

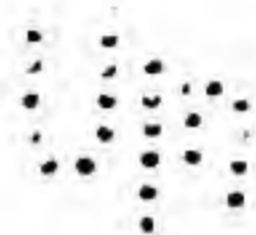
G
13
H23



Rudolf Steiner, Hamburg, Berlin

Dr. Steiner

MITTEILUNGEN
der
Geographischen Gesellschaft in Hamburg
Band XXIV.



Im Auftrage des Vorstandes herausgegeben

von

Dr. L. Friederichsen,
Erstem Sekretär.

Mit einem Porträt, 53 Abbildungen auf 27 Tafeln, einer Karte
und 23 Figuren im Text.

HAMBURG.

L. Friederichsen & Co.,

(Inhaber: Dr. L. u. R. Friederichsen).

Land- und Seekartenhandlung,

geographischer und nautischer Verlag.

Neuerwall 61.

1909.

111

Alle Rechte vorbehalten.

.

Inhalt.

	Seite
Kraus, Alois, Prof. Dr.: Zweiter Reisebericht aus Ceylon und Vorder-Indien.	1—30
Lottermoser, Eckhard: Die Ergebnisse der Temperatur-Beobachtungen in Salvador und Süd-Guatemala	31—84
Obst, Erich, Dr.: Die Oberflächengestaltung der schlesisch-böhmischen Kreide-Ablagerungen. Mit 21 Abbildungen auf 11 Tafeln, einer Karte und 6 Figuren im Text	85—191
Zahn, Gustav W. von, Dr.: Die zerstörende Arbeit des Meeres an Steilküsten. Mit 32 Original-Abbildungen auf 16 Tafeln und 16 Figuren im Text.	192—284
Friederichsen, L, Dr.: Georg von Neumayer †	285—297
Petersen, Joh., Dr.: Carl Christian Gottsche †	299—315
Sitzungsberichte vom 1. Oktober 1908 bis 2 Dezember 1909	317—348
Mitglieder Verzeichnis vom 1. Januar 1909	351—359

Abbildungen.

Porträt **Georg von Neumayer's.**

Tafel I—XI: Abbildungen zu »**Obst**, Die Oberflächengestaltung der schlesisch-böhmischen Kreide-Ablagerungen.«

Tafel 12—27: Abbildungen zu »**von Zahn**, Die zerstörende Arbeit des Meeres an Steilküsten.«

Karten.

Tektonische Karte der schlesisch-böhmischen Kreide-Ablagerungen.

400694

Die
Oberflächengestaltung
der
schlesisch-böhmischen
Kreide-Ablagerungen

(Ein Beispiel für die Einwirkung der Diluvialperiode auf das Relief
der deutschen Mittelgebirge)

Von Dr. phil. **Erich Obst**

wissenschaftlichem Hilfsarbeiter am Kolonialinstitut in Hamburg
(Seminar für Geographie)

Mit 21 Abbildungen auf 11 Tafeln, einer Karte und 6 Figuren im Text

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Einleitung	88
Kapitel I. Der geologische Aufbau der schlesisch-böhmischen Kreideformation.	90—107
a) Adersbach und Weckelsdorf	91
b) Heuscheuergebirge und Reinerz-Nesselgrunder Höhen	94
c) Gebiet der Glatzer Neisse.....	104
Kapitel II. Verwitterung und Abtragung im Gebiet der schlesisch-böhmischen Kreideformation.....	108—157
a) Verwitterung der Kreidesandsteine	108
b) Verwitterung der plänerartigen Gesteine ..	134
c) Abtragung.....	138
Kapitel III. Oberflächen- und Felsformen im Gebiet der schlesisch-böhmischen Kreideformation.....	158—188
Nachtrag und Literaturverzeichnis	189

Vorwort.

Die vorliegende Arbeit verdankt ihre Entstehung einer Exkursion des geographischen Seminars der Universität Breslau unter der Leitung von Herrn Prof. Dr. Passarge im Frühjahr 1907.

Die mir gestellte Aufgabe beschränkte sich zunächst darauf, die eigentümlichen Lochbildungen, die wir an den Sandsteinfelsen der Kreideformation in der Heuscheuer wahrgenommen hatten, eingehend zu studieren. Bei der Arbeit im Gelände aber kam noch eine mannigfache Reihe anderer interessanter Verwitterungsformen hinzu, so dass die Untersuchungen sich nicht allein den Lochbildungen zuwendeten, sondern auf die Oberflächen- und Felsformen der Kreideformation ausgedehnt wurden.

Zu grossem Danke verpflichtet bin ich den Herren Professoren Passarge, Hintze ¹⁾ und Frech, ²⁾ die mir allezeit ihre Ratschläge zu teil werden liessen und meine Arbeit in jeder Beziehung förderten.

Auf mehreren meiner Reisen genoss ich die Unterstützung der von dem Verlagsbuchhändler Herrn Arnold Hirt in Leipzig dem geographischen Lehrstuhl der Universität gemachten Stiftung, wofür ich auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank sage.

Die photographischen Aufnahmen habe ich zum Teil selbst aufgenommen, zum andern Teile verdanke ich sie meinem Freunde, Herrn H. Wolff in Breslau, der mich auf einer meiner Wanderungen durch das gesamte Gelände begleitete und in lebenswürdigster Weise einige Aufnahmen für mich anfertigte; auch ihm gebührt mein aufrichtigster Dank.

Hamburg, Mai 1909.

E. Obst.

¹⁾ Direktor des mineralogischen Instituts der Universität Breslau.

²⁾ Direktor des geologischen Instituts der Universität Breslau.

Einleitung.

Die Kreideablagerungen, die wir vom Kloster Grüssau über Adersbach und Weckelsdorf und weiter über die Heuscheuer bis tief hinein in den Südosten der Grafschaft Glatz verfolgen können, gehören sämtlich der oberen Kreideformation an und sind somit als Spuren jener gewaltigen Überflutung der Kontinente aufzufassen, durch die der Beginn des Cenoman allenthalben gekennzeichnet wird und deren Reste wir nicht nur in den verschiedensten Teilen Europas, sondern auch in fast allen andern Kontinenten begegnen. ¹⁾

Die schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen sind bereits des öfteren der Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen gewesen. Von den älteren Autoren wären hier Beyrich, ²⁾ Geinitz, ³⁾ Roth ⁴⁾ und andere zu nennen, von den jüngeren Forschern Weithofer, ⁵⁾ Gürich, ⁶⁾ Petraschek, ⁷⁾ Sturm, ⁸⁾ Michael, ⁹⁾ Leppla ¹⁰⁾ und Flegel. ¹¹⁾ — Bei allen diesen Untersuchungen handelt es sich indessen

¹⁾ Vergleiche *E. Suess*: Bau und Bild Oesterreichs, Wien 1903. Seite 166 und *F. Kossmat*: Paläogeographie. Göschen 1908. Seite 98/105 und Anhang Figur 5.

²⁾ *E. Beyrich*: Das Quadersandstein-Gebirge in Schlesien, Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1849 Bd. I.

³⁾ *E. Geinitz*: Das Quadersandstein-Gebirge in Deutschland. Freiberg 1849.

⁴⁾ *J. Roth*: Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom Niederschlesischen Gebirge und den umliegenden Gegenden. Berlin 1867.

⁵⁾ *K. A. Weithofer*: Der Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel des niederschlesisch-böhmischen Steinkohlenbeckens. Jahrbuch der K. K. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1897 Bd. 47 Heft 3.

⁶⁾ *G. Gürich*: Erläuterungen zu der geologischen Übersichtskarte von Schlesien, Breslau 1890.

⁷⁾ *W. Petraschek*: Zur Geologie des Heuscheuergebirges. Verhandlungen der K. K. Geologischen Reichsanstalt, Wien 1903 No. 13.

⁸⁾ *F. Sturm*: Der Sandstein von Kieslingswalde in der Grafschaft Glatz und seine Fauna. Jahrbuch der Kgl. Preuss. Geologischen Landesanstalt, Berlin 1900.

⁹⁾ *R. Michael*: Cenoman und Turon in der Gegend von Cudova in Schlesien. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Bd. 45.

¹⁰⁾ *A. Leppla*: Geologisch-hydrographische Beschreibung des Niederschlagsgebiets der Glatzer Neisse. Abhandlungen der Kgl. Preuss. Geologischen Landesanstalt N. F. Heft 32.

¹¹⁾ *K. Flegel*: Heuscheuer und Adersbach-Weckelsdorf, eine Studie über die obere Kreide im böhmisch-schlesischen Gebirge. Inaugural-Dissertation, Breslau 1905.

ausschliesslich um die Lösung geologischer, häufig rein stratigraphischer Probleme. Aber auch die geographische Wissenschaft findet in jener herrlichen Landschaft mit ihren schwach welligen Ebenen und den schroffen Sandsteinmauern, mit den grotesken Felslabyrinthen und rätselhaften Felsformen immer neue Anregung; und zwar ist es vor allem die Oberflächengestaltung, welche eine Bearbeitung auf den ersten Blick ebenso interessant wie lohnend erscheinen lässt.

Die Oberflächenform einer Landschaft ist im wesentlichen das Produkt zweier Faktoren: des geologischen Aufbaus einerseits, durch den die Oberflächenform in ihren grossen Zügen bestimmt wird, und der Verwitterung und Abtragung auf der anderen Seite, durch die die Kleinformen der Landschaft und die mannigfachen Felsgestalten herausmodelliert werden.

Hiermit ist auch uns bereits der Weg angedeutet, den wir in unserer Betrachtung zu gehen haben werden. Wir beginnen mit einer zusammenfassenden Übersicht über den geologischen Aufbau des behandelten Gebietes,¹⁾ wenden uns alsdann den Verwitterungsvorgängen zu, wie wir sie im Gelände beobachten können, um endlich im Schlusskapitel eine Schilderung der Oberflächenform zu geben unter besonderer Betonung der Frage, ob die heute wirksamen Witterungsagentien imstande sind, derartige Formen zu schaffen, oder ob wir zu ihrer Erklärung andere, heute nicht mehr wirksame Kräfte anzunehmen gezwungen sind.

¹⁾ Hierbei konnten wir uns zum grössten Teil auf die oben angegebene Literatur stützen. Eigene neue Aufnahmen waren nur im Gebiet der Kreide von Kronstadt notwendig.

Kapitel I.

Der geologische Aufbau der schlesisch-böhmischen Kreideformation.

