂₈	+0.075 ₄₄	01.556 ₉₁
310	.3930 ₁₀₅	+0.229 ₃₉	02.521 ₁₀₀	.3571 ₁	+0.038 ₁₂	04.526 ₁₁₀	.3733 ₃	+0.031 ₄₅	01.647 ₉₁
320	.3825 ₈₇	+0.190 ₄₂	02.621 ₉₆	.3570 ₆	+0.026 ₁₂	04.636 ₁₁₀	.3730 ₂₁	-0.014 ₄₅	01.738 ₉₁
330	.3738 ₆₇	+0.148 ₄₄	02.717 ₉₃	.3564 ₁₁	+0.014 ₁₃	04.746 ₁₀₉	.3751 ₄₆	-0.059 ₄₄	01.829 ₉₃
340	.3671 ₄₈	+0.104 ₄₆	02.810 ₉₀	.3553 ₁₄	+0.001 ₁₃	04.855 ₁₀₇	.3797 ₇₀	-0.103 ₄₃	01.922 ₉₅
350	.3623 ₂₈	+0.058 ₄₆	02.900 ₈₉	.3539 ₁₇	-0.012 ₁₂	04.962 ₁₀₄	.3867 ₉₅	-0.146 ₄₀	02.017 ₉₈
360	.3595	+0.012	02.989	.3522	-0.024	05.066	.3962	-0.186	02.115
T 1904.007 e 0.2046			T 1903.241 e 0.0937			T 1901.598 e 0.2482			
M 70° 18' a 2.873			M 39° 19' a 2.222			M 353° 2' a 3.138			
ω 185 12 μ 73° 94			ω 329 53 μ 108° 69			ω 179 28 μ 64° 77			
Ω 182 29			Ω 161 0.5			Ω 136 56			
i 6 39.6 U 4° 870			i 1 50.6 U 3° 313			i 6 15 U 5° 557			

<i>l</i>	(295) Theresia			(297) Caecilia			(298) Baptistina		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3992	+0.116	00.242	.4461	+0.166	02.202	.3844	-0.037	00.903
10	.3895 ⁹⁷	+0.114	00.346 ¹⁰⁴	.4522 ⁶¹	+0.224 ⁵⁸	02.328 ¹²⁶	.3789 ⁵⁵	+0.010 ⁴⁷	01.011 ¹⁰⁸
20	.3811 ⁸⁴	+0.110	00.446 ¹⁰⁰	.4594 ⁷²	+0.278 ⁵⁴	02.458 ¹³⁰	.3724 ⁶⁵	+0.054 ⁴⁴	01.117 ¹⁰⁶
30	.3744 ⁶⁷	+0.103	00.542 ⁹⁶	.4677 ⁸³	+0.326 ⁴⁸	02.592 ¹³⁴	.3652 ⁷²	+0.095 ⁴¹	01.219 ¹⁰²
40	.3695 ⁴⁹	+0.092	00.635 ⁹³	.4770 ⁹³	+0.366 ⁴⁰	02.732 ¹⁴⁰	.3575 ⁷⁷	+0.133 ³⁸	01.317 ⁹⁸
50	.3665 ³⁰	+0.080	00.727 ⁹²	.4869 ⁹⁹	+0.397 ³¹	02.879 ¹⁴⁷	.3497 ⁷⁸	+0.165 ³²	01.412 ⁹⁵
60	.3654 ¹¹	+0.066	00.818 ⁹¹	.4972 ¹⁰³	+0.417 ²⁰	03.032 ¹⁵³	.3420 ⁷⁷	+0.191 ²⁶	01.504 ⁹²
70	.3662 ⁸	+0.050	00.909 ⁹¹	.5077 ¹⁰⁵	+0.425 ⁸	03.193 ¹⁶¹	.3346 ⁷⁴	+0.210 ¹⁹	01.593 ⁸⁹
80	.3688 ²⁶	+0.033	01.000 ⁹¹	.5182 ¹⁰⁵	+0.421 ⁴	03.362 ¹⁶⁹	.3279 ⁶⁷	+0.223 ¹³	01.679 ⁸⁶
90	.3733 ⁴⁵	+0.015	01.093 ¹⁷	.5281 ⁹⁹	+0.402 ¹⁹	03.539 ¹⁷⁷	.3221 ⁵⁸	+0.229 ⁶	01.762 ⁸³
100	.3796 ⁶³	-0.005	01.189 ⁹⁶	.5371 ⁹⁰	+0.368 ³⁴	03.724 ¹⁸⁵	.3172 ⁴⁹	+0.229 ⁰	01.843 ⁸¹
110	.3875 ⁷⁹	-0.025	01.288 ⁹⁹	.5449 ⁷⁸	+0.321 ⁴⁷	03.916 ¹⁹²	.3134 ³⁸	+0.222 ⁷	01.922 ⁷⁹
120	.3969 ⁹⁴	-0.045	01.390 ¹⁰²	.5510 ⁶¹	+0.261 ⁶⁰	04.115 ¹⁹⁹	.3108 ²⁶	+0.209 ¹³	02.001 ⁷⁷
130	.4077 ¹⁰⁸	-0.064	01.498 ¹⁰⁸	.5551 ⁴¹	+0.261 ⁷¹	04.318 ²⁰³	.3094 ¹⁴	+0.191 ¹⁸	02.079 ⁷⁸
140	.4195 ¹¹⁸	-0.083	01.611 ¹¹³	.5570 ¹⁹	+0.190 ⁷⁸	04.525 ²⁰⁷	.3092 ²	+0.167 ²⁴	02.157 ⁷⁸
150	.4321 ¹²⁶	-0.100	01.731 ¹²⁰	.5564 ⁶	+0.112 ⁸³	04.732 ²⁰⁷	.3102 ¹⁰	+0.138 ²⁹	02.234 ⁷⁷
160	.4450 ¹²⁹	-0.116	01.858 ¹²⁷	.5533 ³¹	+0.029 ⁸³	04.936 ²⁰⁴	.3123 ²¹	+0.106 ³²	02.312 ⁷⁸
170	.4580 ¹³⁰	-0.128	01.993 ¹³⁵	.5479 ⁵⁴	-0.054 ⁸⁰	04.936 ²⁰¹	.3123 ³¹	+0.106 ³⁶	02.391 ⁷⁹
180	.4707 ¹²⁷	-0.137	02.136 ¹⁴³	.5408 ⁷¹	-0.134 ⁷³	05.137 ¹⁹⁶	.3154 ⁴¹	+0.070 ³⁸	02.472 ⁸¹
190	.4825 ¹¹⁸	-0.142	02.287 ¹⁵¹	.5321 ⁸⁷	-0.207 ⁶³	05.333 ¹⁸⁸	.3195 ⁴⁹	+0.032 ⁴⁰	02.554 ⁸²
200	.4931 ¹⁰⁶	-0.142	02.447 ¹⁶⁰	.5221 ¹⁰⁰	-0.270 ⁵¹	05.521 ¹⁸⁰	.3244 ⁵⁶	-0.008 ⁴¹	02.638 ⁸⁴
210	.5020 ⁸⁹	-0.137	02.614 ¹⁶⁷	.5221 ¹⁰⁸	-0.321 ³⁹	05.701 ¹⁷²	.3300 ⁶²	-0.049 ⁴¹	02.725 ⁸⁷
220	.5088 ⁶⁸	-0.127	02.787 ¹⁷³	.5113 ¹¹¹	-0.360 ²⁶	05.873 ¹⁶³	.3362 ⁶⁶	-0.090 ³⁹	02.814 ⁸⁹
230	.5132 ⁴⁴	-0.112	02.965 ¹⁷⁸	.5002 ¹¹⁰	-0.386 ¹³	06.036 ¹⁵⁵	.3428 ⁶⁸	-0.129 ³⁶	02.896 ⁹²
240	.5150 ¹⁸	-0.093	03.145 ¹⁸⁰	.4892 ¹⁰⁶	-0.399 ¹	06.191 ¹⁴⁸	.3496 ⁶⁹	-0.165 ³³	02.906 ⁹⁵
250	.5140 ¹⁰	-0.071	03.325 ¹⁸⁰	.4786 ⁹⁸	-0.400 ¹¹	06.339 ¹⁴¹	.3565 ⁶⁸	-0.198 ²⁸	03.001 ⁹⁸
260	.5104 ³⁶	-0.045	03.504 ¹⁷⁹	.4688 ⁸⁹	-0.389 ²¹	06.480 ¹³⁵	.3633 ⁶⁶	-0.226 ²⁰	03.099 ¹⁰²
270	.5043 ⁶¹	-0.019	03.679 ¹⁷⁵	.4599 ⁷⁶	-0.368 ³⁰	06.615 ¹³⁰	.3699 ⁶¹	-0.246 ¹³	03.201 ¹⁰⁴
280	.4959 ⁸⁴	+0.007	03.847 ¹⁶⁸	.4523 ⁶³	-0.338 ³⁹	06.745 ¹²⁵	.3760 ⁵⁵	-0.259 ⁶	03.305 ¹⁰⁶
290	.4857 ¹⁰²	+0.031	04.009 ¹⁶²	.4460 ⁵⁰	-0.299 ⁴⁶	06.870 ¹²³	.3815 ⁴⁷	-0.265 ³	03.411 ¹⁰⁹
300	.4741 ¹¹⁶	+0.054	04.163 ¹⁵⁴	.4410 ³⁶	-0.253 ⁵²	06.993 ¹²⁰	.3862 ³⁷	-0.262 ¹¹	03.520 ¹¹¹
310	.4615 ¹²⁶	+0.074	04.309 ¹⁴⁶	.4374 ²¹	-0.201 ⁵⁷	07.113 ¹¹⁹	.3899 ²⁶	-0.251 ²⁰	03.631 ¹¹³
320	.4483 ¹³²	+0.089	04.446 ¹³⁷	.4353 ⁷	-0.144 ⁶⁰	07.232 ¹¹⁷	.3925 ¹²	-0.231 ²⁸	03.744 ¹¹⁴
330	.4483 ¹³²	+0.089	04.446 ¹²⁹	.4346 ⁸	-0.084 ⁶³	07.349 ¹¹⁸	.3937 ²	-0.203 ³⁵	03.858 ¹¹⁴
340	.4351 ¹²⁸	+0.101	04.575 ¹²¹	.4354 ²²	-0.021 ⁶³	07.467 ¹¹⁹	.3935 ¹⁷	-0.168 ⁴⁰	03.972 ¹¹⁴
350	.4223 ¹²¹	+0.110	04.696 ¹¹⁴	.4376 ³⁶	+0.042 ⁶³	07.586 ¹²⁰	.3918 ³¹	-0.128 ⁴⁴	04.086 ¹¹³
360	.4102 ¹¹⁰	+0.115	04.810 ¹⁰⁹	.4412 ⁴⁹	+0.105 ⁶¹	07.706 ¹²³	.3887 ⁴³	-0.084 ⁴⁷	04.199 ¹¹⁰
	.3992	+0.116	04.919	.4461	+0.166	07.829	.3844	-0.037	04.309
	<i>T</i> 1900.941	<i>e</i> 0.1706		<i>T</i> 1902.912	<i>e</i> 0.1397		<i>T</i> 1902.091	<i>e</i> 0.0968	
	<i>M</i> 8° 36'	<i>a</i> 2.797		<i>M</i> 75° 7'	<i>a</i> 3.164		<i>M</i> 352° 45'	<i>a</i> 2.264	
	<i>ω</i> 143 50	<i>μ</i> 76° 97		<i>ω</i> 347 45	<i>μ</i> 63° 97		<i>ω</i> 132 13	<i>μ</i> 105° 68	
	<i>Ω</i> 277 24			<i>Ω</i> 333 27			<i>Ω</i> 8 0		
	<i>i</i> 2 40.4	<i>U</i> 4° 677		<i>i</i> 7 34.9	<i>U</i> 5° 627		<i>i</i> 6 17.7	<i>U</i> 3° 406	