Grundlegend für alle späteren Arbeiten über die Geologie unseres Gebietes waren ohne Zweifel die vorzüglichen Forschungen Beyrichs, wovon gleich ihm auch teilweise der Mangel an genügenden Aufschlüssen zu irrigen Vorstellungen über den Bau des Kreidegebirges führte. — Er nahm an, dass in der Zeit zwischen dem Rotliegenden und dem Absatz der Kreideformation — die Zeit glaubte er wegen des Fehlens der dazwischen liegenden Formationen nicht näher bestimmen zu dürfen — grosse Veränderungen in den Formen des kristallinen Gebirges eingetreten seien, und dass also beim Hereinbrechen des Cenomanmeeres die Kreide in fertigen Buchten und Mulden zum Absatz gelangte. In diesem Sinne schreibt er: ¹⁾ „Von Neu-Tscherbeney (nördlich von Cudova) bis über Neu-Biebersdorf hinaus sieht man die Kreideformation in unmittelbarer Berührung mit den von Graniten durchsetzten kristallinen Schiefern, welche das böhmisch-glätische Grenzgebirge zusammensetzen, und findet dann weiter die Kreideformation über die relativ niederen Teile dieses Gebirges ausgebreitet wie eine unregelmässig begrenzte Decke, die nur zwischen Neu-Biebersdorf und Pohldorf jenseits Nesselgrund mit dem bedeutendsten Teil der Kreideablagerungen, dem Kreidegebiet Glatz-Schildberg, zusammenhängt; dieser mittlere Teil füllt also Busen und Buchten des kristallinen Schiefergebirges aus, während der östliche Teil der Kreideablagerungen, von Oberschwedeldorf und Piltsch anfangend, die golfartig bis Schildberg reichende Gebirgseinsenkung erfüllt.“ — Die späteren Arbeiten haben allerdings zu dem Ergebnis geführt, dass diese Vorstellung nicht ganz den wirklichen Verhältnissen entspricht, dass die Kreideschichten nicht in fertigen Buchten des

¹⁾ *Beyrich* in Roths Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom Niederschlesischen Gebirge. Berlin 1867. Seite 354.

Urgebirges zum Absatz gelangten und in diesen dann in ihrer ursprünglichen Lagerung verblieben sind, sondern vielmehr starke tektonische Störungen nach Ablagerung der Kreidesedimente stattgefunden haben, bei denen die Kreideschichten ohne wesentliche Veränderung der horizontalen Lagerung in die Tiefe sanken, wo sie der Verwitterung und Abtragung widerstehen konnten, während die auf den hochgelegenen Gebirgsschollen verbleibenden Reste bald der Zerstörung anheimfielen. Eine genaue geologische Zeitbestimmung dieser Bruchperiode, welche übrigens das gesamte Sudetengebirge erfasste, ist schwierig; absolut genau ist nur die Angabe postcretaceisch und präglacial. Da nun die glacialen Studien Partschs zu dem Resultat geführt haben, dass die heutigen Talsysteme im Diluvium bereits vorhanden waren, so wird man folgern dürfen, dass das durch tertiäre Schollenbewegung geschaffene Gebirge während der Pliocänperiode vollkommen Zeit zur Ausgestaltung gehabt hat. Für die hauptsächlichsten Dislokationen ist also die jüngste Tertiärzeit (Pliocän) zweifellos auszuschliessen¹⁾. Wenn man weiterhin mit Frech die sudetischen Brüche mit den nordwestböhmisches Dislokationen und Massenausbrüchen in Verbindung bringt, so gelangt man zu dem Schluss, dass aller Wahrscheinlichkeit nach die Bruchbildung etwa in der zweiten Hälfte des Miocän zum Abschluss gelangt ist und man somit ein oligocänes Alter der Verwerfungen annehmen darf. Zu demselben Resultat kommen übrigens auch Kalkowsky²⁾, Petraschek³⁾ und Gürich.⁴⁾

In ihrem geologischen Aufbau stellen die schlesisch-böhmischen Kreidesedimente keineswegs eine Einheit dar, so dass es zweckmässig erscheinen wird, eine Gliederung einzuführen und folgende drei Gebiete nacheinander zu behandeln:

- a. das Kreidegebiet von Adersbach-Weckelsdorf,
- b. das Heuscheuergebirge und die Reinerz-Nesselgrunder Höhen,
- c. das Neissegebiet.

a. Das Gebiet von Adersbach-Weckelsdorf kann kurz gekennzeichnet werden als eine ausgeprägte Mulde ohne jegliche tektonische

¹⁾ Vergleiche hierzu *F. Frech*: Über den Bau der schlesischen Gebirge. Geogr. Zeitschrift Bd. 8, 1902. Heft 10. Seite 558.

²⁾ *E. Kalkowsky*: Über einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Überschiebung bei Weinböhl in Sachsen. Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden, 1897. Seite 86.

³⁾ *W. Petraschek*: Über eine Diskordanz zwischen Kreide und Tertiär bei Dresden. Ebenda 1901. Seite 108.

⁴⁾ *Gürich*: a. a. O. Seite 173.

Störungen in ihrem Innern. Die Ränder der Mulde bilden die kristallinen Schiefer und Tonschiefer zwischen Schatzlar - Kupferberg - Freiberg einerseits und im Nordosten das Gneismassiv der Eule. Innerhalb dieses Gebietes sanken die ursprünglich horizontal gelagerten Schichtensysteme in die Tiefe, so dass sich an den beiden Flügeln, flach muldenförmig nach dem Innern zu einfallend, zunächst die Schichten des Karbon anlagern, dann folgt das Rotliegende und endlich die Kreideformation selbst (Tafel I. Abb. 1). Das Liegende der Kreideschichten bilden in diesem Gebiet, wie aus dem eben Gesagten hervorgeht, entweder die roten dyadischen Sandsteine oder die Porphyry- und Melaphyrdecken des mittleren Rotliegenden. — Als unterstes Glied der Kreideformation tritt, naturgemäss nur an den Rändern der Mulde, das Cenoman auf. Die liegendsten Schichten des Cenoman bestehen aus einem rötlichen Sandstein, der an einzelnen Stellen in ein grobes Konglomerat übergeht. Die Farbe sowie die Struktur dieser Gesteine weisen unverkennbar auf das aufgearbeitete Rotliegende hin. Seiner eigenartigen quaderförmigen Zerklüftung wegen hat dieser Sandstein den Namen Cenomanquader erhalten. Er bildet in seinen oberen Lagen einen meist durch Glaukonit grünlich gefärbten Sandstein mittleren Kornes und wird in zahlreichen Brüchen als Baumaterial abgebaut. — Dieser cenomane Quader, der gegen Nord und Süd nur nach aussen hin den Randrücken zusammensetzt, zieht nun zwischen Schömberg und Friedland quer durch die von Nordwest nach Südost streichende Syncline hindurch und bildet auf diese Weise eine Scheide zwischen einer südlichen und einer nördlichen Mulde. Für die nördliche Spezial-Mulde ist es eine bezeichnende Erscheinung, dass hier nicht mehr das Cenoman die Ränder der Mulde bildet; der Cenomanquader verschwindet vielmehr in gleicher Breite in Ost und West am Totenkopf nördlich von Trautliebersdorf und bei Klein-Heinersdorf, so dass von hier ab ein neues Gestein als tiefstes zu Tage tretendes Glied der Formation die Ränder bildet, der Plänersandstein (Tafel I. Abb. 2). Dieser mergelige Sandstein unterscheidet sich von dem Cenomanquader vor allem durch seine geringe Wetterbeständigkeit, so dass er technisch nicht verwertbar erscheint und daher auch nirgends ein Abbau anzutreffen ist. Durch einige Funde von *Inoceramus labiatus* Schloth. bestimmte Flegel¹⁾ das Alter des Plänersandsteins als Unterturon. — Bildet dieses Gestein in der nördlichen Spezialmulde das tiefste zu Tage tretende Glied der Kreideablagerungen, so erscheint es in der südlichen Mulde als

¹⁾ Flegel : a. a. O. Seite 11.

Hangendes des Cenomanquaders; von diesem trennt ihn jedoch ein 4—5 m mächtiger blaugrauer, toniger Quader mittleren Kornes, der nach Flegel die Grenze zwischen Cenoman und Turon darstellt. Flegel hat daher für ihn die Bezeichnung „Grenzquader“ vorgeschlagen.¹⁾

In diesem Wechsel der petrographischen Facies zwischen den cenomanen und turonen Sedimenten bei konkordanter Auflagerung lernen wir eine bezeichnende Eigenart dieser Periode kennen, eine Eigenart, welche auch während des Turons anhält. Die Tiefe des Kreidemeeres schwankt fortgesetzt, wodurch auf der anderen Seite wiederum ein steter Wechsel in der Facies der Sedimente bedingt wird. Entspricht der Cenomanquader mit seinen rötlichen Konglomeraten im Liegenden einer Brandungs- und Flachseebildung, so sehen wir das Kreidemeer zur Zeit der Ablagerung des Plänersandsteins sich vertiefen,²⁾ und dieses Tieferwerden des Kreideozeans hielt an, so dass sich auf seinem Grunde jene kalkigen und tonigen Gebilde absetzten, die wir nunmehr als nächstes Glied in der Schichtenfolge der Adersbach-Weckelsdorfer Kreidemulde kennen lernen. Es ist ein blaues bis blaugraues, kalkreiches Gestein, das seinen Namen „Pläner“ nach der Ansicht Flegels von seinem Vorkommen bei Plauen (Pläner = Plauener Stein) erhalten hat; nach einer anderen, mir natürlicher scheinenden Deutung, die mir Herr Dr. Horn, Hamburg, gütigst mitteilte, bezeichnet man mit dem Worte Pläner ein Gestein, das im Gegensatz zum Quader plattig, planig verwittert (planig verwitterndes Gestein = Pläner). — Der Pläner zeichnet sich im unverwitterten Zustande durch sehr grosse Härte aus und wird daher vielfach zur Wegebeschotterung abgebaut. In seinen Schichten findet man als Leitfossil den *Inoceramus Brongniarti* Sow., so dass man sein Alter wohl als Mittelturon festsetzen darf.

Die Tiefe des Kreidemeeres änderte sich nun abermals nach Ablagerung des Pläners. Der Kreideozean verflachte sich wiederum, so dass wir nunmehr als oberstes Glied des Hangenden einen Quadersandstein antreffen (Tafel I. Abb. 1). Dieser ebenfalls noch mittel-turone Sandstein ist gelblich oder schmutzig-weiss gefärbt. Er erreicht seine bedeutendste Mächtigkeit im Zentrum der Mulde bei Adersbach und Weckelsdorf selbst, wo seine bizarren Verwitterungsformen immer wieder neue Scharen von Reisenden herbeilocken. Mit steilen Wänden ragen die Denudationsreste der ehemals zu-

¹⁾ Flegel: a. a. O. Seite 9.

²⁾ Flegel: a. a. O. Seite 11.

sammenhängenden Decke dieses mittelturonen Sandsteins aus dem Plänersockel auf (Holsterberg bei Adersbach, Haideberg bei Weckelsdorf, Vostaz bei Politz). Auf weite Strecken hin aber fehlen dann auch wieder Überreste von Quadersandstein vollkommen, so dass der Pläner vorherrscht, so vor allem im Südosten. An der Ostgrenze der Kreideablagerungen hat sich jedoch noch ein weiterer Rest des Mittelquaders erhalten, der in der Braunauer Lehne den die Randerhebung bildenden Cenomanquader krönt und sich von hieraus weiter nach Südosten fortsetzt bis ins preussische Gebiet hinein, wo wir ihn in der Wünschelburger Lehne weiter verfolgen können. — Erwähnung verdient noch die wichtige Tatsache, dass, je weiter wir nach Osten vordringen, der Winkel, unter welchem die Kreideschichten von Nord und Süd nach dem Muldeninnern zu einfallen, immer kleiner wird, so dass die Neigung der Schichten im äussersten Südosten schon nur noch etwa 8° beträgt; auf diese Weise nähern sich die Schichten allmählich der horizontalen Lagerung, welche wir in dem zweiten Gebiet, dem Heuscheuergebirge und den Reinerz-Nesselgrunder Höhen, als unterscheidendes Merkmal kennen lernen werden.

b. Während im Norden und Süden die Grenzen dieses zweiten Gebietes naturgemäss gegeben sind durch die Verbreitung der Kreideformation selbst, ist es schwierig, es im Osten und Westen abzugrenzen; denn ebenso allmählich wie das Gebiet des Heuscheuergebirges und der Reinerz-Nesselgrunder Höhen im Westen in die Syncline von Adersbach-Weckelsdorf übergeht, ebenso unmerklich neigen sich im Osten seine Schichtensysteme allmählich der Neisse-senke zu. Hier Begrenzungslinien einzuführen, erscheint demnach also mehr oder minder willkürlich. Dennoch sei es der Übersichtlichkeit wegen gestattet, das tiefe Erosionstal von Machau-Bielai als Westgrenze anzusehen und das Gebiet im Osten durch eine Linie zu begrenzen, welche etwa die Ortschaften Wallisfurth, Alt-Heide, Falkenhain, Altweistritz, Langenau verbindet.

Wollen wir den geologischen Aufbau des so umgrenzten Gebietes kurz kennzeichnen, so müssen wir von der Lagerung der Schichten ausgehen. Wir hatten oben bereits betont, dass in dem Gebiet von Adersbach-Weckelsdorf, je weiter wir nach Südosten wandern, der Fallwinkel der Schichten ein immer kleinerer wird. Die synklinale Lagerung tritt allmählich immer mehr und mehr zurück, bis sie in dem Gebiet des Heuscheuergebirges und der Reinerz-Nesselgrunder Höhen selbst schliesslich fast vollkommen verschwindet, so dass das ganze Gebiet als eine gewaltige,

horizontal gelagerte Kreidetafel erscheint; nur an den Grenzen der Kreideverbreitung im Süden und Südosten, wo die Kreidesedimente an das Urgebirge anstossen, finden wir lokale Aufrichtung der Schichten, und bei näherer Untersuchung erweist sich hier die Begrenzungslinie als ein Bruchrand. Eine Reihe weiterer derartiger Verwerfungslinien durchsetzt die horizontalen Schichten des Heuscheuergebirges und der Reinerz-Nesselgrunder Höhen, und in diesen beiden Tatsachen: der annähernd horizontalen Lagerung der Kreideschichten und der Zerstücklung dieser weit ausgedehnten Decke durch eine Anzahl von Brüchen, kann man die charakteristische Eigenart dieses Gebietes erkennen, eine Eigenart, die, wie wir unten sehen werden, sich naturgemäss auch in der Oberflächenform aufs deutlichste widerspiegelt. Auf die spezielle Tektonik werden wir unten ausführlich einzugehen haben; zuvor jedoch erscheint es notwendig, den stratigraphischen Aufbau in grossen Zügen kennen zu lernen.

Wandern wir z. B. von Wünschelburg nach der Heuscheuer und von hier nach Reinerz, so werden wir bei dieser Nordsüd-Durchquerung einen guten Überblick erhalten (Tafel I. Abb. 3). Wir sehen zunächst, dass im Norden dieses Gebietes das Rotliegende wiederum als Unterlage der Kreideformation auftritt. Haben wir dieses durchwandert, so finden wir auf der herrlichen Heuscheuer-Kunststrasse bald Aufschlüsse in einem mürben, braunen, sandig-mergeligen Gestein, in dem wir leicht den Plänersandstein wiedererkennen. Er bildet also hier wie in der nördlichen Spezialmulde des Adersbach-Weckelsdorfer Beckens die tiefste anstehende Ablagerung der Kreideformation. Seine Mächtigkeit beträgt 10–20 m. Überlagert wird dieser Plänersandstein von einem blaugrauen Gestein, dem sogen. unteren Pläner, der etwa dieselbe Mächtigkeit wie der Plänersandstein erreicht; er ist ident mit dem mittelturonen Pläner von Adersbach-Weckelsdorf. Weiterhin treffen wir an der Scholasterdrehe als nächstes Glied des Hangenden einen Quadersandstein an; es ist der mittelturone Quader der Wünschelburger Lehne, den wir oben bereits als Fortsetzung des Quaders der Braunauer Lehne erwähnt hatten. In einem grossen Steinbruch wird dieser Sandstein abgebaut. Zu unterst lagert dort eine 5 m mächtige Schicht von feinem gelben Sandstein, der nach oben gröber wird und bei einer Mächtigkeit von 30 m in einen sehr feinen weissen Quader von 5 m

¹⁾ Vergl. *Flegel*: a. a. O. Seite 15.

Mächtigkeit übergeht. Den Abschluss nach oben bilden dann gröbere weisse Sandsteine. Die Gesamtmächtigkeit dieser Ablagerungen beträgt 60—80 m ¹⁾).

Unsere Strasse beginnt nun steil anzusteigen. Wir haben den Plateauabfall zwischen Karlsberg und Wünschelburg zu erklimmen. Nach einiger Zeit bemerken wir nun an den Aufschlüssen zu beiden Seiten des Weges, dass im Gegensatz zu der Adersbach-Weckelsdorfer Mulde hier der mittelturone Quadersandstein nicht das oberste Glied der Kreideformation bildet, dass vielmehr nach Ablagerung des Mittelquaders das Kreidemeer sich abermals vertiefte, so dass sich auf seinem Grunde wiederum kalkig-mergelige Gesteine bilden konnten, die wir nun als Hangendes des Mittelquaders kennen lernen. Es ist ein sehr fester, blauschwarzer Pläner, der in einer Mächtigkeit von 100—120 m den Quader der Wünschelburger Lehne überlagert, und für den sich die Bezeichnung „oberer Pläner“ allgemein eingebürgert hat. Er begleitet uns lange Zeit auf unserem weiteren Marsche und bildet dann jene ausgedehnte Hochfläche von Karlsberg, auf der sich schliesslich die grosse und kleine Heuscheuer und der Spiegelberg erheben. Die fast senkrechten Wände dieser Gipfel lassen schon von weitem erkennen, dass es wiederum ein Quadersandstein ist, der den oberen Pläner seinerseits noch wieder überlagert. Dieser obere Quadersandstein der Heuscheuer und seines Bruders, des Spiegelberges, stellt die jüngste marine Ablagerung in der niederschlesisch-böhmischen Mulde dar. Es ist ein hellgrauer bis weisser Sandstein, der eine Mächtigkeit von fast 100 m erreicht. — Was die stratigraphische Stellung dieses oberen Quaders anbetrifft, so hat sich besonders Flegel in seinen Studien der böhmisch-schlesischen Kreide eingehend damit beschäftigt. Er kommt auf Grund seiner paläontologischen Forschungen zu dem Schlusse, dass „der obere Heuscheuerquader als ein Äquivalent des Kieslingswalder Sandsteins in der Grafschaft Glatz und des Oberquaders der Sächsischen Schweiz und der Löwenberger Mulde aufzufassen und dem Emscher zuzurechnen ist.“ ¹⁾ Ist diese Altersbestimmung richtig, — Petraschek zweifelt sie an ²⁾ — dann werden wir mit Flegel den oberen Pläner, der das Hangende des mittelturonen Quaders der Wünschelburger Lehne und das Liegende der Emscher Ablagerungen bildet, in der Tat für oberturon halten müssen und den Karlsberger Pläner der Zone des *Scaphites Geinitzi* und der des *Inoceramus Cuvieri* zurechnen.

¹⁾ Flegel: a. a. O. Seite 26.

²⁾ W. Petraschek: Zur Geologie des Heuscheuergebirges. Seite 264.

Wollen wir nunmehr unsere Wanderung nach Reinerz zu fortsetzen, so bieten sich uns zwei Wege dar. Der erste führt uns über Friedrichsberg und Friedersdorf nach Roms und von hier nach Reinerz; der andere etwas längere geht zunächst am Abhange der Friedrichsgrunder Lehne entlang, um uns dann über Utschendorf und Rückers ebenfalls nach Reinerz zu führen. Beide Wege gewähren einen guten Einblick in den geologischen Aufbau dieser Gegend.

Folgen wir nämlich dem ersten Wege, so wird uns auffallen, dass der Bau des Gebirges hier im Süden der Heuscheuer ein anderer ist als im Norden. Der mittelturone Quader der Wünschelburger Lehne keilt sich nämlich in der Tiefe aus (Tafel I. Abb. 3), so dass wir auf unserem Marsche ständig im Pläner bleiben. Haben wir den oberturonen Karlsberger Pläner durchquert, so gelangen wir unmittelbar in das Gebiet des unteren Pläners hinein, der uns nun über Roms bis nach Reinerz begleitet.