l	(299) Thora			(300) Geraldina			(303) Josephina		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3620	+0.056	01.895	.4906	-0.028	02.150	.4764	+0.092	00.153
10	.3601 ¹⁹	+0.050	01.989 ⁶	.4926 ²⁰	-0.022	02.299 ⁶	.4721 ⁴³	+0.151 ⁵⁹	00.295 ¹⁴²
20	.3590	+0.042	02.082 ⁹³	.4950 ²⁴	-0.016	02.450 ¹⁵¹	.4683 ³⁸	+0.203 ⁵²	00.433 ¹³⁸
30	.3587 ³	+0.034	02.176 ⁸	.4978 ²⁸	-0.009	02.603 ¹⁵³	.4651 ³²	+0.249 ⁴⁶	00.569 ¹³⁶
40	.3592 ⁵	+0.024	02.269 ¹⁰	.5008 ³⁰	-0.002	02.758 ¹⁵⁵	.4627 ²⁴	+0.288 ³⁹	00.703 ¹³⁴
50	.3604 ¹²	+0.013	02.362 ¹¹	.5039 ³¹	+0.005	02.915 ¹⁵⁷	.4612 ¹⁵	+0.318 ³⁰	00.836 ¹³³
60	.3623 ¹⁹	+0.002	02.456 ¹¹	.5071 ³²	+0.013	03.073 ¹⁵⁸	.4606 ⁶	+0.338 ²⁰	00.969 ¹³³
70	.3648 ²⁵	-0.009	02.551 ¹¹	.5103 ³²	+0.020	03.234 ¹⁶¹	.4610 ⁴	+0.349 ¹¹	01.102 ¹³³
80	.3679 ³¹	-0.020	02.648 ¹¹	.5134 ³¹	+0.027	03.398 ¹⁶⁴	.4625 ¹⁵	+0.351 ²	01.235 ¹³³
90	.3715 ³⁶	-0.031	02.746 ¹¹	.5163 ²⁹	+0.033	03.565 ¹⁶⁷	.4649 ²⁴	+0.343 ⁸	01.369 ¹³⁴
100	.3756 ⁴¹	-0.041	02.846 ¹⁰	.5188 ²⁵	+0.038	03.733 ¹⁶⁸	.4683 ³⁴	+0.324 ¹⁹	01.505 ¹³⁶
110	.3800 ⁴⁴	-0.050	02.948 ⁹	.5209 ²¹	+0.042	03.903 ¹⁷⁰	.4725 ⁴²	+0.296 ²⁸	01.644 ¹³⁹
120	.3846 ⁴⁶	-0.057	03.051 ⁷	.5226 ¹⁷	+0.045	04.075 ¹⁷²	.4773 ⁴⁸	+0.258 ³⁸	01.785 ¹⁴¹
130	.3892 ⁴⁶	-0.063	03.157 ⁶	.5238 ¹²	+0.046	04.248 ¹⁷³	.4824 ⁵¹	+0.212 ⁴⁶	01.929 ¹⁴⁴
140	.3938 ⁴⁶	-0.067	03.265 ⁴	.5244 ⁶	+0.045	04.422 ¹⁷⁴	.4878 ⁵⁴	+0.159 ⁵³	02.077 ¹⁴⁸
150	.3981 ⁴³	-0.069	03.375 ²	.5244 ⁰	+0.043	04.596 ¹⁷⁴	.4933 ⁵⁵	+0.101 ⁵⁸	02.229 ¹⁵²
160	.4019 ³⁸	-0.069	03.488 ⁰	.5239 ⁵	+0.040	04.769 ¹⁷³	.4987 ⁵⁴	+0.038 ⁶³	02.385 ¹⁵⁶
170	.4052 ³³	-0.067	03.603 ²	.5228 ¹¹	+0.036	04.942 ¹⁷³	.5038 ⁵¹	-0.030 ⁶⁸	02.545 ¹⁶⁰
180	.4080 ²⁸	-0.063	03.719 ⁴	.5211 ¹⁷	+0.031	05.113 ¹⁷¹	.5084 ⁴⁶	-0.100 ⁷⁰	02.708 ¹⁶³
190	.4101 ²¹	-0.057	03.836 ⁶	.5189 ²²	+0.024	05.283 ¹⁷⁰	.5123 ³⁹	-0.167 ⁶⁷	02.874 ¹⁶⁶
200	.4113 ¹²	-0.048	03.955 ⁹	.5164 ²⁵	+0.017	05.451 ¹⁶⁸	.5155 ³²	-0.227 ⁶⁰	03.044 ¹⁷⁰
210	.4117 ⁴	-0.038	04.074 ¹⁰	.5136 ²⁸	+0.010	05.617 ¹⁶⁶	.5180 ²⁵	-0.281 ⁵⁴	03.216 ¹⁷²
220	.4113 ⁴	-0.027	04.193 ¹¹	.5105 ³¹	+0.002	05.782 ¹⁶⁵	.5196 ¹⁶	-0.328 ⁴⁷	03.389 ¹⁷³
230	.4100 ¹³	-0.015	04.311 ¹²	.5072 ³³	-0.006	05.944 ¹⁶²	.5202 ⁶	-0.364 ³⁶	03.563 ¹⁷⁴
240	.4079 ²¹	-0.002	04.428 ¹³	.5040 ³²	-0.013	06.103 ¹⁵⁹	.5200 ²	-0.388 ²⁴	03.737 ¹⁷⁴
250	.4051 ²⁸	+0.010	04.544 ¹²	.5009 ³¹	-0.020	06.260 ¹⁵⁷	.5191 ⁹	-0.399 ¹¹	03.911 ¹⁷⁴
260	.4017 ³⁴	+0.022	04.658 ¹²	.4979 ³⁰	-0.026	06.415 ¹⁵⁵	.5175 ¹⁶	-0.398 ¹	04.084 ¹⁷³
270	.3977 ⁴⁰	+0.033	04.770 ¹¹	.4952 ²⁷	-0.031	06.568 ¹⁵³	.5152 ²³	-0.384 ¹⁴	04.255 ¹⁷¹
280	.3933 ⁴⁴	+0.042	04.881 ¹¹	.4928 ²⁴	-0.036	06.719 ¹⁵¹	.5123 ²⁹	-0.358 ²⁶	04.424 ¹⁶⁹
290	.3887 ⁴⁶	+0.050	04.989 ⁸	.4908 ²⁰	-0.039	06.868 ¹⁴⁹	.5089 ³⁴	-0.322 ³⁶	04.590 ¹⁶⁶
300	.3841 ⁴⁶	+0.057	05.095 ⁷	.4891 ¹⁷	-0.041	07.016 ¹⁴⁸	.5050 ³⁹	-0.276 ⁴⁶	04.754 ¹⁶⁴
310	.3796 ⁴⁵	+0.061	05.199 ⁴	.4880 ¹¹	-0.042	07.163 ¹⁴⁷	.5006 ⁴⁴	-0.221 ⁵⁵	04.915 ¹⁶¹
320	.3752 ⁴⁴	+0.064	05.300 ³	.4876 ⁴	-0.042	07.310 ¹⁴⁷	.4958 ⁴⁸	-0.162 ⁵⁹	05.072 ¹⁵⁷
330	.3711 ⁴¹	+0.065	05.399 ¹	.4876 ⁰	-0.040	07.456 ¹⁴⁶	.4909 ⁴⁹	-0.100 ⁶²	05.226 ¹⁵⁴
340	.3675 ³⁶	+0.064	05.497 ¹	.4881 ⁵	-0.037	07.603 ¹⁴⁷	.4860 ⁴⁹	-0.036 ⁶⁴	05.377 ¹⁵¹
350	.3645 ³⁰	+0.061	05.593 ³	.4891 ¹⁰	-0.033	07.750 ¹⁴⁷	.4811 ⁴⁹	+0.029 ⁶⁵	05.524 ¹⁴⁷
360	.3620 ²⁵	+0.056	05.689 ⁵	.4906 ¹⁵	-0.028	07.898 ¹⁴⁸	.4764 ⁴⁷	+0.092 ⁶³	05.668 ¹⁴⁴
	T 1903.050	e 0.0610		T 1895.520	e 0.0427		T 1902.092	e 0.0684	
	M 83°26'	a 2.433		M 336°45'	a 3.209		M 75°32'	a 3.121	
	ω 147 38	μ 94°88		ω 282 59	μ 62°63		ω 72 19	μ 65°28	
	Ω 241 51			Ω 42 17			Ω 345 14		
	i 1 35.3	U 3 ^h 794		i 0 47	U 5 ^h 748		i 6 55	U 5 ^h 515	

l	(304) Olga			(305) Gordonia			(306) Unitas		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.2821	-0.196	00.571	.4893	+0.123	00.336	.3236	-0.167	00.189
10	.2886 ⁶⁵	-0.285	00.642 ⁷¹	.4740 ¹⁵³	+0.083	00.486 ¹⁵⁰	.3319 ⁸³	-0.204	00.273 ⁸⁴
20	.2966 ⁸⁰	-0.369	00.716 ⁷⁴	.4591 ¹⁴⁹	+0.043	00.625 ¹³⁹	.3413 ⁹⁴	-0.238	00.360 ⁸⁷
30	.3063 ⁹⁷	-0.446	00.793 ⁷⁷	.4450 ¹⁴¹	+0.004	00.755 ¹³⁰	.3516 ¹⁰³	-0.266	00.451 ⁹¹
40	.3178 ¹¹⁵	-0.515	00.873 ⁸⁰	.4321 ¹²⁹	-0.033	00.876 ¹²¹	.3626 ¹¹⁰	-0.287	00.546 ⁹⁵
50	.3309 ¹³¹	-0.574	00.958 ⁸⁵	.4205 ¹¹⁶	-0.066	00.989 ¹¹³	.3740 ¹¹⁴	-0.301	00.647 ¹⁰¹
60	.3456 ¹⁴⁷	-0.619	01.048 ⁹⁰	.4106 ⁹⁹	-0.096	01.098 ¹⁰⁹	.3853 ¹¹³	-0.306	00.753 ¹⁰⁶
70	.3617 ¹⁶¹	-0.650	01.145 ⁹⁷	.4026 ⁸⁰	-0.123	01.204 ¹⁰⁶	.3963 ¹¹⁰	-0.301	00.864 ¹¹¹
80	.3788 ¹⁷¹	-0.664	01.250 ¹⁰⁵	.3966 ⁶⁰	-0.145	01.306 ¹⁰²	.4067 ¹⁰⁴	-0.286	00.981 ¹¹⁷
90	.3965 ¹⁷⁷	-0.657	01.364 ¹¹⁴	.3927 ³⁹	-0.164	01.406 ¹⁰⁰	.4159 ⁹²	-0.260	01.104 ¹²³
100	.4140 ¹⁷⁵	-0.627	01.488 ¹²⁴	.3911 ¹⁶	-0.178	01.504 ⁹⁸	.4235 ⁷⁶	-0.224	01.232 ¹²⁸
110	.4306 ¹⁶⁶	-0.573	01.621 ¹³³	.3917 ⁶	-0.187	01.602 ⁹⁸	.4291 ⁵⁶	-0.179	01.363 ¹³¹
120	.4452 ¹⁴⁶	-0.494	01.765 ¹⁴⁴	.3945 ²⁸	-0.192	01.701 ⁹⁹	.4324 ³³	-0.127	01.497 ¹³⁴
130	.4568 ¹¹⁶	-0.390	01.917 ¹⁵²	.3996 ⁵¹	-0.192	01.801 ¹⁰⁰	.4332 ⁸	-0.070	01.632 ¹³⁵
140	.4644 ⁷⁶	-0.265	02.076 ¹⁵⁹	.4068 ⁷²	-0.187	01.905 ¹⁰⁴	.4315 ¹⁷	-0.010	01.768 ¹³⁶
150	.4674 ³⁰	-0.127	02.240 ¹⁶⁴	.4160 ⁹²	-0.176	02.013 ¹⁰⁸	.4274 ⁴¹	+0.050	01.902 ¹³⁴
160	.4654 ²⁰	+0.017	02.404 ¹⁶⁴	.4271 ¹¹¹	-0.161	02.126 ¹¹³	.4210 ⁶⁴	+0.106	02.032 ¹³⁰
170	.4585 ⁶⁹	+0.158	02.565 ¹⁶¹	.4397 ¹²⁶	-0.140	02.245 ¹¹⁹	.4125 ⁸⁵	+0.156	02.157 ¹²⁵
180	.4471 ¹¹⁴	+0.286	02.719 ¹⁵⁴	.4537 ¹⁴⁰	-0.113	02.372 ¹²⁷	.4024 ¹⁰¹	+0.200	02.278 ¹²¹
190	.4321 ¹⁵⁰	+0.396	02.863 ¹⁴⁴	.4686 ¹⁴⁹	-0.082	02.507 ¹³⁵	.3913 ¹¹¹	+0.235	02.393 ¹¹⁵
200	.4147 ¹⁷⁴	+0.484	02.997 ¹³⁴	.4840 ¹⁵⁴	-0.045	02.652 ¹⁴⁵	.3795 ¹¹⁸	+0.260	02.502 ¹⁰⁹
210	.3958 ¹⁸⁹	+0.548	03.121 ¹²⁴	.4995 ¹⁵⁵	-0.004	02.808 ¹⁵⁶	.3675 ¹²⁰	+0.276	02.605 ¹⁰³
220	.3764 ¹⁹⁴	+0.590	03.234 ¹¹³	.5147 ¹⁵²	+0.039	02.975 ¹⁶⁷	.3558 ¹¹⁷	+0.283	02.702 ⁹⁷
230	.3576 ¹⁸⁸	+0.611	03.337 ¹⁰³	.5289 ¹⁴²	+0.085	03.154 ¹⁷⁹	.3447 ¹¹¹	+0.281	02.794 ⁹²
240	.3400 ¹⁷⁶	+0.612	03.432 ⁹⁵	.5415 ¹²⁶	+0.130	03.345 ¹⁹¹	.3345 ¹⁰²	+0.272	02.883 ⁸⁹
250	.3239 ¹⁶¹	+0.596	03.520 ⁸⁸	.5520 ¹⁰⁵	+0.173	03.546 ²⁰¹	.3254 ⁹¹	+0.256	02.967 ⁸⁴
260	.3099 ¹⁴⁰	+0.566	03.602 ⁸²	.5600 ⁸⁰	+0.212	03.756 ²¹⁰	.3175 ⁷⁹	+0.233	03.048 ⁸¹
270	.2981 ¹¹⁸	+0.524	03.680 ⁷⁸	.5652 ⁵²	+0.243	03.972 ²¹⁶	.3111 ⁶⁴	+0.204	03.126 ⁷⁸
280	.2885 ⁹⁶	+0.470	03.754 ⁷⁴	.5673 ²¹	+0.266	04.192 ²²⁰	.3063 ⁴⁸	+0.171	03.202 ⁷⁶
290	.2812 ⁷³	+0.406	03.824 ⁷⁰	.5661 ¹²	+0.279	04.413 ²²¹	.3031 ³²	+0.134	03.277 ⁷⁵
300	.2760 ⁵²	+0.334	03.893 ⁶⁹	.5617 ⁴⁴	+0.282	04.630 ²¹⁷	.3015 ¹⁶	+0.094	03.352 ⁷⁵
310	.2728 ³²	+0.255	03.961 ⁶⁸	.5544 ⁷³	+0.273	04.842 ²¹²	.3014 ¹	+0.051	03.426 ⁷⁴
320	.2715 ¹³	+0.170	04.028 ⁶⁷	.5446 ⁹⁸	+0.256	05.045 ²⁰³	.3029 ¹⁵	+0.007	03.500 ⁷⁴
330	.2719 ⁴	+0.081	04.095 ⁶⁷	.5326 ¹²⁰	+0.230	05.239 ¹⁹⁴	.3060 ³¹	-0.038	03.575 ⁷⁵
340	.2738 ¹⁹	-0.011	04.161 ⁶⁶	.5191 ¹³⁵	+0.198	05.422 ¹⁸³	.3105 ⁴⁵	-0.082	03.651 ⁷⁶
350	.2772 ³⁴	-0.104	04.229 ⁶⁸	.5045 ¹⁴⁶	+0.162	05.594 ¹⁷²	.3164 ⁵⁹	-0.126	03.729 ⁷⁸
360	.2821 ⁴⁹	-0.196	04.298 ⁶⁹	.4893 ¹⁵²	+0.123	05.754 ¹⁶⁰	.3236 ⁷²	-0.167	03.809 ⁸⁰
	<i>T</i> 1902.036	<i>e</i> 0.2215		<i>T</i> 1904.555	<i>e</i> 0.2002		<i>T</i> 1902.202	<i>e</i> 0.1509	
	<i>M</i> 161° 50'	<i>a</i> 2.404		<i>M</i> 201° 39'	<i>a</i> 3.084		<i>M</i> 240° 21'	<i>a</i> 2.358	
	<i>ω</i> 169 52	<i>μ</i> 96° 60		<i>ω</i> 250 42	<i>μ</i> 66° 45		<i>ω</i> 165 32	<i>μ</i> 99° 44	
	<i>Ω</i> 158 47			<i>Ω</i> 211 2			<i>Ω</i> 141 35		
	<i>i</i> 15 47.4	<i>U</i> 3 ^a 727		<i>i</i> 4 25.1	<i>U</i> 5 ^a 418		<i>i</i> 7 15.3	<i>U</i> 3 ^a 620	