Möchte es nach dem eben Gesagten so scheinen, als ob der Gebirgsbau der Reinerz-Nesselgrunder Höhen ein durchaus einheitlicher und leicht zu übersehender wäre, dass eben das gesamte Gebiet von Pläner eingenommen wird, so wird uns nun der östliche Weg von Karlsberg über Utschendorf und Goldbach nach Reinerz zeigen, dass dem in der Tat nicht so ist. Auch hier bewegen wir uns natürlich vom Hangenden ins Liegende; aber nachdem wir nördlich von Utschendorf den oberturonen Pläner verlassen haben und eine kurze Strecke im mittelturonen Pläner marschiert sind, stossen wir plötzlich auf einen Quadersandstein, der sich durch das häufige Vorkommen von *Exogyra columba* und *Lima canalifera* als ein Äquivalent des Quaders der Wünschelburger Lehne kennzeichnet. Erst kurz vor Reinerz gelangen wir wiederum in den mittelturonen Pläner, auf welchem die Stadt selbst steht. Versucht man, die Grenze des Goldbach - Utschendorfer Sandsteins festzustellen, so bemerkt man, dass es sich um eine Sandsteininsel handelt, die auf allen Seiten von mittelturonem Pläner eingeschlossen ist. Ein zweites Sandsteinvorkommen ist weiter östlich bei der Kolonie Höllenberg zu verzeichnen, und auch das Nesselgrunder Gebirgsstück im Südosten von Reinerz setzt sich aus fast horizontal gelagertem Quadersandstein zusammen. Dieser eigenartige Wechsel von Pläner und Quadersandsteinen im Süden und Südosten des Heuscheuergebirges erschwert zunächst das Verständnis für den geologischen Aufbau dieser Gegend. Man hat bisweilen die Vermutung ausgesprochen ¹⁾, dass die isolierten

¹⁾ Leppla: a. a. O. Seite 31.

Sandsteinvorkommen, wie wir sie bei Goldbach-Utschendorf und der Kolonie Höllenberg finden, auf tektonische Veränderung zurückzuführen seien. Dem widerspricht jedoch der ganz allmähliche Übergang der petrographischen Facies, den man vor allem bei Goldbach und Utschendorf wahrnehmen kann. Wir möchten uns aus diesem Grunde eher der von Petraschek und anderen ausgesprochenen Ansicht anschließen, dass das isolierte Vorkommen von Quadersandstein in den mittelturonen Sedimenten durch fortgesetzte Verschiebung der Faciesverhältnisse zu erklären ist, durch welche gerade das Turon gekennzeichnet wird. In der Gegend von Goldbach-Utschendorf und Höllenberg wurde eben das Mittelturon in Sandfacies, weiter nördlich und nordwestlich in der Facies des Pläners entwickelt.

Ob wir auch die Sandsteine, welche sich im Südosten von Reinerz zwischen Neu-Biebersdorf und Falkenhain ausbreiten, sowie die Sandsteintafel des Nesselgrundes zu diesen mittelturonen Sandsteinen stellen dürfen, oder ob nicht vielmehr diese Ablagerungen wenigstens zum Teil als ein Äquivalent des obersten Heuscheuerquaders (Emscher) anzusehen sind, muss dahingestellt bleiben, da dieses Gebiet noch einer eingehenden stratigraphischen Untersuchung harrt ¹⁾. Weiter nach Südwesten, in der Umgegend von Reinerz, grenzt die Kreideformation, wie bereits oben erwähnt, durch eine Verwerfung unmittelbar an den Gneis und Glimmerschiefer des Urgebirges an. —

Wir wenden uns nunmehr der Betrachtung der tektonischen Störungen zu, welche die fast horizontal gelagerten Kreideschichten des Heuscheuergebirges und der Reinerz-Nesselgrunder Höhen durchsetzen, und es erscheint wichtig, an dieser Stelle darauf hinzuweisen, dass wir wohl die Tatsache einer Verwerfung festzustellen imstande sind, über die Art der Bewegung indessen nur Vermutungen anstellen können. Ob die in geringerer relativer Höhe befindlichen und an den Rändern geschleppten Schichtensysteme der Kreide wirklich abgesunken sind, oder ob nicht vielleicht das Gegenteil, ein Emporpressen der randlichen Massive, stattgefunden hat oder sich gar beide

¹⁾ Auf zwei, allerdings nur flüchtigen Begehungen dieser Gegend konnte ich in dem Sandstein von Pohldorf zwei Inoceramen sammeln, welche durch einen Vergleich mit den von Flegel aus dem Emscher der Friedrichsgrunder Lehne gesammelten Fossilien als *Inoceramus Cuvieri* bestimmt wurden. Ein oberturonen Alter dieses Sandsteins erscheint somit sehr wahrscheinlich. Aus dem Sandstein der Kapuziner Platten konnte ich Fossilien nicht erhalten, jedoch scheinen mir die Lagerungsverhältnisse und die ausserordentliche Übereinstimmung in der petrographischen Facies mit dem Pohldorfer Sandstein darauf hinzuweisen, dass auch der Sandstein der Nesselgrunder Tafel desselben Alters — also wahrscheinlich oberturon bis Emscher — sein wird.

Bewegungen kombiniert haben, ist ein Rätsel, dessen Lösung uns wohl niemals glücken wird. Gewiss ist diese Frage für das endgiltige Resultat der Lagerungsverhältnisse wenig bedeutungsvoll; immerhin aber erscheint es angebracht, gelegentlich auf diesen Punkt hinzuweisen, um den hypothetischen Charakter irgend eines vermuteten Hebungs- oder Senkungsvorganges nicht zu verwischen. ¹⁾ —

Man kann nach dem Vorschlage von Frech ²⁾ die Verwerfungen, welche die weit ausgedehnte Kreidetafel dieses mittleren Teils der Grafschaft Glatz durchsetzen, in zwei grosse Gruppen einteilen und demgemäss unterscheiden:

1. diejenigen Brüche, die im wesentlichen von OSO nach WNW verlaufen,
2. eine Anzahl von Spalten, die von NNW nach SSO, also in annähernd meridionaler Richtung streichen. (Vergleiche zu den folgenden Ausführungen die angeheftete tektonische Karte der schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen.

Der erste von OSO nach WNW verlaufende Bruch beginnt bei Piltsch südlich von Glatz und setzt sich in N 70°W über Nieder-Schwedeldorf bis nördlich von Ober-Schwedeldorf fort. An dieser Bruchlinie stösst das Rotliegende mit den nach S geneigten Kreideschichten aneinander. Am Roten Berge bei Piltsch sind in einem Steinbruch die Schichten unmittelbar am Bruchrand aufgeschlossen. Die Kreideschichten sind durch die tektonische Bewegung steil aufgerichtet, z. T. sogar überkippt, so dass sie hier mit einem Winkel von 80° nach N einfallen ³⁾ (Tafel III. Abb. 7). Es treten vom Liegenden ins Hangende folgende Gesteine auf:

4. Plänerkalk mit Verwitterungslehm an den Kluftflächen (Zone des *Inoceramus Brongniarti*, Mittelturon),
3. Quadersandstein, ca. 15 m mächtig, deutlich nach N einfallend (Zone des *Inoceramus labiatus*, Unterturon),
2. blaugrauer, kalkig-toniger, mittelkörniger Sandstein, 5 m mächtig (Grenze zwischen Cenoman und Turon, Grenzquader),
1. undeutlich geschichteter Quadersandstein, ca. 80 m mächtig. Im Hangenden ist die Zerklüftung vorwiegend. *Exogyra columba*, *Pecten asper*. (Cenoman).

¹⁾ Vergl. hierzu *Frechs* Ausführungen über den grossen sudetischen Randbruch in: „Über den Bau der schlesischen Gebirge“. Geogr. Zeitschrift, Bd. 8, 1902. Heft 10, Seite 562 ff.

²⁾ *F. Frech*: Reinerz als Zentrum der Glatzer Mineralquellen. Seite 9.

³⁾ Vergl.: Führer für die geologischen Exkursionen in die Grafschaft Glatz, bearbeitet von *K. Flegel* und *E. G. Friedrich*, herausgegeben von *F. Frech*. Seite 13.

Dem Bruch Piltsch — Ober-Schwedeldorf geht etwas südlicher eine zweite grosse Verwerfung annähernd parallel, der Heuscheuerbruch, welcher durch zwei Querstörungen mit dem ersten Bruch in Verbindung steht. — Die erste dieser Querstörungen, an welcher ebenso wie an der anderen die Kreide im Osten abgesunken zu sein scheint, verläuft von Agnesfeld in der Richtung $N 15^{\circ}W$ über Czettritz nach Neu-Heide. Der zweite Bruch beginnt bei der Kolonie Wallisfurth und streicht von NNO nach SSW, bis er Alt-Heide erreicht. Hier knickt er bajonettförmig um und geht dann in den eigentlichen Heuscheuerbruch über. Dieser verläuft nun in der Richtung $N 70^{\circ}W$ ¹⁾ über Walddorf, Neu-Rückers und Friedrichsgrund und endet auf der Hochfläche von Karlsberg. Er zerlegt das Heuscheuergebirge in zwei schmale Längsstreifen, welche an der Bruchlinie in vertikaler Richtung gegeneinander verschoben worden sind; denn von Alt-Heide bis Friedrichsgrund grenzt der Quadersandstein der Wünschelburger Lehne unmittelbar an den oberturonen Karlsberger Pläner, und von Neu-Rückers bis zu den Seewiesen berühren sich an dieser Bruchspalte der mittelturone Quader und Emscher Sandstein. Die Sprunghöhe dieser Störung schätzt Leppla unterhalb Friedrichsgrund auf mehr als 200 m.

Die letzte von OSO nach WNW gerichtete Störung stellt eine grosse einheitliche Verwerfung dar, welche von Grafenort über Reinerz hinaus bis nach Roms zu verfolgen ist. Zahlreiche Quellen dringen längs der Verwerfung aus der Tiefe herauf und haben dieser Bruchlinie den Namen „Grafenorter Quellenspalte“ eingetragen. Sie verläuft in der Richtung $N 80^{\circ}W$ von Grafenort nach Neu-Batzdorf und berührt dann weiterhin die Ortschaften Falkenhain, Neu-Biebersdorf, Reinerz und Roms. Die Schichten fallen längs dieser Verwerfung nach Nordosten ein im Gegensatz zu den beiden vorangegangenen parallelen Störungen, so dass hierdurch der Gebirgsstreifen Friedersdorf — Rückers — Neu-Falkenhain die Eigenschaft einer Grabensenke erhält.

Mit der Grafenorter Quellenspalte kreuzen sich in der Gegend von Reinerz eine Anzahl von Verwerfungen, die nunmehr bereits der zweiten Gruppe, den annähernd meridional verlaufenden Brüchen, angehören. Diese gliedern sich wiederum in die westlich gelegenen Spalten von Cudova, in die Verwerfungen südlich von Reinerz und in zwei grosse östliche Brüche.

¹⁾ Zu sämtlichen Messungen wurde ein Kompass verwandt, der von $N (0^{\circ})$ sowohl über $W (90^{\circ})$ als auch über $O (90^{\circ})$ nach $S (180^{\circ})$ zählt. Die magnetische Deklination ist mit $7\frac{1}{2}^{\circ} W$ in Rechnung gezogen worden.

Die bedeutendste Störungslinie in der Umgegend von Cudova ist die sogenannte Cudovaer Quellenspalte. Sie folgt dem Westabhang des Mensegebirges und streicht dann in N 20° — 25° W an Lewin vorbei nach Straussenei. Eine zweite Verwerfung beginnt südlich von Lewin und ist in der Richtung N 35° W bis nach Hronow zu verfolgen. Beide Störungen stimmen darin überein, dass an ihnen die Kreideschichten gegen das Urgebirge ins Liegende verworfen wurden, so dass die an den Rändern geschleppten Schichten von Ost und West nach dem Innern zu einfallen und breite Rücken des Urgebirges auf beiden Flanken die Kreide umsäumen. Durch einen dritten mittleren Kreidebruch, der durch Cudova selbst in nord-südlicher Richtung verläuft, wird die Kreidescholle von Cudova schliesslich noch in zwei parallele Streifen zerlegt.

Ganz ähnlich ist der tektonische Bau der Kreide im Süden von Reinerz. An einer nach NNW gerichteten Verwerfung wurde die Kreide des Altarberges vom Urgebirge des Predigtstuhles losgetrennt; die Kreideschichten fallen nach Westen ein. Eine zweite, westlich gelegene Bruchlinie, die sogenannte Reinerzer Quellenspalte, begrenzt die Kreide im Osten gegen den Glimmerschiefer der Hohen Mense, welche im Westen bis zu 1084 m ansteigt. Es bilden somit — genau wie bei Cudova — die Kreideschichten an der oberen Weistritz eine Grabensenke; und auch hier lässt sich analog den Verhältnissen von Cudova ein mittlerer Bruch feststellen, der, von der Dachskuppe im Süden bis zum Freudenberg streichend, die Kreidescholle in zwei Längsstreifen teilt.

Anlässlich der Aufnahme des Kreidegebietes von Kronstadt konnte Verfasser den Verlauf der wichtigsten Störungslinie im Süden von Reinerz, der sogenannten Reinerzer Quellenspalte, genauer verfolgen. Die Kreide von Kronstadt stellt ein von Grunwald bis nach Schwarzwasser sich erstreckendes, etwa 1—1½ km breites Gebirgsstück dar, welches längs zwei paralleler Verwerfungen in das Urgebirge eingebettet wurde. Die westliche Verwerfung, an welcher die Kreide vom Glimmerschiefer des böhmischen Kammes (Adler-Gebirge) losgetrennt wurde, ist die oben erwähnte Reinerzer Quellenspalte. Sie beginnt bei Schwarzwasser im Südosten von Kronstadt und verläuft nun mit einer ausserordentlichen Gleichförmigkeit der Richtung (N 35° W) an Kronstadt vorbei nach Friedrichswald und von hier immer in derselben Richtung bis nach Reinerz und Roms, wo sie sich mit der Grafenorter Quellenspalte vereinigt, um sich alsdann in einem flachen, nach SW geöffneten Bogen nach Straussenei zu wenden. Die östliche Begrenzungslinie des Kronstädter Kreidegebietes

zieht sich am Westabhang des Habelschwerter Gebietes entlang. Ob sie mit der Reinerzer Quellenspalte durch eine Querverwerfung im Zusammenhang steht, lässt sich bei dem vollständigen Fehlen von Aufschlüssen im Süden von Schwarzwasser nicht entscheiden. — Die Bruchlinie verläuft in ihrem südlichen Teil genau parallel der Reinerzer Quellenspalte. Nördlich von Trtschkadorf aber ändert sie ihre Richtung und durchquert in N 5° O die Reichsgrenze; kurz dahinter nimmt sie jedoch ihren ursprünglichen Verlauf wieder an und begrenzt nun in der Richtung N 35° W die Schwarzen Sümpfe und die Seefelder, um sich dann schliesslich mit einem scharfen Knick nach NO zu wenden, wo sie sich mit der ersten grossen östlichen Verwerfung vereinigt. — Der Bruchcharakter des von diesen beiden Linien begrenzten Kreidegebietes von Kronstadt offenbart sich vor allem in dem Einfallen der Schichten längs beider Verwerfungen nach dem Innern zu (Tafel II. Abb. 4). So konnte sowohl in einem Aufschluss an der Strasse von Trtschkadorf wie in einem kleinen Steinbruch südlich von Kronstadt ein deutliches Einfallen der Schichten nach SW festgestellt werden ¹⁾, und entsprechend neigen sich die Schichten auf der entgegengesetzten Seite am Abhange des böhmischen Kammes, wo mehrere kleine Schurflöcher anzutreffen sind, nach NO. Zahlreiche Quellen sprudeln besonders an der westlichen Verwerfungslinie hervor, von denen einige sich durch ihren Kohlensäuregehalt besonders auszeichnen.

An die beiden Bruchlinien tritt im NW bis hinunter nach Kronstadt nur Pläner heran; südlich von Kronstadt jedoch stellt sich auf beiden Seiten ein Saum von Plänersandstein ein, dessen pulverförmige Verwitterungsprodukte dem Gestein in der Bevölkerung die Bezeichnung „Mehlstein“ eingetragen haben. — Dieser Plänersandstein wird dann in seiner oberflächlichen Verbreitung immer ausgedehnter, je weiter wir nach SO kommen, bis schliesslich der Pläner bei Schwarzwasser vollkommen verschwindet, so dass der Plänersandstein den südlichen Abschluss des Kronstädter Kreidegebietes bildet.

Zu erwähnen ist noch die eigenartige Lagerung der Plänerschichten im Süden von Grunwald an der Reichsgrenze. Hier muss offenbar eine lokale Stauung beim Absinken eingetreten sein, denn während die Schichten an der Verwerfung selbst noch normal nach SO einfallen, finden wir sie in kurzer Entfernung in nahezu senkrechter Aufrichtung, schliesslich sogar in überkippter Lagerung, so dass sie hier unter einem Winkel von 80°, ja sogar 60° nach NW

¹⁾ Eine Messung des Fallwinkels ergab in Trtschkadorf 10° — 12°, in Kronstadt 5° — 8°, stellenweise 10°.

einfallen. In kurzer Entfernung nach dem Innern der Kreideverbreitung zu beginnt dann wieder das normale Einfallen nach SO.

Was das Alter der in dem Kronstädter Graben auftretenden Gesteine anbetrifft, so lässt sich bei dem Mangel an Aufschlüssen auch hierüber nur wenig sagen. Aus dem Plänersandstein südlich von Kronstadt sammelte ich einige Exemplare von *Inoceramus labiatus Schloth.*, die auf ein unterturones Alter der sandigen Ablagerungen hinzuweisen scheinen. Ist diese Vermutung richtig, so wird man den im Hangenden befindlichen Pläner als mittelturon ansprechen dürfen und ihn dem mittelturonen Pläner von Reinerz gleichsetzen, mit dem er ja auch in seiner oberflächlichen Verbreitung unmittelbar zusammenhängt. —

Etwa in der Fortsetzung der Längsrichtung des Kronstädter Grabens nach SO finden sich zwei isolierte Sandsteinvorkommen bei Cihak und bei Nesselfleck. Sie stellen offenbar Ablagerungen in ursprünglich vorhandenen Mulden des Urgebirges dar; denn die Begrenzung gegen den Gneis und Glimmerschiefer ist bei beiden eine unregelmässig lappige Linie, die Lagerung der Schichten eine horizontale. Von Fossilien fand ich in den beiden *Pecten asper*, *Pecten aequicostatus* und *Exogyra columba*. Es handelt sich hier also offenbar um zwei cenomane Sandsteininseln, die sich trotz der relativ bedeutenden Höhe über dem Meeresspiegel erhalten haben, weil sie eben in kleinen Becken des Urgebirges zum Absatz gelangten und auf diese Weise geschützt waren gegen die zerstörenden Kräfte der Verwitterung.

Die beiden grossen östlichen Verwerfungen, zu deren Besprechung wir nunmehr gelangen, bezeichnet Leppla als Staffelbrüche ¹⁾. Sie werden dadurch charakterisiert, dass an beiden die Kreide im NO vom Urgebirge im SW losgetrennt wurde. — Der erste Bruch begrenzt die Nesselgrunder Kreidetafel gegen den Gneis im Westen. Die Verwerfung setzt am „Dürren Berge“ zwischen Voigtsdorf und Kaiserswalde ein und verläuft zunächst in der Richtung N 30° W; später wendet sie sich mehr nach Westen und nimmt die Richtung N 50° W an. In dieser Richtung streicht sie an Tannigt vorbei, vereinigt sich alsdann mit dem östlichen Bruch des Kronstädter Grabens und endet südlich von Biebersdorf im Reinerzer Forst zwischen dem Holzberg und der Bläskekoppe. —

Die letzte grosse Verwerfung ist die Störung Hohndorf—Alt-Weistritz—Sauerbrunn—Falkenhain. Sie setzt östlich von Hohndorf

¹⁾ Leppla: a. a. O. Seite 33.

an der Kliegelkoppe ein und verläuft in der Richtung N 30° W bis zum Dohlenberg, wo sie mit scharfem Knick umbiegt, um in N 10° O Alt-Weistritz zu erreichen. Von hier nimmt sie ihre alte Richtung von N 55° W wieder an. Am Biems-Berg setzt jedoch abermals eine Querstörung ein, welche eine parallele Verschiebung der Verwerfung nach NO bewirkt. Von Sauerbrunn ab verläuft dann die Störung mit ziemlicher Gleichförmigkeit in N 60° W, berührt weiterhin Pohldorf und verliert sich schliesslich südlich von Falkenhain. An dieser Verwerfung, welche die Kreidescholle im NO gegen das horstartige Urgebirgsmassiv von Neu-Weistritz, Voigtsdorf, Spätenwalde, Hüttengut im SW abgrenzt, hat eine bedeutende Aufrichtung der Kreide stattgefunden, und das Einfallen der Schichten nach NO und O kennzeichnet die Verwerfung gleichzeitig als die natürliche westliche Grenze des Neissegebietes. —

c. Wollen wir den geologischen Aufbau auch des dritten Abschnittes, des Neissegebietes, mit einigen Worten kennzeichnen, so werden wir sagen dürfen, dass die Kreide des Neissegebietes das im grossen darstellt, was wir im kleinen in der Grabensenke von Kronstadt kennen gelernt haben. Auch in dem Gebiet der Glatzer Neisse wird die Kreideformation durch zwei parallele Brüche abgegrenzt gegen das Urgebirge, dessen Höhen die Kreidescholle auf beiden Seiten umsäumen; und aus der Tatsache, dass wir in dem Neissegebiet Ablagerungen antreffen, die, wie wir unten sehen werden, trotz der geringeren Meereshöhe (1–300 m) gleichalterig sind mit den obersten Schichten des Heuscheuergebirges (7–900 m), dürfen wir wohl den Schluss ziehen, dass es sich hier um eine gewaltige Einsenkung der Kreideschichten längs der beiden parallelen Verwerfungen handelt.