l	(308) Polyxo			(312) Pierretta			(313) Chaldaea		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4325	+0.007	97.885	.4398	-0.058	00.946	.4155	-0.032	99.221
10	.4353	-0.029	98.009	.4523	+0.019	01.079	.4023	-0.121	99.344
20	.4382	-0.064	98.135	.4642	+0.100	01.221	.3878	-0.200	99.459
30	.4410	-0.098	98.262	.4751	+0.182	01.370	.3724	-0.267	99.567
40	.4436	-0.130	98.391	.4846	+0.262	01.525	.3570	-0.321	99.667
50	.4461	-0.158	98.521	.4924	+0.335	01.687	.3421	-0.362	99.761
60	.4483	-0.180	98.653	.4981	+0.399	01.855	.3282	-0.391	99.848
70	.4503	-0.197	98.786	.5018	+0.450	02.026	.3157	-0.407	99.931
80	.4520	-0.210	98.920	.5034	+0.486	02.200	.3051	-0.412	00.009
90	.4533	-0.215	99.055	.5029	+0.505	02.374	.2965	-0.406	00.083
100	.4541	-0.214	99.191	.5001	+0.505	02.546	.2902	-0.389	00.155
110	.4545	-0.205	99.328	.4953	+0.488	02.715	.2861	-0.364	00.226
120	.4544	-0.190	99.464	.4887	+0.455	02.880	.2842	-0.330	00.295
130	.4538	-0.170	99.600	.4805	+0.408	03.039	.2845	-0.287	00.364
140	.4528	-0.144	99.735	.4711	+0.349	03.192	.2868	-0.237	00.434
150	.4514	-0.114	99.870	.4606	+0.281	03.338	.2910	-0.180	00.505
160	.4495	-0.080	00.004	.4493	+0.208	03.478	.2969	-0.116	00.577
170	.4472	-0.044	00.137	.4375	+0.132	03.610	.3044	-0.047	00.652
180	.4445	-0.007	00.268	.4257	+0.056	03.734	.3133	+0.025	00.729
190	.4417	+0.029	00.397	.4141	-0.018	03.852	.3231	+0.100	00.810
200	.4388	+0.064	00.525	.4030	-0.087	03.964	.3338	+0.176	00.895
210	.4357	+0.097	00.651	.3928	-0.151	04.071	.3452	+0.250	00.984
220	.4326	+0.126	00.775	.3838	-0.208	04.173	.3572	+0.321	01.079
230	.4297	+0.151	00.897	.3761	-0.257	04.271	.3695	+0.386	01.179
240	.4271	+0.172	01.017	.3699	-0.297	04.366	.3818	+0.442	01.284
250	.4249	+0.187	01.136	.3656	-0.329	04.459	.3940	+0.487	01.396
260	.4231	+0.196	01.254	.3634	-0.352	04.550	.4058	+0.519	01.514
270	.4218	+0.200	01.372	.3632	-0.366	04.641	.4167	+0.535	01.638
280	.4211	+0.198	01.489	.3651	-0.370	04.732	.4262	+0.533	01.768
290	.4209	+0.191	01.606	.3690	-0.365	04.825	.4341	+0.512	01.904
300	.4212	+0.177	01.724	.3749	-0.350	04.919	.4399	+0.472	02.044
310	.4221	+0.157	01.841	.3827	-0.326	05.017	.4432	+0.414	02.187
320	.4235	+0.134	01.959	.3921	-0.291	05.119	.4436	+0.340	02.332
330	.4253	+0.107	02.078	.4029	-0.246	05.226	.4410	+0.253	02.475
340	.4274	+0.076	02.198	.4147	-0.192	05.338	.4353	+0.159	02.616
350	.4298	+0.043	02.319	.4271	-0.129	05.456	.4267	+0.063	02.752
360	.4325	+0.007	02.441	.4398	-0.058	05.582	.4155	-0.032	02.883
	T 1902.857	e 0.0387		T 1901.872	e 0.1603		T 1904.117	e 0.1808	
	M 97° 52'	a 2.748		M 149° 16'	a 2.781		M 8° 9'	a 2.376	
	ω 108 54	μ 79° 02		ω 256 33	μ 77° 64		ω 313 57	μ 98° 30	
	Ω 182 0			Ω 7 32			Ω 176 33		
	i 4 20.0	U 4° 556		i 9 5	U 4° 636		i 11 36	U 3° 662	

<i>l</i>	(314) Rosalia			(315) Constantia			(317) Roxane		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.4103	-0.088	02.827	.2777	-0.026	98.482	.3240	-0.032	98.811
10	.4113	-0.185	02.935	.2836	-0.040	98.551	.3268	-0.041	98.894
20	.4138	-0.278	03.044	.2912	-0.052	98.622	.3305	-0.050	98.978
30	.4180	-0.365	03.155	.3003	-0.063	98.696	.3350	-0.057	99.064
40	.4239	-0.445	03.268	.3107	-0.073	98.772	.3403	-0.063	99.151
50	.4315	-0.514	03.385	.3222	-0.082	98.852	.3461	-0.067	99.241
60	.4408	-0.572	03.506	.3345	-0.089	98.938	.3523	-0.069	99.333
70	.4517	-0.618	03.634	.3473	-0.093	99.029	.3587	-0.069	99.428
80	.4641	-0.648	03.768	.3601	-0.095	99.125	.3651	-0.067	99.525
90	.4778	-0.661	03.911	.3727	-0.093	99.227	.3713	-0.063	99.625
100	.4924	-0.655	04.063	.3846	-0.089	99.335	.3772	-0.057	99.729
110	.5074	-0.627	04.226	.3952	-0.081	99.448	.3824	-0.049	99.835
120	.5223	-0.577	04.401	.4042	-0.070	99.567	.3869	-0.038	99.943
130	.5363	-0.504	04.588	.4112	-0.056	99.690	.3905	-0.026	00.053
140	.5488	-0.408	04.786	.4158	-0.040	99.816	.3930	-0.014	00.166
150	.5590	-0.291	04.996	.4178	-0.022	99.944	.3943	0.000	00.279
160	.5662	-0.159	05.213	.4172	-0.002	00.074	.3944	+0.014	00.392
170	.5699	-0.017	05.437	.4139	+0.017	00.202	.3933	+0.026	00.505
180	.5700	+0.127	05.663	.4082	+0.035	00.327	.3910	+0.037	00.617
190	.5664	+0.264	05.887	.4002	+0.051	00.449	.3876	+0.047	00.728
200	.5595	+0.389	06.105	.3904	+0.065	00.565	.3833	+0.056	00.837
210	.5498	+0.495	06.315	.3791	+0.076	00.676	.3781	+0.063	00.943
220	.5377	+0.578	06.515	.3667	+0.084	00.781	.3723	+0.068	01.047
230	.5241	+0.637	06.703	.3539	+0.088	00.880	.3661	+0.070	01.148
240	.5098	+0.671	06.880	.3410	+0.090	00.973	.3597	+0.070	01.246
250	.4953	+0.683	07.045	.3283	+0.089	01.061	.3533	+0.068	01.341
260	.4812	+0.674	07.200	.3163	+0.086	01.144	.3471	+0.064	01.434
270	.4679	+0.646	07.346	.3054	+0.081	01.223	.3413	+0.059	01.524
280	.4557	+0.602	07.482	.2957	+0.073	01.298	.3360	+0.052	01.612
290	.4448	+0.543	07.611	.2873	+0.064	01.370	.3313	+0.043	01.698
300	.4354	+0.472	07.735	.2805	+0.053	01.440	.3274	+0.033	01.782
310	.4275	+0.392	07.854	.2754	+0.041	01.508	.3244	+0.023	01.864
320	.4210	+0.304	07.969	.2721	+0.029	01.574	.3223	+0.012	01.946
330	.4161	+0.210	08.081	.2707	+0.016	01.639	.3212	0.000	02.027
340	.4126	+0.111	08.191	.2712	+0.002	01.705	.3211	-0.012	02.108
350	.4107	+0.012	08.299	.2735	-0.012	01.771	.3220	-0.023	02.189
360	.4103	-0.088	08.407	.2777	-0.026	01.838	.3240	-0.032	02.270
<i>T</i> 1903.952 <i>e</i> 0.1825			<i>T</i> 1891.677 <i>e</i> 0.1680			<i>T</i> 1904.226 <i>e</i> 0.0844			
<i>M</i> 75° 17' <i>a</i> 3.146			<i>M</i> 9° 28' <i>a</i> 2.242			<i>M</i> 223° 53' <i>a</i> 2.287			
<i>ω</i> 185 4 <i>μ</i> 64° 52			<i>ω</i> 171 22 <i>μ</i> 107° 27			<i>ω</i> 185 10 <i>μ</i> 104° 09			
<i>Ω</i> 171 10			<i>Ω</i> 161 14			<i>Ω</i> 150 43			
<i>i</i> 12 33 <i>U</i> 5 ^a 580			<i>i</i> 2 24.6 <i>U</i> 3 ^a 356			<i>i</i> 1 45.4 <i>U</i> 3 ^a 459			

l	(318) Magdalena			(321) Florentina			(322) Phaco		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4980	-0.175	97.911	.4538	-0.085	01.190	.3185	+0.280	00.687
10	.4926 ⁵⁴	-0.266 ⁹¹	98.065 ¹⁵⁴	.4507 ³¹	-0.066 ¹⁹	01.321 ¹³¹	.3189 ⁴	+0.262 ¹⁸	00.762 ⁷⁵
20	.4874 ⁵²	-0.347 ⁸¹	98.216 ¹⁵¹	.4478 ²⁹	-0.045 ²¹	01.451 ¹³⁰	.3220 ³¹	+0.237 ²⁵	00.838 ⁷⁶
30	.4826 ⁴⁸	-0.416 ⁶⁹	98.364 ¹⁴⁸	.4453 ²⁵	-0.023 ²²	01.579 ¹²⁸	.3278 ⁵⁸	+0.206 ³¹	00.915 ⁷⁷
40	.4784 ⁴²	-0.472 ⁵⁶	98.508 ¹⁴⁴	.4431 ²²	-0.001 ²²	01.706 ¹²⁷	.3361 ⁸³	+0.169 ³⁷	00.995 ⁸⁰
50	.4751 ³³	-0.513 ⁴¹	98.649 ¹⁴¹	.4414 ¹⁷	+0.021 ²²	01.831 ¹²⁵	.3467 ¹⁰⁶	+0.125 ⁴⁴	01.079 ⁸⁴
60	.4727 ²⁴	-0.540 ²⁷	98.789 ¹⁴⁰	.4403 ¹¹	+0.042 ²¹	01.956 ¹²⁵	.3595 ¹²⁸	+0.076 ⁴⁹	01.167 ⁸⁸
70	.4727 ¹²	-0.540 ¹²	98.789 ¹³⁹	.4403 ⁶	+0.042 ²⁰	01.956 ¹²⁴	.3595 ¹⁴⁷	+0.076 ⁵⁵	01.167 ⁹⁴
80	.4715 ⁰	-0.552 ⁴	98.928 ¹³⁹	.4397 ¹	+0.062 ¹⁸	02.080 ¹²⁴	.3742 ¹⁶²	+0.021 ⁵⁹	01.261 ¹⁰¹
90	.4715 ¹¹	-0.548 ²⁰	99.067 ¹³⁹	.4396 ⁵	+0.080 ¹⁵	02.204 ¹²⁴	.3904 ¹⁷⁴	-0.038 ⁶³	01.362 ¹⁰⁹
100	.4726 ²³	-0.528 ³⁴	99.206 ¹³⁹	.4401 ¹¹	+0.095 ¹³	02.328 ¹²⁵	.4078 ¹³²	-0.101 ⁶⁵	01.471 ¹¹⁸
110	.4749 ³³	-0.494 ⁴⁸	99.345 ¹⁴¹	.4412 ¹⁶	+0.108 ¹⁰	02.453 ¹²⁶	.4260 ¹⁸⁶	-0.166 ⁶⁵	01.589 ¹²⁹
120	.4782 ⁴¹	-0.446 ⁶²	99.486 ¹⁴⁴	.4428 ²²	+0.118 ⁷	02.579 ¹²⁶	.4446 ¹⁸³	-0.231 ⁶⁴	01.718 ¹⁴⁰
130	.4823 ⁴⁶	-0.384 ⁷⁵	99.630 ¹⁴⁸	.4450 ²⁶	+0.125 ³	02.705 ¹²⁶	.4629 ¹⁷⁶	-0.295 ⁵⁸	01.858 ¹⁵²
140	.4869 ⁵⁰	-0.309 ⁸⁶	99.778 ¹⁵¹	.4476 ²⁹	+0.128 ¹	02.833 ¹³⁰	.4805 ¹⁶²	-0.353 ⁵⁰	02.010 ¹⁶⁵
150	.4919 ⁵²	-0.223 ⁹⁴	99.929 ¹⁵⁴	.4505 ³³	+0.127 ⁵	02.963 ¹³²	.4967 ¹⁴²	-0.403 ³⁹	02.175 ¹⁷⁶
160	.4971 ⁵¹	-0.129 ¹⁰¹	00.083 ¹⁵⁷	.4538 ³⁵	+0.122 ⁹	03.095 ¹³⁴	.5109 ¹¹⁵	-0.442 ²⁴	02.351 ¹⁸⁸
170	.5022 ⁴⁷	-0.028 ¹⁰⁴	00.240 ¹⁶¹	.4573 ³⁶	+0.114 ¹²	03.229 ¹³⁶	.5224 ⁸³	-0.466 ⁷	02.539 ¹⁹⁶
180	.5069 ⁴²	+0.076 ¹⁰⁴	00.401 ¹⁶⁵	.4609 ³⁶	+0.102 ¹⁵	03.365 ¹³⁸	.5307 ⁴⁶	-0.473 ¹¹	02.735 ²⁰²
190	.5111 ³⁷	+0.180 ¹⁰⁰	00.566 ¹⁶⁸	.4645 ³⁵	+0.087 ¹⁸	03.503 ¹⁴⁰	.5353 ⁷	-0.462 ³⁰	02.937 ²⁰⁵
200	.5148 ³²	+0.280 ⁹²	00.734 ¹⁷¹	.4680 ³¹	+0.069 ²¹	03.643 ¹⁴²	.5360 ³⁴	-0.432 ⁴⁷	03.142 ²⁰⁴
210	.5180 ²⁶	+0.372 ⁸²	00.905 ¹⁷³	.4711 ²⁷	+0.048 ²²	03.785 ¹⁴⁴	.5326 ⁷³	-0.385 ⁶¹	03.346 ¹⁹⁸
220	.5206 ²⁰	+0.454 ⁶⁹	01.078 ¹⁷⁴	.4738 ²³	+0.026 ²⁴	03.929 ¹⁴⁶	.5253 ¹⁰⁹	-0.324 ⁷⁰	03.544 ¹⁹⁰
230	.5226 ¹⁵	+0.523 ⁵³	01.252 ¹⁷⁶	.4761 ¹⁸	+0.002 ²⁴	04.075 ¹⁴⁸	.5144 ¹⁴¹	-0.254 ⁷⁶	03.734 ¹⁸⁰
240	.5241 ¹¹	+0.576 ³⁴	01.428 ¹⁷⁷	.4779 ¹²	-0.022 ²⁴	04.223 ¹⁴⁸	.5003 ¹⁶⁶	-0.178 ⁷⁷	03.914 ¹⁶⁷
250	.5252 ⁶	+0.610 ¹⁵	01.605 ¹⁷⁸	.4791 ⁵	-0.046 ²²	04.371 ¹⁴⁹	.4837 ¹⁸³	-0.101 ⁷⁵	04.081 ¹⁵⁵
260	.5258 ²	+0.625 ⁴	01.783 ¹⁷⁸	.4796 ¹	-0.068 ¹⁹	04.520 ¹⁴⁹	.4654 ¹⁹²	-0.026 ⁶⁹	04.236 ¹⁴²
270	.5260 ²	+0.621 ²⁴	01.961 ¹⁷⁸	.4795 ⁷	-0.087 ¹⁷	04.669 ¹⁴⁹	.4462 ¹⁹⁶	+0.043 ⁶²	04.378 ¹²⁹
280	.5258 ⁶	+0.597 ⁴²	02.139 ¹⁷⁷	.4788 ¹⁴	-0.104 ¹⁴	04.818 ¹⁴⁹	.4266 ¹⁹³	+0.105 ⁵⁴	04.507 ¹¹⁸
290	.5252 ¹²	+0.555 ⁵⁹	02.316 ¹⁷⁶	.4774 ¹⁹	-0.118 ¹⁰	04.967 ¹⁴⁷	.4073 ¹⁸³	+0.159 ⁴⁵	04.625 ¹⁰⁸
300	.5240 ¹⁸	+0.496 ⁷⁵	02.492 ¹⁷⁶	.4755 ²⁴	-0.128 ⁵	05.114 ¹⁴⁶	.3890 ¹⁶⁸	+0.204 ³⁵	04.733 ¹⁰⁰
310	.5222 ²⁵	+0.421 ⁸⁸	02.668 ¹⁷⁴	.4731 ²⁷	-0.133 ¹	05.260 ¹⁴⁴	.3722 ¹⁵⁰	+0.239 ²⁷	04.833 ⁹³
320	.5197 ³²	+0.333 ⁹⁷	02.842 ¹⁷²	.4704 ³¹	-0.134 ²	05.404 ¹⁴²	.3572 ¹²⁹	+0.266 ¹⁸	04.926 ⁸⁸
330	.5165 ³⁸	+0.236 ¹⁰³	03.014 ¹⁶⁹	.4673 ³³	-0.132 ⁷	05.546 ¹⁴⁰	.3443 ¹⁰⁴	+0.284 ¹⁰	05.014 ⁸²
340	.5127 ⁴⁴	+0.133 ¹⁰⁵	03.183 ¹⁶⁶	.4640 ³⁵	-0.125 ¹⁰	05.686 ¹³⁸	.3339 ⁷⁸	+0.294 ³	05.096 ⁷⁹
350	.5083 ⁵⁰	+0.028 ¹⁰⁴	03.349 ¹⁶²	.4605 ³⁴	-0.115 ¹³	05.824 ¹³⁶	.3261 ⁵²	+0.297 ⁵	05.175 ⁷⁷
360	.5033 ⁵³	-0.076 ⁹⁹	03.511 ¹⁵⁹	.4571 ³³	-0.102 ¹⁷	05.960 ¹³³	.3209 ²⁴	+0.292 ¹²	05.252 ⁷⁶
	.4980	-0.175	03.670	.4538	-0.085	06.093	.3185	+0.280	05.328
	T 1903.734	e 0.0629		T 1903.131	e 0.0463		T 1904.445	e 0.2456	
	M 294° 50'	a 3.213		M 72° 55'	a 2.886		M 288° 23'	a 2.782	
	ω 273 42	μ 62° 51		ω 33 59	μ 73° 42		ω 111 33	μ 77° 57	
	Ω 162 41			Ω 40 40			Ω 253 39		
	i 10 33.6	U 5 ^a 759		i 2 36.9	U 4 ^a 903		i 7 59	U 4 ^a 641	