Den Bruch Hohndorf—Alt-Weistritz—Falkenhain hatten wir als nordwestliche Grenze der Neissesenke bereits kennen gelernt. Eine zweite grosse Störungslinie setzt nördlich von Brand ein und bildet, etwa in der Richtung N 10°—15° W streichend, die Grenze der Kreideformation des Neissegebietes gegen den westlichen Gneis und Glimmerschiefer. — Am Ostabhang der Schlüsselkoppe beginnend, verläuft diese Störungslinie zunächst in N 60° W bis westlich von Hohndorf, wo unter scharfem Knick ein Umbiegen in die Richtung N 10° W stattfindet. Diese Richtung wird nun in dem weiteren Verlauf im wesentlichen beibehalten. An Lichtenwalde vorbei über Seitendorf und Rosental können wir den Bruchrand deutlich verfolgen, bis wir zu dem Dorf Steinbach gelangen, wo einige Querverwerfungen vorhanden zu sein scheinen. Von Steinbach aus verläuft dann die Randverwerfung in der Richtung N 45° W bis westlich von Bobischau.

Hier findet abermals ein Umbiegen statt, und in der Richtung N 10° W können wir nun die Störungslinie nach Böhmen hinein verfolgen, bis sie bei Schildberg ihr Ende erreicht.

Durch eine westöstlich gerichtete Querverwerfung wird hier der Zusammenhang mit der östlichen Randverwerfung hergestellt. Diese verläuft von Schildberg aus zunächst parallel dem westlichen Bruch etwa in N 5° W, bis sie bei Bobischan wieder in reichsdeutsches Gebiet eintritt. Sehen wir von einigen unbedeutenden Querverwerfungen, z. B. der ost-westlich gerichteten von Schreibendorf, ab, welche uns deutlich die Einwirkung zweier verschiedener tektonischer Richtungen, der nord-süd gerichteten und der hercynischen, vor Augen führen, so wird man als Streichrichtung der östlichen Bruchlinie bis Neuendorf etwa N 20° O angeben dürfen. Hier nimmt die Verwerfung fast genau nordsüdliche Richtung an und verläuft nun über Kieslingswalde nach Neu-Waltersdorf, wo sie plötzlich ihre Richtung abermals ändert, um in N 55° W über Alt-Waltersdorf, Herrndorf und weiterhin an der Antonienkapelle nördlich von Grafenort vorbei bis ins Neissetal sich zu erstrecken. Leppla hat — und wohl mit Recht — die Vermutung ausgesprochen,¹⁾ dass im Neissetal zwischen Grafenort und Rengersdorf noch eine südnördlich gerichtete Verwerfung vorhanden sein wird, welche die Verbindung des östlichen Bruchrandes mit dem bei Pilsch beginnenden Bruch herstellen würde. Bei der Bedeckung mit Diluvium und Alluvium lässt sich augenblicklich hierüber eine Entscheidung nicht fällen.

Allseitig durch Bruchlinien gegen das Urgebirge abgegrenzt, besitzt die Neissesenke nur im NW keine tektonische Grenze. Die schwache südöstliche Neigung der Schichten des Heuscheuergebirges aber lässt erkennen, dass der Abbruch der Neissesenke auch hier eingewirkt hat.

Beim Einbruch der Kreidedecke an den eben kurz verfolgten Bruchlinien trat naturgemäss eine randliche Aufrichtung der Schichtensysteme ein, so dass hier die ältesten Ablagerungen, die wir in dem Neissegebiet überhaupt antreffen, in steiler Lagerung zutage treten (Tafel II. Abb. 5 und 6). Es sind die uns schon aus den beiden westlichen Gebieten bekannten Gesteinsarten, cenomaner Quadersandstein und turoner Pläner. Das Innere der Neissesenke jedoch wird von Gesteinen eingenommen, die man gewöhnt ist, unter dem Namen „Kieslingswalder System“ zusammenzufassen. Dieses besteht aus einer unteren Abteilung, die im allgemeinen tonig-kalkige

¹⁾ Leppla: a. a. O. Seite 36/37.

Ablagerungen umfasst — den Kieslingswalder Ton —, und einer oberen, einer Sandsteinbildung, — dem Kieslingswalder Sandstein. — Den weitaus grössten Teil des vom Kieslingswalder System bedeckten Raumes nehmen die Kieslingswalder Tone ein. Es sind graue oder blaugraue Gesteine, welche durchaus an den Pläner erinnern, von diesem jedoch durch die häufig auftretenden Ton- und Brauneisensteinknollen unterschieden werden, welche für die Kieslingswalder Tone bezeichnend sind. Fast überall, wo Kieslingswalder Ton aufgeschlossen ist, finden wir eine innige Wechsellagerung von Ton und Sandstein, welche auf die enge Zusammengehörigkeit der beiden Abteilungen des Kieslingswalder Systems hinweist (Tafel III. Abb. 8).

Schon während des Absatzes der tonigen Kieslingswalder Schichten muss offenbar ein gelegentliches Seichterwerden des Kreidemeeres stattgefunden haben, welches schliesslich dazu führte, dass nur noch sandige Sedimente zum Absatz gelangten. Der auf diese Weise entstandene Kieslingswalder Sandstein, welcher nur in dem Winkel von Kieslingswalde und südlich von Mittelwalde sich erhalten hat, ist von grauer oder graublauer Farbe und zeichnet sich vor allem durch einen auffallenden Reichtum an Glimmerschüppchen aus; zahlreiche Abdrücke von Laubblättern weisen auf die Nähe der damaligen Küste hin. — Mit dem allmählich einsetzenden Rückzug des Kreidemeeres vergrösserte sich dann die Korngrösse der Ablagerungen, so dass wir im Hangenden des Kieslingswalder Sandsteins Konglomerate beobachten (Tafel II. Abb. 5), welche uns als letzte Reste des nun endgiltig verschwindenden Meeres in den schroffen Riffen der Hirtensteine bei Kieslingswalde erhalten geblieben sind. — Die Kenntnis der stratigraphischen Stellung des Kieslingswalder Systems verdanken wir vor allem den Untersuchungen Sturms.¹⁾ Dieser führte für die Kieslingswalder Tone eine Zweigliederung ein; die untere Abteilung, die als Leitfossil den *Inoceramus Brongniarti* führt, stellt er demgemäss zum Mittelturon, während er die oberen Kieslingswalder Tone nach dem Vorkommen von *Inoceramus Cuvieri* zum Oberturon rechnet. Aus dem Kieslingswalder Sandstein führt Sturm *Placenticas Orbignyanum* Gein., *Baculites incurvatus* Duj. und *Turrilites varians* Schlüt. und einige andere Ammoniten an, die gemeinsam mit den hier gefundenen Inoceramen: *Inoceramus involutus* Sow. und *Inoceramus lobatus* Münst. entschieden auf Emscher-Ablagerungen hinweisen, in denen sich allerdings senone Elemente bereits stark geltend machen²⁾

¹⁾ Sturm: (Siehe Seite 88, Anmerkung 7).

²⁾ Sturm: a. a. O. Seite 53.

Die Schichten des Kieslingswalder Systems schmiegen sich naturgemäss den beim Absinken steil gestellten, stellenweise sogar überkippten älteren Kreideschichten an und fallen im allgemeinen von Osten und Westen nach dem Innern der Grabensenke zu ein (Tafel II. Abb. 5 und 6). — Auf die muldenförmige Lagerung des Sandsteins von Kieslingswalde sowie einige andere unbedeutende Abweichungen von der regelmässigen Lagerung einzugehen, würde über den Rahmen dieser Arbeit hinausführen. —

Fassen wir nunmehr mit einigen Worten das Ergebnis des ersten Teils unserer Betrachtungen zusammen, so werden wir uns daran zu erinnern haben, dass wir in dem Gebiet von Adersbach-Weckelsdorf eine typische Synkline kennen gelernt hatten, deren Achse von Nordwest nach Südost verläuft und deren Schichten dementsprechend von Südwest und Nordost nach dem Muldeninnern einfallen. Tektonische Störungen sind innerhalb dieser Synkline nicht zu verzeichnen.

Das Heuscheuergebirge und die Reinerz-Nesselgrunder Höhen sind im Gegensatz hierzu durch eine fast völlig horizontale Lagerung der Schichten ausgezeichnet, und diese weit ausgebreitete Decke wird zerstückelt durch eine Reihe von Verwerfungen, welche entweder die hercynische Streichrichtung bevorzugen oder von N nach S gerichtet sind, oder endlich — wie die beiden östlichen Staffelbrüche — in einer Richtung verlaufen, welche etwa der Resultierenden der beiden Hauptrichtungen entspricht.

Das Gebiet der Glatzer Neisse endlich stellt ein lang gestrecktes Gebirgsstück dar, das an zwei parallelen, annähernd von N nach S gerichteten Verwerfungen in das Urgebirge eingesunken ist. Dass der grösste Teil dieses Gebietes von dem plänerähnlichen Kieslingswalder Ton eingenommen wird, ist für das Zustandekommen der Oberflächenform von grosser Bedeutung. Denn wenn auch der geologische Aufbau in allererster Linie massgebend für die Oberflächenform ist, so spielen daneben die petrographischen Eigenschaften der das Gebiet zusammensetzenden Gesteine und die damit zusammenhängende Verwitterung und Abtragung eine überaus wichtige Rolle.