l	(324) Bamberga			(325) Heidelberga			(326) Tamara		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.2479	+0.182	99.426	.4618	+0.111	95.786	.3359	-0.506	00.531
10	.2452 ²⁷	+0.230 ⁴⁸	99.484 ⁵⁸	.4522 ⁹⁶	+0.178 ⁶⁷	95.916 ¹³⁰	.3567 ²⁰⁸	-0.375 ¹³¹	00.631 ¹⁰⁰
20	.2457 ⁵	+0.273 ⁴³	99.541 ⁵⁷	.4439 ⁸³	+0.238 ⁶⁰	96.041 ¹²⁵	.3762 ¹⁹⁵	-0.218 ¹⁵⁷	00.741 ¹¹⁰
30	.2497 ⁴⁰	+0.310 ³⁷	99.598 ⁵⁷	.4371 ⁶⁸	+0.289 ⁵¹	96.161 ¹²⁰	.3932 ¹⁷⁰	-0.038 ¹⁸⁰	00.861 ¹²⁰
40	.2571 ⁷⁴	+0.341 ³¹	99.656 ⁵⁸	.4319 ⁵²	+0.332 ⁴³	96.279 ¹¹⁸	.4065 ¹³³	+0.156 ¹⁹⁴	00.989 ¹²⁸
50	.2680 ¹⁰⁹	+0.366 ²⁵	99.717 ⁶¹	.4286 ³³	+0.365 ³³	96.394 ¹¹⁵	.4154 ⁸⁹	+0.354 ¹⁹⁸	01.125 ¹³⁶
60	.2823 ¹⁴³	+0.383 ¹⁷	99.782 ⁶⁵	.4273 ¹³	+0.388 ²³	96.508 ¹¹⁴	.4198 ⁴⁴	+0.544 ¹⁹⁰	01.264 ¹³⁹
70	.2999 ¹⁷⁶	+0.392 ⁹	99.853 ⁷¹	.4280 ⁷	+0.401 ¹³	96.622 ¹¹⁴	.4200 ²	+0.714 ¹⁷⁰	01.404 ¹⁴⁰
80	.3207 ²⁰⁸	+0.391 ¹	99.930 ⁷⁷	.4307 ²⁷	+0.404 ³	96.736 ¹¹⁴	.4168 ³²	+0.855 ¹⁴¹	01.544 ¹⁴⁰
90	.3445 ²³⁸	+0.379 ¹²	00.015 ⁸⁵	.4354 ⁴⁷	+0.396 ⁸	96.852 ¹¹⁶	.4110 ⁵⁸	+0.963 ¹⁰⁸	01.681 ¹³⁷
100	.3706 ²⁶¹	+0.355 ²⁴	00.110 ⁹⁵	.4420 ⁶⁶	+0.378 ¹⁸	96.972 ¹²⁰	.4035 ⁷⁵	+1.035 ⁷²	01.813 ¹³²
110	.3984 ²⁷⁸	+0.316 ³⁹	00.218 ¹⁰⁸	.4504 ⁸⁴	+0.378 ³⁰	97.096 ¹²⁴	.3952 ⁸³	+1.071 ³⁶	01.941 ¹²⁸
120	.4270 ²⁸⁶	+0.260 ⁵⁶	00.342 ¹²⁴	.4602 ⁹⁸	+0.348 ⁹⁸	97.225 ¹²⁹	.3867 ⁸⁵	+1.073 ²	02.064 ¹²³
130	.4556 ²⁸⁶	+0.187 ⁷³	00.482 ¹⁴⁰	.4712 ¹¹⁰	+0.308 ⁵¹	97.360 ¹³⁵	.3784 ⁸³	+1.043 ³⁰	02.182 ¹¹⁸
140	.4828 ²⁷²	+0.096 ⁹¹	00.642 ¹⁶⁰	.4832 ¹²⁰	+0.257 ⁶²	97.503 ¹⁴³	.3705 ⁷⁹	+0.984 ⁵⁹	02.296 ¹¹⁴
150	.5072 ²⁴⁴	-0.010 ¹⁰⁶	00.822 ¹⁸⁰	.4957 ¹²⁵	+0.195 ⁷²	97.655 ¹⁵²	.3629 ⁷⁶	+0.898 ⁸⁶	02.406 ¹¹⁰
160	.5273 ²⁰¹	-0.127 ¹¹⁷	01.021 ¹⁹⁹	.5082 ¹²⁵	+0.123 ⁷⁹	97.815 ¹⁶⁰	.3554 ⁷⁵	+0.788 ¹¹⁰	02.512 ¹⁰⁶
170	.5419 ¹⁴⁶	-0.248 ¹²¹	01.237 ²¹⁶	.5204 ¹²²	+0.044 ⁸⁵	97.984 ¹⁶⁹	.3478 ⁷⁶	+0.657 ¹³¹	02.615 ¹⁰³
180	.5501 ⁸²	-0.364 ¹¹⁶	01.465 ²²⁸	.5318 ¹¹⁴	-0.041 ⁸⁹	98.163 ¹⁷⁹	.3397 ⁸¹	+0.511 ¹⁴⁶	02.714 ⁹⁹
190	.5514 ¹³	-0.466 ¹⁰²	01.699 ²³⁴	.5421 ¹⁰³	-0.130 ⁸⁹	98.352 ¹⁸⁹	.3307 ⁹⁰	+0.354 ¹⁵⁷	02.809 ⁹⁵
200	.5458 ⁵⁶	-0.545 ⁷⁹	01.930 ²³¹	.5509 ⁸⁸	-0.219 ⁸⁶	98.549 ¹⁹⁷	.3206 ¹⁰¹	+0.192 ¹⁶²	02.900 ⁹¹
210	.5341 ¹¹⁷	-0.597 ⁵²	02.151 ²²¹	.5579 ⁷⁰	-0.305 ⁷⁸	98.753 ²⁰⁴	.3095 ¹¹¹	+0.032 ¹⁶⁰	02.987 ⁸⁷
220	.5171 ¹⁷⁰	-0.621 ²⁴	02.358 ²⁰⁷	.5628 ⁴⁹	-0.383 ⁶⁶	98.963 ²¹⁰	.3095 ¹²⁰	+0.032 ¹⁵³	02.987 ⁸²
230	.4960 ²¹¹	-0.619 ²	02.548 ¹⁹⁰	.5655 ²⁷	-0.449 ⁵²	99.176 ²¹³	.2975 ¹²⁴	-0.121 ¹⁴¹	03.069 ⁷⁸
240	.4722 ²³⁸	-0.594 ²³	02.720 ¹⁷²	.5661 ⁶	-0.501 ³⁴	99.391 ²¹⁵	.2851 ¹²⁰	-0.262 ¹²⁶	03.147 ⁷³
250	.4469 ²⁵³	-0.550 ⁴⁴	02.873 ¹⁵³	.5661 ¹⁶	-0.535 ¹⁵	99.606 ²¹⁵	.2731 ¹⁰⁹	-0.388 ¹⁰⁹	03.220 ⁷⁰
260	.4210 ²⁵⁹	-0.493 ⁵⁷	03.008 ¹³⁵	.5645 ³⁷	-0.550 ⁴	99.818 ²¹²	.2622 ⁹¹	-0.497 ⁹⁰	03.290 ⁶⁶
270	.3954 ²⁵⁶	-0.427 ⁶⁶	03.128 ¹²⁰	.5608 ⁵⁷	-0.546 ²³	99.818 ²⁰⁷	.2531 ⁶⁶	-0.587 ⁷²	03.356 ⁶⁴
280	.3707 ²⁴⁷	-0.355 ⁷²	03.236 ¹⁰⁸	.5551 ⁷³	-0.523 ⁴⁰	00.025 ²⁰²	.2465 ³⁶	-0.659 ⁵⁶	03.420 ⁶³
290	.3474 ²³³	-0.281 ⁷⁴	03.332 ⁹⁶	.5478 ⁸⁸	-0.483 ⁵⁵	00.227 ¹⁹⁴	.2429 ²	-0.715 ³⁹	03.483 ⁶²
300	.3258 ²¹⁶	-0.206 ⁷⁵	03.418 ⁸⁶	.5390 ¹⁰⁰	-0.428 ⁶⁷	00.421 ¹⁸⁶	.2427 ³⁵	-0.754 ²³	03.545 ⁶²
310	.3258 ¹⁹⁵	-0.206 ⁷³	03.418 ⁷⁹	.5290 ¹⁰⁸	-0.361 ⁷⁵	00.607 ¹⁷⁷	.2462 ⁷²	-0.777 ⁶	03.607 ⁶⁴
320	.3063 ¹⁷¹	-0.133 ⁷¹	03.497 ⁷²	.5182 ¹¹⁴	-0.286 ⁸⁰	00.784 ¹⁶⁸	.2534 ¹¹⁰	-0.783 ¹²	03.671 ⁶⁷
330	.2892 ¹⁴⁶	-0.062 ⁶⁸	03.569 ⁶⁸	.5068 ¹¹⁷	-0.206 ⁸²	00.952 ¹⁶⁰	.2644 ¹⁴⁴	-0.771 ³¹	03.738 ⁷¹
340	.2746 ¹¹⁹	+0.006 ⁶³	03.637 ⁶⁴	.4951 ¹¹⁶	-0.124 ⁸²	01.112 ¹⁵¹	.2788 ¹⁷²	-0.740 ⁵³	03.809 ⁷⁶
350	.2627 ⁸⁹	+0.069 ⁵⁹	03.701 ⁶⁰	.4835 ¹¹²	-0.042 ⁷⁹	01.263 ¹⁴⁴	.2960 ¹⁹³	-0.687 ⁷⁷	03.885 ⁸³
360	.2538 ⁵⁹	+0.128 ⁵⁴	03.761 ⁵⁸	.4723 ¹⁰⁵	+0.037 ⁷⁴	01.407 ¹³⁶	.3153 ²⁰⁶	-0.610 ¹⁰⁴	03.968 ⁹¹
	.2479	+0.182	03.819	.4618	+0.111	01.543	.3359	-0.506	04.059
	T 1901.859	e 0.3387		T 1904.254	e 0.1585		T 1892.218	e 0.1874	
	M 195° 13'	a 2.682		M 124° 47'	a 3.212		M 298° 49'	a 2.317	
	ω 40 20	μ 81° 96		ω 74 23	μ 62° 53		ω 236 57	μ 102° 05	
	Ω 329 9			Ω 345 15			Ω 32 1		
	i 11 19	U 4° 393		i 8 33.6	U 5° 757		i 23 47.3	U 3° 528	

l	(329) Svea			(331) Etheridgea			(332) Siri		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4028	-0.021	97.989	.4338	-0.112	99.599	.4076	-0.068	99.084
10	.4033	-0.147	98.107	.4349	-0.064	99.719	.4118	-0.049	99.195
20	.4024	-0.268	98.224	.4371	-0.014	99.840	.4168	-0.027	99.308
30	.4004	-0.379	98.341	.4403	+0.037	99.962	.4224	-0.004	99.423
40	.3975	-0.476	98.456	.4445	+0.087	00.085	.4286	+0.019	99.542
50	.3942	-0.558	98.570	.4495	+0.136	00.211	.4352	+0.042	99.665
60	.3908	-0.621	98.682	.4553	+0.183	00.341	.4420	+0.065	99.791
70	.3877	-0.665	98.792	.4617	+0.226	00.474	.4488	+0.087	99.921
80	.3851	-0.689	98.901	.4685	+0.264	00.612	.4553	+0.107	00.056
90	.3832	-0.693	99.009	.4757	+0.294	00.754	.4614	+0.124	00.195
100	.3821	-0.677	99.116	.4831	+0.316	00.901	.4670	+0.137	00.337
110	.3817	-0.642	99.223	.4905	+0.329	01.053	.4718	+0.146	00.483
120	.3820	-0.589	99.329	.4976	+0.333	01.210	.4756	+0.150	00.632
130	.3828	-0.518	99.436	.5043	+0.326	01.372	.4782	+0.150	00.783
140	.3837	-0.431	99.544	.5102	+0.307	01.539	.4796	+0.144	00.935
150	.3844	-0.330	99.652	.5150	+0.278	01.711	.4798	+0.134	01.088
160	.3847	-0.219	99.761	.5187	+0.239	01.886	.4787	+0.119	01.241
170	.3844	-0.101	99.869	.5210	+0.191	02.063	.4764	+0.101	01.392
180	.3834	+0.020	99.977	.5219	+0.137	02.241	.4728	+0.079	01.541
190	.3816	+0.140	00.084	.5212	+0.078	02.419	.4682	+0.055	01.687
200	.3791	+0.254	00.190	.5187	+0.017	02.597	.4627	+0.030	01.831
210	.3762	+0.359	00.295	.5147	-0.043	02.772	.4566	+0.005	01.970
220	.3733	+0.451	00.398	.5095	-0.102	02.942	.4499	-0.020	02.105
230	.3707	+0.528	00.500	.5031	-0.155	03.108	.4430	-0.044	02.236
240	.3687	+0.590	00.601	.4958	-0.201	03.269	.4361	-0.065	02.363
250	.3676	+0.635	00.701	.4881	-0.240	03.426	.4294	-0.084	02.486
260	.3675	+0.662	00.800	.4801	-0.270	03.576	.4229	-0.099	02.605
270	.3687	+0.670	00.901	.4721	-0.291	03.721	.4170	-0.111	02.721
280	.3710	+0.660	01.002	.4644	-0.303	03.860	.4119	-0.120	02.835
290	.3744	+0.631	01.104	.4572	-0.305	03.995	.4077	-0.125	02.946
300	.3787	+0.584	01.208	.4508	-0.298	04.125	.4045	-0.127	03.055
310	.3836	+0.519	01.314	.4453	-0.283	04.252	.4023	-0.126	03.162
320	.3887	+0.436	01.422	.4408	-0.261	04.376	.4011	-0.120	03.269
330	.3935	+0.337	01.534	.4374	-0.232	04.498	.4011	-0.111	03.375
340	.3977	+0.226	01.648	.4350	-0.197	04.618	.4022	-0.100	03.482
350	.4009	+0.105	01.764	.4338	-0.156	04.738	.4044	-0.085	03.589
360	.4028	-0.021	01.881	.4338	-0.112	04.857	.4076	-0.068	03.698
T 1901.653 e 0.0278			T 1902.310 e 0.1010			T 1904.993 e 0.0906			
M 120° 9' a 2.474			M 187° 21' a 3.024			M 129° 49' a 2.771			
ω 38 31 μ 92°54			ω 334 52 μ 68°47			ω 293 45 μ 78°03			
Ω 178 20			Ω 22 51			Ω 31 55			
i 16 0.7 U 3°392			i 6 5 U 5°258			i 2 52.5 U 4°614			

<i>l</i>	(334) Chicago			(336) Lacadiera			(339) Dorothea				
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>		
0°	.5845	-0.222	00.749	.3517	+0.182	99.425	.4369	-0.046	97.870		
10	.5841	-0.256	00.957	.3592	+0.159	99.521	.4406	-0.129	97.993		
20	.5839	-0.283	01.165	.3666	+0.131	99.621	.4450	-0.210	98.119		
30	.5840	-0.301	01.373	.3736	+0.098	99.724	.4500	-0.286	98.248		
40	.5843	-0.310	01.582	.3798	+0.061	99.829	.4557	-0.356	98.379		
50	.5849	-0.310	01.791	.3848	+0.021	99.938	.4618	-0.417	98.514		
60	.5859	-0.301	02.000	.3885	-0.022	00.049	.4684	-0.467	98.653		
70	.5871	-0.283	02.210	.3908	-0.064	00.161	.4753	-0.504	98.796		
80	.5884	-0.255	02.422	.3918	-0.103	00.274	.4825	-0.528	98.944		
90	.5898	-0.220	02.635	.3913	-0.140	00.388	.4897	-0.536	99.097		
100	.5914	-0.178	02.848	.3893	-0.172	00.501	.4968	-0.528	99.256		
110	.5929	-0.130	03.063	.3860	-0.197	00.612	.5035	-0.502	99.420		
120	.5942	-0.078	02.279	.3816	-0.216	00.721	.5094	-0.459	99.588		
130	.5954	-0.024	02.496	.3763	-0.228	00.828	.5142	-0.399	99.761		
140	.5966	+0.031	03.715	.3702	-0.231	00.933	.5176	-0.325	99.937		
150	.5975	+0.086	04.935	.3635	-0.227	01.034	.5195	-0.239	00.115		
160	.5981	+0.139	04.155	.3566	-0.217	01.132	.5196	-0.144	00.294		
170	.5985	+0.187	04.376	.3497	-0.200	01.227	.5178	-0.044	00.472		
180	.5988	+0.230	04.598	.3428	-0.178	01.319	.5141	+0.055	00.648		
190	.5988	+0.265	04.820	.3362	-0.151	01.408	.5089	+0.150	00.820		
200	.5986	+0.293	05.043	.3300	-0.121	01.495	.5023	+0.239	00.988		
210	.5982	+0.311	05.265	.3243	-0.088	01.580	.4946	+0.317	01.150		
220	.5976	+0.320	05.487	.3193	-0.053	01.662	.4861	+0.382	01.307		
230	.5969	+0.319	05.708	.3152	-0.017	01.742	.4773	+0.432	01.457		
240	.5961	+0.307	05.928	.3121	+0.018	01.821	.4686	+0.468	01.601		
250	.5953	+0.287	06.147	.3100	+0.052	01.899	.4604	+0.488	01.740		
260	.5944	+0.259	06.366	.3088	+0.085	01.977	.4529	+0.494	01.873		
270	.5934	+0.223	06.583	.3086	+0.116	02.054	.4463	+0.486	02.003		
280	.5924	+0.179	06.799	.3095	+0.143	02.132	.4407	+0.464	02.129		
290	.5913	+0.130	07.014	.3115	+0.166	02.210	.4363	+0.430	02.252		
300	.5901	+0.078	07.227	.3146	+0.185	02.289	.4331	+0.385	02.373		
310	.5890	+0.024	07.439	.3188	+0.199	02.370	.4312	+0.330	02.493		
320	.5879	-0.031	07.650	.3241	+0.208	02.452	.4304	+0.266	02.611		
330	.5868	-0.085	07.861	.3302	+0.211	02.536	.4307	+0.195	02.729		
340	.5858	-0.135	08.070	.3370	+0.207	02.623	.4319	+0.118	02.849		
350	.5850	-0.181	08.278	.3442	+0.198	02.713	.4340	+0.037	02.969		
360	.5845	-0.222	08.486	.3517	+0.182	02.805	.4369	-0.046	03.090		
<i>T</i> 1905.322			<i>e</i> 0.0170	<i>T</i> 1902.474			<i>e</i> 0.0955	<i>T</i> 1905.102			<i>e</i> 0.1019
<i>M</i> 199° 13'			<i>a</i> 3.912	<i>M</i> 49° 57'			<i>a</i> 2.252	<i>M</i> 162° 55'			<i>a</i> 3.009
<i>ω</i> 239 37			<i>μ</i> 46° 54	<i>ω</i> 28 50			<i>μ</i> 106° 52	<i>ω</i> 156 5			<i>μ</i> 68° 96
<i>Ω</i> 134 22				<i>Ω</i> 234 52				<i>Ω</i> 174 26			
<i>i</i> 4 37.8			<i>U</i> 7° 737	<i>i</i> 5 38.5			<i>U</i> 3° 380	<i>i</i> 9 54			<i>U</i> 5° 220

Tafeln für die heliozentrischen Koordinaten von 307 kleinen Planeten. 101

l	(343) Ostara			(344) Desiderata			(350) Ornamenta				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.2924	-0.071	99.976	.3245	-0.537	00.758	.4120	-1.190	97.592		
10	.2829 ⁹⁵	-0.053	00.045 ¹⁸	.3508 ²⁶³	-0.476 ⁶¹	00.849 ⁹¹	.4049 ⁷¹	-1.155 ³⁵	97.707 ¹¹⁵		
20	.2755 ⁷⁴	-0.035	00.111 ⁶⁶	.3788 ²⁸⁰	-0.392 ⁸⁴	00.952 ¹⁰³	.4009 ⁴⁰	-1.094 ⁶¹	97.819 ¹¹²		
30	.2704 ⁵¹	-0.016	00.176 ⁶⁵	.4074 ²⁸⁶	-0.281 ¹¹¹	01.068 ¹¹⁶	.3999 ¹⁰	-1.008 ⁸⁶	97.929 ¹¹⁰		
40	.2678 ¹⁸	+0.003	00.240 ⁶⁴	.4353 ²⁷⁹	-0.144 ¹³⁷	01.201 ¹³³	.4016 ¹⁷	-0.897 ¹¹¹	98.040 ¹¹¹		
50	.2677 ¹	+0.021	00.303 ⁶³	.4611 ²⁵⁸	+0.017 ¹⁶¹	01.352 ¹⁵¹	.4055 ³⁹	-0.762 ¹³⁵	98.153 ¹¹³		
60	.2700 ²³	+0.039	00.366 ⁶³	.4833 ²²²	+0.196 ¹⁷⁹	01.521 ¹⁶⁹	.4109 ⁵⁴	-0.603 ¹⁵⁹	98.268 ¹¹⁵		
70	.2747 ⁴⁷	+0.057	00.431 ⁶⁵	.5007 ¹⁷⁴	+0.383 ¹⁸⁷	01.706 ¹⁸⁵	.4170 ⁶¹	-0.422 ¹⁸¹	98.386 ¹¹⁸		
80	.2818 ⁷¹	+0.073	00.497 ⁶⁶	.5124 ¹¹⁷	+0.565 ¹⁸²	01.904 ¹⁹⁸	.4232 ⁶²	-0.223 ¹⁹⁹	98.507 ¹²¹		
90	.2911 ⁹³	+0.088	00.566 ¹⁵	.5178 ⁵⁴	+0.729 ¹⁶⁴	02.109 ²⁰⁵	.4289 ⁵⁷	-0.011 ²¹²	98.631 ¹²⁴		
100	.3026 ¹¹⁵	+0.102	00.638 ¹⁴	.5171 ⁷	+0.862 ¹³³	02.317 ²⁰⁸	.4338 ⁴⁹	+0.206 ²¹⁷	98.759 ¹²⁸		
110	.3160 ¹³⁴	+0.113	00.715 ¹¹	.5112 ⁵⁹	+0.957 ⁹⁵	02.522 ²⁰⁵	.4379 ⁴¹	+0.421 ²¹⁵	98.890 ¹³¹		
120	.3312 ¹⁵²	+0.122	00.797 ⁹	.5008 ¹⁰⁴	+1.010 ⁵³	02.719 ¹⁹⁷	.4413 ³⁴	+0.626 ²⁰⁵	99.023 ¹³³		
130	.3478 ¹⁶⁶	+0.128	00.885 ⁶	.4866 ¹⁴²	+1.021 ¹¹	02.905 ¹⁸⁶	.4445 ³²	+0.815 ¹⁸⁹	99.157 ¹³⁴		
140	.3654 ¹⁷⁶	+0.131	00.980 ³	.4697 ¹⁶⁹	+0.994 ²⁷	03.079 ¹⁷⁴	.4480 ³⁵	+0.983 ¹⁶⁸	99.294 ¹³⁷		
150	.3835 ¹⁸¹	+0.130	01.084 ¹	.4510 ¹⁸⁷	+0.935 ⁵⁹	03.239 ¹⁶⁰	.4523 ⁴³	+1.125 ¹⁴²	99.434 ¹⁴⁰		
160	.4016 ¹⁸¹	+0.124	01.196 ⁶	.4312 ¹⁹⁸	+0.850 ⁸⁵	03.385 ¹⁴⁶	.4579 ⁵⁶	+1.239 ¹¹⁴	99.576 ¹⁴²		
170	.4189 ¹⁷³	+0.113	01.318 ¹¹	.4108 ²⁰⁴	+0.744 ¹⁰⁶	03.518 ¹³³	.4652 ⁷³	+1.322 ⁸³	99.722 ¹⁴⁶		
180	.4348 ¹⁵⁹	+0.098	01.450 ¹⁵	.3903 ²⁰⁵	+0.625 ¹¹⁹	03.639 ¹²¹	.4742 ⁹⁰	+1.373 ⁵¹	99.874 ¹⁵²		
190	.4488 ¹⁴⁰	+0.078	01.591 ²⁰	.3698 ²⁰⁵	+0.497 ¹²⁸	03.749 ¹¹⁰	.4848 ¹⁰⁶	+1.388 ¹⁵	00.034 ¹⁶⁰		
200	.4601 ¹¹³	+0.053	01.740 ²⁵	.3498 ²⁰⁰	+0.366 ¹³¹	03.850 ¹⁰¹	.4968 ¹²⁰	+1.364 ²⁴	00.202 ¹⁶⁸		
210	.4681 ⁸⁰	+0.025	01.896 ²⁸	.3304 ¹⁹⁴	+0.235 ¹³¹	03.942 ⁹²	.5097 ¹²⁹	+1.298 ⁶⁶	00.380 ¹⁷⁸		
220	.4722 ⁴¹	-0.004	02.057 ²⁹	.3118 ¹⁸⁶	+0.108 ¹²⁷	04.026 ⁸⁴	.5226 ¹²⁹	+1.185 ¹¹³	00.569 ¹⁸⁹		
230	.4724 ²	-0.034	02.219 ³⁰	.2944 ¹⁷⁴	-0.012 ¹²⁰	04.103 ⁷⁷	.5343 ¹¹⁷	+1.025 ¹⁶⁰	00.769 ²⁰⁰		
240	.4686 ³⁸	-0.062	02.380 ²⁸	.2784 ¹⁶⁰	-0.122 ¹¹⁰	04.175 ⁷²	.5437 ⁹⁴	+0.819 ²⁰⁶	00.979 ²¹⁰		
250	.4610 ⁷⁶	-0.087	02.537 ²⁵	.2644 ¹⁴⁰	-0.222 ¹⁰⁰	04.242 ⁶⁷	.5495 ⁵⁸	+0.573 ²⁴⁶	01.197 ²¹⁸		
260	.4500 ¹¹⁰	-0.108	02.687 ²¹	.2527 ¹⁵⁰	-0.311 ⁸⁹	04.305 ⁶³	.5507 ¹²	+0.299 ²⁷⁴	01.418 ²²¹		
270	.4362 ¹³⁸	-0.123	02.829 ¹⁵	.2437 ⁹⁰	-0.388 ⁷⁷	04.365 ⁶⁰	.5467 ⁴⁰	+0.015 ²⁸⁴	01.637 ²¹⁹		
280	.4204 ¹⁵⁸	-0.133	02.961 ¹⁰	.2378 ⁵⁹	-0.453 ⁶⁵	04.423 ⁵⁸	.5374 ⁹³	-0.261 ²⁷⁶	01.850 ²¹³		
290	.4032 ¹⁷²	-0.138	03.084 ⁵	.2352 ²⁶	-0.507 ⁵⁴	04.480 ⁵⁷	.5237 ¹³⁷	-0.512 ²⁵¹	02.052 ²⁰²		
300	.3852 ¹⁸⁰	-0.138	03.198 ⁰	.2363 ¹¹	-0.550 ⁴³	04.536 ⁵⁶	.5069 ¹⁶⁸	-0.728 ²¹⁶	02.241 ¹⁸⁹		
310	.3672 ¹⁸⁰	-0.134	03.302 ⁴	.2414 ⁵¹	-0.581 ³¹	04.593 ⁵⁷	.4884 ¹⁸⁵	-0.902 ¹⁷⁴	02.415 ¹⁷⁴		
320	.3496 ¹⁷⁶	-0.126	03.398 ⁸	.2505 ⁹¹	-0.600 ¹⁹	04.653 ⁶⁰	.4697 ¹⁸⁷	-1.033 ¹³¹	02.574 ¹⁵⁹		
330	.3330 ¹⁶⁶	-0.116	03.487 ¹⁰	.2636 ¹³¹	-0.607 ⁷	04.715 ⁶²	.4518 ¹⁷⁹	-1.123 ⁹⁰	02.720 ¹⁴⁶		
340	.3177 ¹⁵³	-0.102	03.570 ¹⁴	.2805 ¹⁶⁹	-0.600 ⁷	04.782 ⁶⁷	.4357 ¹⁶¹	-1.177 ⁵⁴	02.855 ¹³⁵		
350	.3041 ¹³⁶	-0.087	03.647 ¹⁵	.3009 ²⁰⁴	-0.578 ²²	04.855 ⁷³	.4223 ¹³⁴	-1.198 ²¹	02.981 ¹²⁶		
360	.2924 ¹¹⁷	-0.071	03.720 ¹⁶	.3245 ²³⁶	-0.537 ⁴¹	04.936 ⁸¹	.4120 ¹⁰³	-1.190 ⁸	03.101 ¹²⁰		
T 1903.734			e 0.2320	T 1903.077			e 0.3112	T 1903.898			e 0.1523
M 332°34'			a 2.411	M 243°46'			a 2.594	M 4°37'			a 3.119
ω 6 56			μ 96°14	ω 233 31			μ 86°14	ω 331 33			μ 65°34
Ω 38 35				Ω 49 0				Ω 90 32			
i 3 18			U 3 ² 744	i 18 38.3			U 4 ² 178	i 24 44.7			U 5 ² 509