Kapitel II.

Verwitterung und Abtragung im Gebiet der schlesisch-böhmischen Kreideformation.

Mit Rücksicht auf die Zwecke der folgenden Untersuchungen, einen Zusammenhang zwischen Verwitterung und Oberflächenform abzuleiten, erscheint es notwendig, den stratigraphischen Gesichtspunkt nunmehr zurücktreten zu lassen und dafür mehr Gewicht auf die petrographischen Eigenschaften der zu behandelnden Gesteine zu legen. Wir werden daher die Sandsteine der Kreideformation auf der einen Seite zusammenfassen und alle plänerartigen Gesteine — also auch den Kieslingswalder Ton — ihnen gegenüberstellen.

Unter Verwitterung verstehen wir die Gesamtheit aller Zerfallerscheinungen des festen Gesteins, welche durch die Einwirkung der Atmosphärien und der Organismen herbeigeführt werden.

a. Wollen wir nun einen Einblick gewinnen in die Verwitterungsvorgänge, welche sich in den Sandsteinen vollziehen, so ist es notwendig, zunächst die chemische Zusammensetzung dieser Gesteine, ihre Strukturverhältnisse sowie ihre sonstigen physikalischen Eigenschaften kennen zu lernen. — Die Sandsteine setzen sich aus zwei Bestandteilen zusammen, einem körnigen Gemengteil, der, abgesehen von etwaigen accessorischen Beimengungen, aus reinem Quarz besteht, und aus mikrogranulösen Substanzen, die bald kalkiger, mergeliger, bald toniger oder kieseliger Natur sind und die Zwischenräume zwischen den einzelnen Quarzkörnchen mehr oder minder vollständig erfüllen. Unterziehen wir nun die Sandsteine einer Analyse, so wird es uns in der Tat gelingen, die einzelnen Substanzen voneinander zu trennen; wir können dann angeben, wieviel Prozent Kieselsäure, wieviel Tonerde, Kalk usw. in den Gesteinen enthalten sind; trotzdem werden wir enttäuscht werden, wenn wir annehmen, dass diese chemische Untersuchung uns wertvolle Aufschlüsse über die Bedingungen der Verwitterung der Sandsteine geben wird. Selbst die umfangreichste Analyse vermag nicht, diese Erwartungen zu erfüllen.

Es ist das unbestreitbare Verdienst Hirschwalds ¹⁾, die Unzulänglichkeit der chemischen Analyse für die Untersuchung der Verwitterung der Sandsteine ausführlich dargestellt zu haben. Er fand nämlich, dass bei den Sandsteinen ein eindeutiger Zusammenhang zwischen dem Prozentualgehalt an Kieselsäure und Bindemittelsubstanz auf der einen und Verwitterbarkeit auf der anderen Seite nicht besteht. Obwohl doch der Quarz ein Mineral ist, das den Einwirkungen der Atmosphären selbst in geologischen Zeiträumen auf das vollkommenste Widerstand zu leisten vermag, beobachtete er Sandsteine mit hohem Kieselsäuregehalt, die trotzdem schnell verwitterten. Und auf der anderen Seite konnte er feststellen, dass sich gelegentlich Sandsteine mit einem relativ geringen Kieselsäuregehalt und einem prozentual hohen Bindemittelgehalt als sehr wetterbeständig erwiesen, selbst wenn das Bindemittel aus lockrem, pulverförmigen Kaolin bestand

Die mikroskopische Untersuchung lieferte nun die Lösung dieses eigenartigen Problems. Der Zusammenhang der körnigen Bestandteile des Sandsteins wird nämlich noch auf eine andere Weise als durch jene Bindemittelsubstanz bewirkt. Bei der Mehrzahl der festen Sandsteine erkennt man an Dünnschliffen, dass die Quarzkörnchen durch eine Übrindung von reiner Quarzmasse miteinander verwachsen sind, während das tonige, kalkige oder mergelige Bindemittel nur die Hohlräume ausfüllt, welche durch das Zusammenwachsen der Quarzkörner entstehen. ²⁾ Hirschwald schlägt für diese Übrindung den Namen Kontaktzement vor, während er das „Bindemittel“ als Porenzement bezeichnet. Fehlt das Kontaktzement vollkommen, so dass die einzelnen Quarzkörnchen in dem Bindemittel gleichsam schwimmen, so nennt Hirschwald diese Erscheinung Basalzement. In diesem Falle ist vor allem der Silifizierungsgrad des Bindemittels zu berücksichtigen, welcher bei derartigen Sandsteinen dann geradezu als das wichtigste Kriterium der Wetterbeständigkeit zu betrachten ist und den Mangel an einem kieseligen Kontaktzement durchaus ersetzen kann.

Nach diesen Darstellungen werden wir nun leicht den Mangel einer chemischen Analyse erkennen: sie vermag zwar, den gesamten Kieselsäuregehalt eines Sandsteins anzugeben, sie ist aber nicht imstande, die Kieselsäure, die als Kontaktzement oder Infiltrationssubstanz des Bindemittels auftritt, von der Kieselsäure der Quarz-

¹⁾ *J. Hirschwald*: Prüfung der natürlichen Bausteine, Berlin 1908.

²⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 253.

körnchen zu trennen. Und hierin ist eben ihre Unzulänglichkeit begründet; denn gerade die Trennung der den verschiedenen strukturellen Bestandteilen des Gesteins angehörigen Kieselsäuremengen würde eine chemische Untersuchung erst wirklich lohnend machen, und hierzu reichen leider die bisherigen analytischen Methoden nicht aus

Von den grundlegenden Untersuchungen Hirschwalds ausgehend, dürfte es uns daher nicht genügen, die Sandsteine der Kreideformation lediglich zu analysieren, sondern es stellte sich gleichzeitig die Notwendigkeit heraus, sie auch mikroskopisch zu untersuchen ¹⁾.

Von den cenomanen Sandsteinen erschien eine ausführliche chemische Analyse allerdings aus mehreren Gründen nicht ratsam und lohnend. Einmal besitzen die cenomanen Ablagerungen, wie wir im ersten Abschnitt gesehen, nur geringe oberflächliche Verbreitung und sind eigentlich nur in den Randerhöhungen der Adersbach-Weckelsdorfer Mulde von Einfluss auf die Oberflächenform. Andererseits aber weisen die cenomanen Sandsteine an ganz benachbarten Punkten bereits makroskopisch so grosse Unterschiede auf, dass eine Probe dieses Gesteins noch viel weniger wie bei allen anderen Sandsteinen uns einen allgemeinen Begriff von der Zusammensetzung der ganzen Stufe geben würde. -- Daher wurde von einer Analyse des cenomanen Sandsteins abgesehen. Das Gestein dieser Stufe ist ein rötlicher, gelblicher, brauner oder grauer Quarzsandstein von mittlerem, selten feinem Korn. Er zeichnet sich vor allem durch das reichliche tonige Bindemittel aus, welches die einzelnen Quarzkörnchen von allen Seiten umhüllt, so dass es hier durchaus angebracht ist, von Basalzement im Sinne Hirschwalds zu sprechen. Einzelne Schichten werden gekennzeichnet durch ihren Reichtum an Glaukonitkörnchen, welche eine mehr oder weniger intensive Grünfärbung zur Folge haben. An anderen Stellen geht dieser cenomane Sandstein in eine rötliche Arkose über, die aufs deutlichste das aufgearbeitete Rotliegende erkennen lässt. Auch konglomeratische Lagen stellen sich hin und wieder ein.

¹⁾ Ich möchte an dieser Stelle nicht verfehlen, Herrn *Dr. Lindner* und Herrn *Dr. Wysogorski* meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen. Bei den mineralchemischen Untersuchungen, die ich in der mineralchemischen Abteilung des Mineralogischen Instituts der Universität Breslau ausführen durfte, hatte Herr *Dr. Lindner* die Güte, mich anzuleiten und zu unterstützen. Herr *Dr. Wysogorski* half mir in überaus liebenswürdiger Weise in der Bestimmung der mikroskopischen Eigenschaften der Gesteine. Beiden Herren bin ich zu grossem Dank verpflichtet.

Im Gegensatz zu dem cenomanen Sandstein mit seinem reichlichen tonigen Bindemittel zeichnen sich die turonen Sandsteine, wie man bereits mit blossem Auge wahrnehmen kann, durch ein deutliches Zurücktreten des Bindemittels aus. Varietäten von mittlerem Korn herrschen hier durchaus vor, wenngleich ein Feinerwerden des Kornes in einzelnen Bänken nicht zu verkennen ist. Andererseits treten gelegentlich auch in dieser Stufe Lagen mit Quarzgeröllen bis zu Haselnussgrösse auf ¹⁾. In Bezug auf den Eisengehalt des Bindemittels schwankt das Gestein vielfach und innerhalb weiter Grenzen. Häufig finden wir parallele Lagen besonders eisenschüssiger Substanzen, die an anderen Stellen in schrägen, nicht selten senkrechten Blättern (Schlieren) oder auch in kugeligen Gebilden das Gestein durchsetzen. Im Wünschelburger Steinbruch endlich findet sich die *Exogyra columba* in so massenhafter Anhäufung, dass man förmlich von Exogyren-Bänken sprechen muss. Dieselbe Erscheinung berichtet übrigens R. Beck aus der Sächsischen Schweiz ²⁾. Ebenfalls im Wünschelburger Steinbruch sind eigentümliche, offenbar minerogene Bildungen zu beobachten. Es finden sich dort Sandsteinkugeln von einem Durchmesser von 10—25 cm, welche in verschiedenen Schichten des mittelturonen Sandsteins regellos verteilt sind. Häufig sind diese Kugeln durch eine wenige mm starke Schicht lockeren Sandes von dem sie umgebenden Sandstein getrennt, so dass sie dann leicht herauszubekommen sind. In anderen Fällen fehlt diese Zwischenschicht wiederum, so dass die Kugeln fest in den Sandstein eingelagert sind. Diese Kugeln zeichnen sich durch grosse Härte aus; beim Betupfen mit Salzsäure konnte ich bei den acht untersuchten Kugeln nur einmal ein schwaches Aufbrausen bemerken, so dass man in diesem Falle wohl auf ein Bindemittel von Kalkcarbonat schliessen kann.

Derartige Sandsteinkugeln sind meines Wissens aus den schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen und auch aus der Sächsischen Schweiz noch nicht beschrieben worden. In Westdeutschland aber haben A. v. Koenen ³⁾ und seine Schüler ⁴⁾ sie wiederholt beobachtet,

¹⁾ Käsebrettplateau, Felspartie an den Sieben Kammern (Wünschelburger Lebne).