l	(356) Liguria			(361) Bononia			(362) Havnia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.3803	+0.024	01.150	.5879	-0.289	98.320	.3993	-0.163	99.519
10	.3647 ¹⁵⁶	+0.081 ⁵⁷	01.247 ⁹⁷	.5734 ¹⁴⁵	-0.138 ¹⁵¹	98.533 ²¹³	.3972 ²¹	-0.105 ⁵⁸	99.628 ¹⁰⁹
20	.3508 ¹³⁹	+0.132 ⁵¹	01.337 ⁹⁰	.5590 ¹⁴⁴	+0.007 ¹⁴⁵	98.732 ¹⁹⁹	.3953 ¹⁹	-0.045 ⁶⁰	99.737 ¹⁰⁹
30	.3389 ¹¹⁹	+0.177 ⁴⁵	01.422 ⁸⁵	.5450 ¹⁴⁰	+0.143 ¹³⁶	98.917 ¹⁸⁵	.3937 ¹⁶	+0.015 ⁶⁰	99.845 ¹⁰⁸
40	.3292 ⁹⁷	+0.215 ³⁸	01.504 ⁸²	.5320 ¹³⁰	+0.267 ¹²⁴	99.091 ¹⁷⁴	.3923 ¹⁴	+0.074 ⁵⁹	99.951 ¹⁰⁶
50	.3220 ⁷²	+0.246 ³¹	01.582 ⁷⁸	.5202 ¹¹⁸	+0.377 ¹¹⁰	99.256 ¹⁶⁵	.3912 ¹¹	+0.133 ⁵⁹	00.057 ¹⁰⁶
60	.3174 ⁴⁶	+0.271 ²⁵	01.658 ⁷⁶	.5101 ¹⁰¹	+0.471 ⁹⁴	99.412 ¹⁵⁶	.3905 ⁷	+0.188 ⁵⁵	00.163 ¹⁰⁶
70	.3155 ¹⁹	+0.289 ¹⁸	01.733 ⁷⁵	.5019 ⁸²	+0.549 ⁷⁸	99.412 ¹⁵⁰	.3903 ²	+0.237 ⁴⁹	00.268 ¹⁰⁵
80	.3163 ⁸	+0.299 ¹⁰	01.807 ⁷⁴	.4959 ⁶⁰	+0.610 ⁶¹	99.562 ¹⁴⁵	.3903 ³	+0.278 ⁴¹	00.374 ¹⁰⁶
90	.3199 ³⁶	+0.302 ³	01.882 ⁷⁵	.4924 ³⁵	+0.655 ⁴⁵	99.707 ¹⁴²	.3906 ⁹	+0.278 ³³	00.480 ¹⁰⁶
100	.3262 ⁶³	+0.299 ³	01.959 ⁷⁷	.4916 ⁸	+0.684 ²⁹	99.849 ¹⁴⁰	.3915 ¹⁶	+0.311 ²⁴	00.587 ¹⁰⁷
110	.3262 ⁹⁰	+0.299 ¹¹	01.959 ⁸⁰	.4916 ¹⁸	+0.684 ¹³	99.989 ¹⁴¹	.3931 ²²	+0.335 ¹⁴	00.587 ¹⁰⁷
120	.3352 ¹¹⁵	+0.288 ²⁰	02.039 ⁸⁴	.4934 ⁴⁴	+0.697 ⁵	00.130 ¹⁴³	.3953 ²⁸	+0.349 ⁵	00.694 ¹⁰⁸
130	.3467 ¹³⁷	+0.268 ²⁸	02.123 ⁸⁹	.4978 ⁷⁰	+0.692 ²²	00.273 ¹⁴⁷	.3981 ³²	+0.354 ⁵	00.802 ¹¹⁰
140	.3604 ¹⁵⁷	+0.240 ³⁶	02.212 ⁹⁵	.5048 ⁹⁵	+0.670 ⁴⁰	00.420 ¹⁵²	.4013 ³⁷	+0.349 ¹⁶	00.912 ¹¹²
150	.3761 ¹⁷³	+0.204 ⁴⁶	02.307 ¹⁰²	.5143 ¹¹⁷	+0.630 ⁵⁹	00.572 ¹⁶⁰	.4050 ⁴⁰	+0.333 ²⁷	01.024 ¹¹⁴
160	.3934 ¹⁸⁵	+0.158 ⁵⁴	02.409 ¹¹¹	.5260 ¹³⁵	+0.571 ⁷⁹	00.732 ¹⁷⁰	.4090 ⁴¹	+0.306 ³⁶	01.138 ¹¹⁷
170	.4119 ¹⁹¹	+0.104 ⁶²	02.520 ¹²²	.5395 ¹⁵⁰	+0.492 ⁹⁸	00.902 ¹⁸¹	.4131 ⁴⁰	+0.270 ⁴⁵	01.255 ¹¹⁸
180	.4310 ¹⁹¹	+0.042 ⁶⁹	02.642 ¹³³	.5545 ¹⁵⁹	+0.394 ¹¹⁷	01.083 ¹⁹⁵	.4171 ³⁷	+0.225 ⁵⁴	01.373 ¹²⁰
190	.4501 ¹⁸⁵	-0.027 ⁷⁵	02.775 ¹⁴⁴	.5704 ¹⁶²	+0.277 ¹³⁵	01.278 ²¹⁰	.4208 ³³	+0.171 ⁶⁰	01.493 ¹²²
200	.4686 ¹⁷²	-0.102 ⁷⁸	02.919 ¹⁵⁷	.5866 ¹⁵⁹	+0.142 ¹⁵⁰	01.488 ²²⁵	.4241 ²⁷	+0.111 ⁶³	01.615 ¹²⁴
210	.4858 ¹⁵²	-0.180 ⁷⁷	03.076 ¹⁶⁹	.6025 ¹⁵¹	-0.008 ¹⁶¹	01.713 ²⁴²	.4268 ¹⁹	+0.048 ⁶⁴	01.739 ¹²⁶
220	.5010 ¹²⁴	-0.257 ⁷²	03.245 ¹⁸⁰	.6176 ¹³⁸	-0.169 ¹⁶⁷	01.955 ²⁵⁹	.4287 ¹⁰	-0.016 ⁶⁵	01.865 ¹²⁶
230	.5134 ⁹³	-0.329 ⁶²	03.425 ¹⁹⁰	.6314 ¹¹⁹	-0.336 ¹⁶⁴	02.214 ²⁷⁵	.4297 ²	-0.081 ⁶⁴	01.991 ¹²⁷
240	.5227 ⁵⁷	-0.391 ⁴⁹	03.615 ¹⁹⁶	.6433 ⁹⁶	-0.500 ¹⁵⁴	02.489 ²⁸⁹	.4299 ⁶	-0.145 ⁶¹	02.118 ¹²⁶
250	.5284 ¹⁷	-0.440 ³³	03.811 ²⁰⁰	.6529 ⁷²	-0.654 ¹³⁶	02.778 ³⁰⁰	.4293 ¹³	-0.206 ⁵²	02.244 ¹²⁶
260	.5301 ²²	-0.473 ¹⁴	04.011 ²⁰⁰	.6601 ⁴⁵	-0.790 ¹¹⁰	03.078 ³⁰⁹	.4280 ¹⁹	-0.258 ⁴³	02.370 ¹²⁵
270	.5279 ⁵⁹	-0.487 ⁵	04.211 ¹⁹⁶	.6646 ¹⁸	-0.900 ⁷⁹	03.387 ³¹³	.4261 ²⁴	-0.301 ³³	02.495 ¹²⁴
280	.5220 ⁹³	-0.482 ²³	04.407 ¹⁸⁹	.6664 ⁸	-0.979 ⁴³	03.700 ³¹³	.4237 ²⁷	-0.334 ²³	02.619 ¹²²
290	.5127 ¹²³	-0.459 ³⁹	04.596 ¹⁷⁹	.6656 ³⁴	-1.022 ⁶	04.013 ³¹⁰	.4210 ²⁹	-0.357 ¹²	02.741 ¹²¹
300	.5004 ¹⁴⁷	-0.420 ⁵¹	04.775 ¹⁶⁹	.6622 ⁵⁸	-1.028 ³¹	04.323 ³⁰⁴	.4181 ³⁰	-0.369 ⁰	02.862 ¹¹⁹
310	.4857 ¹⁶⁵	-0.369 ⁶⁰	04.944 ¹⁵⁷	.6564 ⁷⁸	-0.997 ⁶⁴	04.627 ²⁹⁵	.4151 ³⁰	-0.369 ¹¹	02.981 ¹¹⁷
320	.4692 ¹⁷⁷	-0.309 ⁶⁶	05.101 ¹⁴⁶	.6486 ⁹⁵	-0.933 ⁹⁴	04.922 ²⁸³	.4121 ²⁹	-0.358 ²²	03.098 ¹¹⁶
330	.4515 ¹⁸³	-0.243 ⁶⁹	05.247 ¹³⁴	.6391 ¹¹¹	-0.839 ¹¹⁷	05.205 ²⁷⁰	.4092 ²⁷	-0.336 ³²	03.214 ¹¹⁴
340	.4332 ¹⁸³	-0.174 ⁶⁹	05.381 ¹²²	.6280 ¹²⁵	-0.722 ¹³⁵	05.475 ²⁵⁶	.4065 ²⁶	-0.304 ⁴⁰	03.328 ¹¹³
350	.4149 ¹⁷⁸	-0.105 ⁶⁷	05.503 ¹¹⁴	.6155 ¹³⁵	-0.587 ¹⁴⁷	05.731 ²⁴¹	.4039 ²⁴	-0.264 ⁴⁸	03.441 ¹¹²
360	.3971 ¹⁶⁸	-0.038 ⁶²	05.617 ¹⁰⁴	.6020 ¹⁴⁷	-0.440 ¹⁵¹	05.972 ²²⁶	.4015 ²²	-0.216 ⁵³	03.553 ¹¹⁰
	.3803	+0.024	05.721	.5879	-0.289	06.198	.3993	-0.163	03.663
	T 1904.500	e 0.2422		T 1902.310	e 0.1984		T 1903.679	e 0.0448	
	M 217° 41'	a 2.754		M 109° 14'	a 3.959		M 309° 19'	a 2.580	
	ω 74 32	μ 78° 75		ω 75 56	μ 45° 70		ω 28 46	μ 86° 87	
	Ω 356 9			Ω 19 28			Ω 27 16		
	i 8 16	U 4° 571		i 12 36.7	U 7° 878		i 8 4.6	U 4° 144	

l	(371) Bohemia			(372) Palma			(378) Holmia		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.4334	+0.341	98.783	.4325	+0.623	99.540	.3873	+0.238	97.858
10	.4378	+0.354	98.909	.4074	+0.745	99.663	.3847	+0.202	97.958
20	.4422	+0.357	99.038	.3845	+0.834	99.773	.3834	+0.161	98.057
30	.4465	+0.349	99.170	.3647	+0.894	99.873	.3836	+0.116	98.156
40	.4506	+0.329	99.304	.3487	+0.930	99.964	.3852	+0.067	98.256
50	.4542	+0.299	99.440	.3369	+0.943	00.050	.3882	+0.016	98.356
60	.4572	+0.259	99.579	.3295	+0.936	00.132	.3924	-0.036	98.458
70	.4594	+0.210	99.720	.3265	+0.911	00.213	.3977	-0.089	98.562
80	.4608	+0.153	99.861	.3277	+0.867	00.293	.4040	-0.141	98.670
90	.4612	+0.091	00.003	.3331	+0.804	00.375	.4113	-0.190	98.781
100	.4605	+0.027	00.144	.3422	+0.721	00.459	.4194	-0.234	98.895
110	.4587	-0.038	00.284	.3546	+0.616	00.547	.4281	-0.274	99.014
120	.4558	-0.101	00.424	.3697	+0.488	00.641	.4372	-0.308	99.139
130	.4522	-0.160	00.562	.3866	+0.336	00.742	.4466	-0.334	99.269
140	.4480	-0.213	00.697	.4047	+0.161	00.852	.4560	-0.349	99.404
150	.4432	-0.258	00.829	.4232	-0.034	00.972	.4650	-0.354	99.545
160	.4381	-0.294	00.959	.4413	-0.245	01.102	.4734	-0.348	99.692
170	.4329	-0.320	01.086	.4586	-0.466	01.243	.4809	-0.330	99.844
180	.4280	-0.337	01.209	.4749	-0.688	01.395	.4870	-0.300	00.002
190	.4234	-0.343	01.329	.4901	-0.901	01.559	.4915	-0.259	00.163
200	.4191	-0.338	01.447	.5042	-1.098	01.735	.4943	-0.208	00.327
210	.4155	-0.324	01.563	.5173	-1.270	01.922	.4951	-0.149	00.492
220	.4125	-0.302	01.678	.5295	-1.409	02.120	.4938	-0.086	00.658
230	.4102	-0.271	01.791	.5407	-1.507	02.329	.4904	-0.020	00.821
240	.4087	-0.232	01.903	.5510	-1.559	02.549	.4851	+0.045	00.981
250	.4079	-0.186	02.014	.5599	-1.559	02.778	.4781	+0.107	01.136
260	.4078	-0.136	02.125	.5671	-1.504	03.016	.4698	+0.163	01.287
270	.4083	-0.082	02.236	.5716	-1.392	03.261	.4604	+0.212	01.431
280	.4093	-0.025	02.348	.5727	-1.225	03.509	.4503	+0.251	01.569
290	.4108	+0.034	02.461	.5698	-1.010	03.756	.4401	+0.281	01.700
300	.4128	+0.092	02.574	.5621	-0.760	03.997	.4300	+0.302	01.826
310	.4153	+0.148	02.688	.5494	-0.489	04.227	.4203	+0.313	01.946
320	.4183	+0.199	02.804	.5318	-0.216	04.442	.4114	+0.315	02.061
330	.4216	+0.245	02.921	.5101	+0.041	04.639	.4035	+0.307	02.172
340	.4253	+0.285	03.040	.4854	+0.271	04.815	.3967	+0.291	02.279
350	.4292	+0.318	03.162	.4590	+0.466	04.971	.3913	+0.268	02.383
360	.4334	+0.341	03.286	.4325	+0.623	05.109	.3873	+0.238	02.484
	<i>T</i> 1902.091	<i>e</i> 0.0612		<i>T</i> 1902.365	<i>e</i> 0.2694		<i>T</i> 1902.803	<i>e</i> 0.1278	
	<i>M</i> 353° 26'	<i>a</i> 2.727		<i>M</i> 131° 58'	<i>a</i> 3.142		<i>M</i> 4° 15'	<i>a</i> 2.776	
	<i>ω</i> 340 1	<i>μ</i> 79° 94		<i>ω</i> 113 33	<i>μ</i> 64° 64		<i>ω</i> 153 16	<i>μ</i> 77° 82	
	<i>Ω</i> 284 9			<i>Ω</i> 328 20			<i>Ω</i> 233 7		
	<i>i</i> 7 23.2	<i>U</i> 4 ^a 503		<i>i</i> 23 41	<i>U</i> 5 ^a 569		<i>i</i> 6 58	<i>U</i> 4 ^a 626	

l	(379) Huenna			(381) Myrrha			(382) Dodona				
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t		
0°	.4033	-0.009	98.145	.4927	-0.566	97.485	.5379	+0.314	97.097		
10	.4065	-0.021	98.248	.5006	-0.638	97.643	.5467	+0.373	97.293		
20	.4117	-0.033	98.354	.5087	-0.694	97.807	.5535	+0.421	97.497		
30	.4188	-0.045	98.462	.5170	-0.730	97.977	.5579	+0.454	97.705		
40	.4278	-0.055	98.575	.5251	-0.745	98.154	.5599	+0.471	97.917		
50	.4386	-0.065	98.693	.5328	-0.736	98.337	.5593	+0.471	98.129		
60	.4508	-0.073	98.817	.5398	-0.702	98.527	.5562	+0.455	98.340		
70	.4642	-0.080	98.949	.5457	-0.644	98.723	.5508	+0.423	98.546		
80	.4784	-0.085	99.089	.5502	-0.563	98.924	.5431	+0.376	98.747		
90	.4931	-0.086	99.239	.5528	-0.461	99.127	.5335	+0.319	98.939		
100	.5080	-0.086	99.400	.5533	-0.341	99.331	.5225	+0.253	99.123		
110	.5224	-0.083	99.572	.5515	-0.209	99.535	.5102	+0.183	99.297		
120	.5358	-0.077	99.755	.5474	-0.072	99.737	.4971	+0.111	99.461		
130	.5477	-0.067	99.950	.5410	+0.064	99.935	.4837	+0.039	99.615		
140	.5577	-0.055	00.154	.5326	+0.193	00.126	.4704	-0.030	99.760		
150	.5652	-0.040	00.367	.5227	+0.311	00.308	.4575	-0.093	99.897		
160	.5698	-0.023	00.585	.5118	+0.414	00.481	.4455	-0.150	00.026		
170	.5714	-0.005	00.807	.5005	+0.498	00.646	.4346	-0.200	00.148		
180	.5698	+0.013	01.030	.4891	+0.562	00.803	.4251	-0.242	00.264		
190	.5652	+0.031	01.249	.4783	+0.607	00.952	.4173	-0.277	00.376		
200	.5577	+0.047	01.461	.4684	+0.633	01.094	.4114	-0.303	00.485		
210	.5478	+0.060	01.665	.4599	+0.641	01.230	.4074	-0.321	00.591		
220	.5360	+0.071	01.860	.4530	+0.631	01.360	.4056	-0.330	00.696		
230	.5226	+0.079	02.044	.4477	+0.605	01.487	.4060	-0.331	00.801		
240	.5081	+0.084	02.216	.4440	+0.563	01.612	.4086	-0.324	00.906		
250	.4932	+0.085	02.376	.4421	+0.507	01.736	.4132	-0.308	01.013		
260	.4784	+0.084	02.526	.4418	+0.438	01.859	.4198	-0.283	01.122		
270	.4642	+0.081	02.666	.4430	+0.357	01.982	.4283	-0.250	01.236		
280	.4509	+0.076	02.798	.4454	+0.266	02.105	.4384	-0.209	01.355		
290	.4387	+0.069	02.922	.4490	+0.165	02.230	.4498	-0.159	01.479		
300	.4279	+0.060	03.040	.4535	+0.058	02.358	.4622	-0.102	01.611		
310	.4189	+0.050	03.153	.4588	-0.053	02.489	.4754	-0.039	01.751		
320	.4117	+0.039	03.261	.4646	-0.165	02.624	.4890	+0.030	01.899		
330	.4065	+0.028	03.366	.4710	-0.276	02.762	.5025	+0.103	02.057		
340	.4033	+0.016	03.469	.4778	-0.382	02.905	.5154	+0.176	02.225		
350	.4022	+0.003	03.572	.4850	-0.479	03.053	.5273	+0.247	02.403		
360	.4033	-0.009	03.674	.4927	-0.566	03.205	.5379	+0.314	02.591		
T 1901.270			e 0.1924	T 1903.788			e 0.1259	T 1903.952			e 0.1760
M 210° 5'			a 3.126	M 114° 11'			a 3.199	M 211° 17'			a 3.114
ω 177 18			μ 65° 12	ω 143 27			μ 62° 93	ω 267 20			μ 65° 52
Ω 172 44				Ω 125 16				Ω 315 41			
i 1 36.6			U 5:529	i 12 34.8			U 5:720	i 7 26			U 5:494

<i>l</i>	(387) Aquitania			(388) Charybdis			(389) Industria		
	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>	log <i>r</i> cos <i>b</i>	<i>r</i> sin <i>b</i>	<i>t</i>
0°	.3797 ¹³⁸	−0.607 ⁹⁷	00.800 ¹⁰⁷	.4567 ³¹	+0.026 ⁵⁶	96.964 ¹³³	.4404 ¹	+0.384 ⁸	00.754 ¹³²
10	.3935 ¹⁵⁰	−0.704 ⁸³	00.907 ¹¹⁵	.4598 ³⁶	+0.082 ⁵⁶	97.097 ¹³⁶	.4403 ⁸	+0.392 ³	00.886 ¹³³
20	.4085 ¹⁶¹	−0.787 ⁶⁵	01.022 ¹²⁴	.4634 ³⁹	+0.138 ⁵²	97.233 ¹³⁸	.4395 ¹⁵	+0.389 ¹⁵	01.019 ¹³¹
30	.4246 ¹⁷⁰	−0.852 ⁴⁴	01.146 ¹³⁴	.4673 ⁴⁰	+0.190 ⁴⁶	97.371 ¹⁴⁰	.4380 ²²	+0.374 ²⁸	01.150 ¹³⁰
40	.4416 ¹⁷⁴	−0.896 ¹⁹	01.280 ¹⁴⁴	.4713 ⁴¹	+0.236 ⁴⁰	97.511 ¹⁴³	.4358 ²⁷	+0.346 ³⁹	01.280 ¹²⁹
50	.4590 ¹⁷³	−0.915 ¹¹	01.424 ¹⁵⁷	.4754 ⁴²	+0.276 ³⁴	97.654 ¹⁴⁵	.4331 ³³	+0.307 ⁴⁷	01.409 ¹²⁷
60	.4763 ¹⁶²	−0.904 ¹⁴	01.581 ¹⁶⁹	.4796 ⁴²	+0.310 ²⁴	97.799 ¹⁴⁸	.4298 ³⁸	+0.260 ⁵⁴	01.536 ¹²⁵
70	.4925 ¹⁴²	−0.860 ⁷⁹	01.750 ¹⁸¹	.4838 ⁴⁰	+0.334 ¹⁴	97.947 ¹⁵²	.4260 ⁴³	+0.206 ⁶¹	01.661 ¹²³
80	.5067 ¹¹²	−0.781 ¹¹⁴	01.931 ¹⁹³	.4878 ³⁸	+0.348 ⁴	98.099 ¹⁵⁴	.4217 ⁴⁷	+0.145 ⁶³	01.784 ¹²⁰
90	.5179 ⁷¹	−0.667 ¹⁴⁷	02.124 ²⁰¹	.4916 ³⁶	+0.352 ⁸	98.253 ¹⁵⁷	.4170 ⁵⁰	+0.082 ⁶⁵	01.904 ¹¹⁷
100	.5250 ²¹	−0.520 ¹⁷¹	02.325 ²⁰⁵	.4952 ³⁰	+0.344 ¹⁹	98.410 ¹⁵⁹	.4120 ⁵¹	+0.017 ⁶⁴	02.021 ¹¹⁵
110	.5271 ³³	−0.349 ¹⁸⁶	02.530 ²⁰⁵	.4982 ²³	+0.325 ²⁹	98.569 ¹⁶¹	.4069 ⁵¹	−0.047 ⁶⁰	02.136 ¹¹²
120	.5238 ⁸⁸	−0.163 ¹⁸⁸	02.735 ¹⁹⁹	.5005 ¹⁵	+0.296 ³⁹	98.730 ¹⁶²	.4018 ⁴⁹	−0.107 ⁵⁶	02.248 ¹¹⁰
130	.5150 ¹³⁹	+0.025 ¹⁷⁸	02.934 ¹⁸⁹	.5020 ⁷	+0.257 ⁴⁸	98.892 ¹⁶⁴	.3969 ⁴⁵	−0.163 ⁵¹	02.358 ¹⁰⁷
140	.5011 ¹⁷⁷	+0.203 ¹⁵⁷	03.123 ¹⁷⁶	.5027 ²	+0.209 ⁵⁴	99.056 ¹⁶⁴	.3924 ³⁹	−0.214 ⁴³	02.465 ¹⁰⁵
150	.4834 ²⁰⁶	+0.360 ¹³⁰	03.299 ¹⁶¹	.5025 ¹¹	+0.155 ⁵⁹	99.220 ¹⁶³	.3885 ³²	−0.257 ³⁵	02.570 ¹⁰³
160	.4628 ²²³	+0.490 ¹⁰¹	03.460 ¹⁴⁵	.5014 ²⁰	+0.096 ⁶²	99.383 ¹⁶²	.3853 ²³	−0.292 ²⁶	02.673 ¹⁰²
170	.4408 ²²⁰	+0.591 ⁷³	03.605 ¹³²	.4994 ³⁰	+0.034 ⁶³	99.545 ¹⁶⁰	.3830 ¹³	−0.318 ¹⁷	02.775 ¹⁰²
180	.4185 ²¹⁴	+0.664 ⁴⁶	03.737 ¹¹⁹	.4964 ³⁸	−0.029 ⁶¹	99.705 ¹⁵⁷	.3817 ²	−0.335 ⁸	02.877 ¹⁰¹
190	.3971 ¹⁹⁸	+0.710 ²²	03.856 ¹⁰⁸	.4926 ⁴⁴	−0.090 ⁵⁶	99.862 ¹⁵⁵	.3815 ⁹	−0.343 ²	02.978 ¹⁰¹
200	.3773 ¹⁷⁶	+0.732 ²	03.964 ⁹⁹	.4882 ⁴⁸	−0.146 ⁵⁰	00.017 ¹⁵²	.3824 ¹⁹	−0.341 ¹¹	03.079 ¹⁰²
210	.3597 ¹⁴⁹	+0.734 ¹⁷	04.063 ⁹²	.4834 ⁵⁰	−0.196 ⁴⁴	00.169 ¹⁴⁸	.3843 ²⁸	−0.330 ²¹	03.181 ¹⁰³
220	.3448 ¹²⁰	+0.717 ³³	04.155 ⁸⁶	.4784 ⁵²	−0.240 ³⁵	00.317 ¹⁴⁴	.3871 ³⁸	−0.309 ³⁰	03.284 ¹⁰⁴
230	.3328 ⁹¹	+0.684 ⁴⁸	04.241 ⁸²	.4732 ⁵¹	−0.275 ²⁷	00.461 ¹⁴²	.3909 ⁴⁵	−0.279 ³⁹	03.388 ¹⁰⁶
240	.3237 ⁶³	+0.636 ⁶¹	04.323 ⁸⁰	.4681 ⁴⁸	−0.302 ¹⁷	00.603 ¹³⁸	.3954 ⁵⁰	−0.240 ⁴⁷	03.494 ¹⁰⁹
250	.3174 ³⁵	+0.575 ⁷³	04.403 ⁷⁷	.4633 ⁴¹	−0.319 ⁷	00.741 ¹³⁵	.4004 ⁵⁴	−0.193 ⁵³	03.603 ¹¹²
260	.3139 ¹⁰	+0.502 ⁸⁶	04.480 ⁷⁷	.4592 ³⁵	−0.326 ²	00.876 ¹³³	.4058 ⁵⁴	−0.140 ⁵⁹	03.715 ¹¹⁴
270	.3129 ¹⁴	+0.416 ⁹⁶	04.557 ⁷⁷	.4557 ²⁹	−0.324 ¹²	01.009 ¹³⁰	.4112 ⁵⁴	−0.081 ⁶⁴	03.829 ¹¹⁷
280	.3143 ³³	+0.320 ¹⁰⁵	04.634 ⁷⁸	.4528 ²¹	−0.312 ²¹	01.139 ¹²⁹	.4166 ⁵¹	−0.017 ⁶⁶	03.946 ¹²⁰
290	.3176 ⁵¹	+0.215 ¹¹²	04.712 ⁷⁹	.4507 ¹²	−0.291 ²⁸	01.268 ¹²⁹	.4217 ⁴⁶	+0.049 ⁶⁵	04.066 ¹²³
300	.3227 ⁶⁵	+0.103 ¹¹⁹	04.791 ⁸²	.4495 ⁵	−0.263 ³⁶	01.397 ¹²⁸	.4263 ⁴¹	+0.114 ⁶²	04.189 ¹²⁵
310	.3292 ⁷⁷	−0.016 ¹²³	04.873 ⁸⁴	.4490 ¹	−0.227 ⁴²	01.525 ¹²⁸	.4304 ³⁵	+0.176 ⁵⁹	04.314 ¹²⁸
320	.3369 ⁸⁹	−0.139 ¹²³	04.957 ⁸⁸	.4491 ⁹	−0.185 ⁴⁸	01.653 ¹²⁸	.4339 ²⁷	+0.235 ⁵²	04.442 ¹²⁹
330	.3458 ¹⁰¹	−0.262 ¹²¹	05.045 ⁹¹	.4500 ¹⁷	−0.137 ⁵²	01.781 ¹²⁹	.4366 ²⁰	+0.287 ⁴³	04.571 ¹³¹
340	.3559 ¹¹³	−0.383 ¹¹⁶	05.136 ⁹⁶	.4517 ²³	−0.085 ⁵⁵	01.910 ¹³⁰	.4386 ¹³	+0.330 ³³	04.702 ¹³²
350	.3672 ¹²⁵	−0.499 ¹⁰⁸	05.232 ¹⁰²	.4540 ²⁷	−0.030 ⁵⁶	02.040 ¹³¹	.4399 ⁵	+0.363 ²¹	04.834 ¹³²
360	.3797	−0.607	05.334	.4567	+0.026	02.171	.4404	+0.384	04.966
	<i>T</i> 1895.505	<i>e</i> 0.2384		<i>T</i> 1902.912	<i>e</i> 0.0617		<i>T</i> 1899.462	<i>e</i> 0.0678	
	<i>M</i> 353° 6'	<i>a</i> 2.739		<i>M</i> 88° 56'	<i>a</i> 3.004		<i>M</i> 63° 27' 5	<i>a</i> 2.608	
	<i>ω</i> 153 33	<i>μ</i> 79° 40		<i>ω</i> 322 23	<i>μ</i> 69° 15		<i>ω</i> 262 51	<i>μ</i> 85° 48	
	<i>Ω</i> 128 38			<i>Ω</i> 355 22			<i>Ω</i> 282 38		
	<i>i</i> 17 58	<i>U</i> 4° 534		<i>i</i> 6 29	<i>U</i> 5° 207		<i>i</i> 8 7.1	<i>U</i> 4° 212	

(391) Ingeborg			
l	$\log r \cos b$	$r \sin b$	t
0°	.1942	+0.358	01.684
10	.2012	+0.260	01.736
20	.2103	+0.150	01.789
30	.2211	+0.032	01.845
40	.2329	-0.094	01.904
50	.2456	-0.225	01.967
60	.2593	-0.356	02.034
70	.2739	-0.486	02.105
80	.2895	-0.610	02.181
90	.3063	-0.726	02.263
100	.3245	-0.829	02.352
110	.3440	-0.917	02.449
120	.3648	-0.984	02.556
130	.3864	-1.027	02.674
140	.4081	-1.039	02.804
150	.4289	-1.014	02.947
160	.4474	-0.947	03.104
170	.4621	-0.834	03.273
180	.4713	-0.678	03.452
190	.4733	-0.486	03.636
200	.4676	-0.272	03.819
210	.4537	-0.054	03.993
220	.4327	+0.149	04.154
230	.4062	+0.325	04.298
240	.3763	+0.466	04.424
250	.3451	+0.572	04.534
260	.3144	+0.646	04.630
270	.2856	+0.692	04.713
280	.2598	+0.715	04.786
290	.2376	+0.718	04.852
300	.2194	+0.704	04.911
310	.2054	+0.677	04.966
320	.1956	+0.637	05.018
330	.1899	+0.585	05.069
340	.1879	+0.521	05.119
350	.1895	+0.445	05.169
360	.1942	+0.358	05.219
	T 1903.076	e 0.3087	
	M 141°50'	a 2.321	
	ω 145 8	μ 101°83	
	Ω 212 34		
	i 23 2.6	U 3 ^h 535	

Anhang.

Heliozentrische Koordinaten von Mars, Jupiter und Saturn.

l*	Mars			Jupiter			Saturn		
	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t	log r cos b	r sin b	t
0°	.1439	-0.034	00.322	.6948	-0.112	92.190	0.9789	-0.382	78.767
10	.1473 ³⁴	-0.028	00.366 ⁴⁴	.6944 ⁴	-0.113 ¹	92.488 ²⁹⁸	0.9749 ⁴⁰	-0.400 ¹⁸	79.576 ⁸⁰⁹
20	.1516 ⁴³	-0.022	00.412 ⁴⁶	.6946 ²	-0.111 ²	92.787 ²⁹⁹	0.9710 ³⁹	-0.406 ⁶	80.369 ⁷⁹³
30	.1568 ⁵²	-0.015	00.458 ⁴⁶	.6953 ⁷	-0.106 ⁵	93.087 ³⁰⁰	0.9673 ³⁷	-0.400 ¹⁸	81.149 ⁷⁸⁰
40	.1627 ⁵⁹	-0.007	00.505 ⁴⁷	.6967 ¹⁴	-0.098 ⁸	93.387 ³⁰⁰	0.9640 ³³	-0.382 ¹⁸	81.917 ⁷⁶⁸
50	.1692 ⁶⁵	+0.001	00.554 ⁴⁹	.6986 ¹⁹	-0.087 ¹¹	93.689 ³⁰²	0.9611 ²⁹	-0.353 ²⁹	82.674 ⁷⁵⁷
60	.1761 ⁶⁹	+0.009	00.604 ⁵⁰	.7010 ²⁴	-0.087 ¹⁴	93.995 ³⁰⁶	0.9588 ²³	-0.314 ³⁹	83.422 ⁷⁴⁸
70	.1831 ⁷⁰	+0.018	00.656 ⁵²	.7039 ²⁹	-0.073 ¹⁶	94.305 ³¹⁰	0.9570 ¹⁸	-0.267 ⁴⁷	84.163 ⁷⁴¹
80	.1902 ⁷¹	+0.026	00.709 ⁵³	.7071 ³²	-0.057 ¹⁸	94.619 ³¹⁴	0.9559 ¹¹	-0.212 ⁵⁵	84.899 ⁷³⁶
90	.1970 ⁶⁸	+0.034	00.764 ⁵⁵	.7106 ³⁵	-0.039 ²⁰	94.938 ³¹⁹	0.9554 ⁵	-0.152 ⁶⁰	85.625 ^{...}
100	.2033 ⁶³	+0.040	00.821 ⁵⁷	.7142 ³⁶	-0.019 ²⁰	95.258 ^{...}	0.9556 ²	-0.087 ⁶⁵	86.355 ⁷³⁰
110	.2090 ⁵⁷	+0.046	00.879 ⁵⁸	.7179 ³⁷	+0.001 ²¹	95.588 ³³⁰	0.9565 ⁹	-0.019 ⁶⁸	87.091 ⁷³⁶
120	.2138 ⁴⁸	+0.050	00.939 ⁶⁰	.7215 ³⁶	+0.022 ²⁰	95.888 ³³⁵	0.9565 ¹⁵	-0.019 ⁶⁹	87.831 ⁷⁴⁰
130	.2175 ³⁷	+0.053	01.000 ⁶¹	.7250 ³⁵	+0.042 ²⁰	96.264 ³⁴¹	0.9580 ²²	+0.050 ⁶⁸	88.577 ⁷⁴⁶
140	.2200 ²⁵	+0.054	01.062 ⁶²	.7282 ³²	+0.062 ¹⁸	96.610 ³⁴⁶	0.9602 ²⁶	+0.118 ⁶⁵	88.577 ⁷⁵⁵
150	.2213 ¹³	+0.053	01.124 ⁶³	.7310 ²⁶	+0.080 ¹⁵	96.961 ³⁵¹	0.9628 ³²	+0.183 ⁶¹	89.332 ⁷⁶⁶
160	.2212 ¹	+0.050	01.187 ⁶³	.7333 ²³	+0.095 ¹³	97.316 ³⁵⁵	0.9660 ³⁵	+0.244 ⁵⁴	90.098 ⁷⁷⁷
170	.2198 ¹⁴	+0.050	01.250 ⁶³	.7353 ¹⁸	+0.108 ⁹	97.676 ³⁶⁰	0.9695 ³⁸	+0.298 ⁴⁶	90.875 ⁷⁹¹
180	.2171 ²⁷	+0.046	01.312 ⁶²	.7351 ¹²	+0.117 ⁶	97.676 ³⁶¹	0.9733 ⁴⁰	+0.344 ³⁷	91.666 ⁸⁰⁵
190	.2132 ³⁹	+0.040	01.372 ⁶⁰	.7363 ⁵	+0.123 ²	98.037 ³⁶²	0.9773 ⁴¹	+0.381 ²⁶	92.471 ⁸²¹
200	.2083 ⁴⁹	+0.033	01.432 ⁶⁰	.7368 ²	+0.125 ²	98.399 ³⁶²	0.9814 ⁴⁰	+0.407 ¹³	93.292 ⁸³⁶
210	.2033 ⁵⁸	+0.025	01.490 ⁵⁸	.7366 ⁸	+0.123 ⁷	98.761 ³⁶²	0.9854 ³⁹	+0.420 ¹	94.128 ⁸⁵¹
220	.2025 ⁶⁵	+0.017	01.547 ⁵⁷	.7358 ⁸	+0.116 ⁷	99.123 ³⁶²	0.9893 ³⁶	+0.421 ¹²	94.979 ^{...}
230	.1960 ⁶⁹	+0.008	01.602 ⁵⁵	.7343 ¹⁵	+0.107 ⁹	99.483 ³⁶⁰	0.9929 ³⁶	+0.409 ²⁶	95.832 ⁸⁷⁹
240	.1891 ⁷⁰	-0.001	01.655 ⁵³	.7322 ²⁶	+0.094 ¹³	99.840 ³⁵³	0.9961 ³²	+0.383 ³⁸	96.711 ⁸⁹⁰
250	.1821 ⁶⁹	-0.010	01.707 ⁵²	.7296 ²⁶	+0.094 ¹⁶	00.193 ³⁴⁹	0.9988 ²⁷	+0.345 ³⁸	97.601 ⁹⁰⁰
260	.1750 ⁷¹	-0.018	01.757 ⁵⁰	.7266 ³⁰	+0.078 ¹⁸	00.542 ³⁴⁹	1.0008 ²⁰	+0.296 ⁴⁹	98.501 ⁹⁰⁶
270	.1681 ⁶⁹	-0.025	01.805 ⁴⁸	.7233 ³³	+0.060 ²⁰	00.885 ³⁴³	1.0008 ¹⁴	+0.237 ⁵⁹	99.407 ⁹¹¹
280	.1616 ⁶⁵	-0.031	01.852 ⁴⁷	.7233 ³⁵	+0.040 ²⁰	01.223 ³³⁸	1.0022 ⁷	+0.170 ⁶⁷	00.318 ⁹¹²
290	.1558 ⁵⁸	-0.036	01.898 ⁴⁷	.7198 ³⁷	+0.020 ²¹	01.556 ³³³	1.0028 ¹	+0.097 ⁷³	01.230 ⁹¹²
300	.1508 ⁵⁰	-0.040	01.898 ⁴⁶	.7161 ³⁷	-0.001 ²¹	01.883 ³²⁷	1.0018 ¹⁰	+0.022 ⁷⁵	02.139 ⁹⁰⁹
310	.1466 ⁴²	-0.043	01.943 ⁴⁵	.7124 ³⁵	-0.022 ¹⁹	02.204 ³²¹	1.0018 ¹⁸	+0.022 ⁷⁶	03.042 ⁹⁰³
320	.1434 ³²	-0.044	01.987 ⁴⁴	.7089 ³³	-0.041 ¹⁸	02.521 ³¹⁷	1.0000 ²⁵	-0.054 ⁷⁴	03.939 ⁸⁹⁷
330	.1412 ²²	-0.044	02.030 ⁴³	.7056 ³³	-0.059 ¹⁶	02.833 ³¹²	0.9975 ³²	-0.128 ⁶⁸	04.820 ⁸⁸¹
340	.1402 ¹⁰	-0.045	02.073 ⁴³	.7026 ³⁰	-0.075 ¹⁶	03.141 ³⁰⁸	0.9944 ³⁶	-0.196 ⁶¹	05.678 ^{...}
350	.1402 ¹	-0.044	02.116 ⁴³	.6999 ²⁷	-0.088 ¹³	03.445 ³⁰⁴	0.9908 ³⁹	-0.257 ⁵²	06.533 ⁸⁵³
360	.1403 ¹²	-0.042	02.159 ⁴³	.6977 ²²	-0.099 ¹¹	03.747 ³⁰²	0.9869 ⁴²	-0.309 ⁴²	07.374 ⁸⁴¹
	.1415 ²¹	-0.038	02.202 ⁴³	.6961 ¹⁶	-0.107 ⁸	04.047 ³⁰⁰	0.9827 ⁴³	-0.351 ³⁰	08.199 ⁸²⁵
	.1439	-0.034	02.202	.6951	-0.112	04.047	0.9784	-0.381	08.199

U = 1°880

* l für Aeq. 1900.0

U = 11°857

* l 0°.. 90° für Aeq. 1890.0
l 100°.. 360° " " 1900.0

U = 29°432

* l 0°.. 80° für Aeq. 1880.0
90°.. 210° " " 1890.0
220°.. 320° " " 1900.0
330°.. 360° " " 1910.0

SMITHSONIAN INSTITUTION LIBRARIES



3 9088 01298 8986