²⁾ R. Beck: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königsreichs Sachsen. Sektion Königstein-Hohnstein, Blatt 84 Seite 10.

³⁾ A. v. Koenen: Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 43, 1891. Seite 790.

⁴⁾ Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen, Lfg. 127, Bl. Alfeld. Geognostisch bearbeitet von A. v. Koenen, G. Müller und O. Grupe. Seite 29 ff. (Hilssandstein).

und zwar in den verschiedensten Formationen, so dass es sich keineswegs um eine Eigentümlichkeit nur des Kreidesandsteins zu handeln scheint.

Zur Untersuchung gelangten drei Proben, von denen die ersten zwei der Wünschelburger Lehne entstammen, während die letzte der Sandsteininsel von Goldbach-Utschendorf entommen wurde.

Probe I der Wünschelburger Lehne ergab folgende chemische Zusammensetzung:

Si O ₂	91.98
Al ₂ O ₃	3.67
Fe ₂ O ₃	0.75
Ca O	0.29
Mg O	0.32
K ₂ O	0.83
Na ₂ O	0.95
H ₂ O	1.47
	100.26

Die Probe II zeigte nur wenig Abweichung hiervon:

Si O ₂	91.56
Al ₂ O ₃	4.09
Fe ₂ O ₃	0.82
Ca O	0.17
Mg O	0.27
K ₂ O	1.29
Na ₂ O	0.57
H ₂ O	1.37
	100.14

Im Dünnschliff zeigte sich bei diesem Sandstein, dass das Bindemittel in der Tat auffallend zurücktritt und die einzelnen Quarzkörnchen bereits durch eine feine Haut von Kieselsäure miteinander verwachsen sind (schwaches Kontaktzement). Im Bindemittel fand sich Feldspat ziemlich reichlich vor; er war teils frisch (nicht selten Mikroklin-Struktur), teils in tonige und glimmerige Substanzen zersetzt. Ausserdem fanden sich spärliche Andeutungen zersetzter Mg, Fe-haltiger Substanzen. Die Quarzkörnchen selbst sind teils eckig, teils rundlich. Sie liegen infolge des Kontaktzements verhältnismässig dicht aneinander; indessen lassen sich Poren deutlich wahrnehmen.

Der Dünnschliff des Goldbach-Utschendorfer Sandsteins stimmt mit dem des Wünschelburgers im wesentlichen überein. Das schwache,

kieselige Kontaktzement und das spärliche, tonige Bindemittel finden wir auch hier wieder. Die Feldspatindividuen, die sich im Bindemittel vorfinden, sind zum grössten Teil in tonige Substanzen umgewandelt; die Quarzkörnchen sind auch hier zum Teil eckig, zum Teil rund geformt. Die Analyse zeigt entsprechend grosse Ähnlichkeit mit der des Wünschelburger Sandsteins:

Si O ₂	92.49
Al ₂ O ₃	3.89
Fe ₂ O ₃	0.94
Ca O	0.07
Mg O	0.21
K ₂ O	0.72
Na ₂ O	0.94
H ₂ O	0.94
	100.20

Ein wesentlich anderes Resultat liefert dagegen die Untersuchung des Emschersandsteins aus dem Heuscheuergebirge. Die Analyse lautet folgendermassen:

Si O ₂	98.07
Al ₂ O ₃	0.66
Fe ₂ O ₃	0.10
Ca O	0.02
Mg O	0.04
K ₂ O	0.09
Na ₂ O	0.04
H ₂ O	0.50
	99.52

Auffallend an dieser analytischen Untersuchung ist besonders der hohe Kieselsäuregehalt, dessen strukturelle Bedeutung wir jedoch erst aus der mikroskopischen Untersuchung zu erkennen vermögen. Die grösstenteils rundlichen Quarzkörnchen sind von einer starken konzentrischen Schicht von Kieselsäure umgeben, so dass die einzelnen Individuen aufs festeste miteinander verwachsen sind. Die Raumerfüllung ist eine sehr vollständige, so dass die Poren von ungemein geringer Grösse sind. Ein spärlich eisenschüssiges, ebenfalls noch silifiziertes Zement erfüllt die Hohlräume zwischen den einzelnen Quarzkörnchen. In diesem Porenzement finden sich nur selten Feldspatindividuen, etwas häufiger dunkle, aus tonigen Substanzen und Eisenoxyd zusammengesetzte Häufchen, die offenbar das Zersetzungsprodukt des Biotit darstellen. Muskowitblättchen sind spärlich.

Ganz vereinzelt lässt sich Zirkon nachweisen. — Von der ausserordentlichen Härte, welche dem Gestein infolge des ausgeprägten kieseligen Kontaktzements eigen ist, kann man sich vielleicht erst dann einen rechten Begriff machen, wenn man erfährt, dass den Steinbruchsarbeitern z. B. an der Friedrichsgrunder Lehne ein Lohnzuschuss von 150 % gewährt werden muss, um überhaupt nur Arbeitskräfte für dieses Material zu bekommen.

Die Sandsteinkugeln, welche im Wünschelburger Steinbruch uns begegnet waren, finden sich in dem Emschersandstein nicht mehr. Dafür erscheinen neue eigenartige Gebilde, die Sandlöcher, die sich zwar ganz vereinzelt auch schon in den cenomanen Sandsteinen vorfinden (Cihak), im Mittelquader stellenweise bereits in grösserer Anzahl auftreten (im Wünschelburger auffallend selten, häufiger dagegen in Adersbach und Weckelsdorf) und nun schliesslich hier in dem Emscher derartig massenhaft den Sandstein durchsetzen, dass sie für die Modellierung der Felsen von grosser Bedeutung werden. Es sind kugelförmige Hohlräume mit einem Durchmesser von wenigen cm bis zu 1,20 m, die mit lockrem Sande angefüllt sind. In der Farbe und der Form des Kornes weicht dieser Sand meistens nicht ab von dem umschliessenden harten Sandstein. Nur hin und wieder kommt es vor, dass eine Braunfärbung des lockren Sandes eingetreten ist und sich eine eisenhaltige Schicht wie eine Rinde an der Innenwand der Sandlöcher abgesetzt hat.

Diese eigentümlichen Bildungen sind bisher noch keiner eingehenden Untersuchung gewürdigt worden, obwohl sie eine weit verbreitete Eigentümlichkeit der verschiedensten Sandsteine darstellen.

Andrée¹⁾ und Haack²⁾ berichten von derartigen Lochbildungen aus dem Teutoburger Wald-Sandstein, A. v. Koenen³⁾ und Ebert⁴⁾ aus dem mittleren Buntsandstein, und schliesslich hatte Herr Dr. Basedow die Liebenswürdigkeit, mir eine kleine Notiz zu übersenden, in der er von ganz ähnlichen Erscheinungen in tertiären Sandsteinen Südaustraliens berichtet.⁵⁾ Als Entstehungs-

¹⁾ *K. Andrée*: Der Teutoburger Wald bei Iburg. Inaugural-Dissertation, Göttingen 1904, Seite 27 ff.

²⁾ *W. Haack*: Der Teutoburger Wald südlich von Osnabrück. Inaugural-Dissertation, Göttingen 1907, Seite 55 ff.

³⁾ *A. v. Koenen*: Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Preussen, 62. Lfg. Blatt Reinhausen, Seite 6 ff.

⁴⁾ *A. v. Koenen* und *Th. Ebert*: Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Preussen, 62. Lfg. Blatt Waake, Seite 11 ff.

⁵⁾ *H. Basedow*: Note on Tertiary Exposures in the Happy Valley District. Transactions of the Royal Society of South Australia 1904, Seite 250 ff.

ursache für die Anhäufung lockeren Sandes in festem Gestein wird allgemein eine lokale Konzentration, eine Konkretion von verschiedenen leicht zerfallenden Mineralsubstanzen im Bindemittel angenommen, welche vom Sickerwasser in lösliche Substanzen umgewandelt und ausgelaugt werden, so dass dann „masses consisting of uncemented sand-grains“ ¹⁾ übrig bleiben. Derartige Bindemittelsubstanzen können kalkig-dolomitisch sein, können aus Eisenkarbonat oder Kalkkarbonat bestehen oder endlich im wesentlichen von Markasit ²⁾ gebildet werden. Die Entstehungsweise der Sandlöcher ist demnach eng verwandt mit jener von Hirschwald als subkutane Verwitterung beschriebenen Erscheinung ³⁾ und entspricht somit in gewisser Beziehung auch der von Walther ⁴⁾ aus der Wüste geschilderten Verwitterung von innen heraus, welche dort zur Bildung der Hohlblöcke Veranlassung gibt. ⁵⁾ — Um einen Überblick über die Zusammensetzung der lockeren Sandmassen zu erhalten und gleichzeitig Material für weitere Studien dieser interessanten Bildungen zu schaffen, analysierte ich aus drei Sandlöchern je eine Probe des lockeren Sandes und der einschliessenden Wandung. Die Probe I und II entstammen dem Friedersdorfer Sandstein, aus dem auch die Probe des Emschersandsteins herrührt, dessen Analyse wir oben mitgeteilt; die Probe III dagegen entstammt einem Sandloch des Cihaker Sandsteins.

I. Weisser Sand mit ebenfalls heller Wandung (Friedersdorf):

	Lockerer Sand	Wandung
Si O ₂	98.89	98.75
Al ₂ O ₃	0.91	0.82
F ₂ O ₃	0.14	0.16
Ca O	0.03	0.04
Mg O	0.24	0.05
K ₂ O	0.05	0.09
Na ₂ O	0.24	0.11
H ₂ O	0.32	0.41
	<hr/> 100.82	<hr/> 100.44

¹⁾ *Basedow*: a. a. O. Seite 259.

²⁾ *Haack*: a. a. O. Seite 57.

³⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 316.

⁴⁾ *Johannes Walther*: Gesetz der Wüstenbildung, Berlin 1900, Seite 20/21.

⁵⁾ Es liegt nahe, anzunehmen, dass ein Zusammenhang zwischen den Sandsteinkugeln des Wünschelburger Steinbruchs und den Sandlöchern des obersten Heuscheuer-Quaders besteht, dass die Massen lockeren Sandes aus dem Zerfall der Sandsteinkugeln hervorgegangen sind. Trotz emsigen Suchens habe ich indes an keiner einzigen Stelle eine Sandsteinkugel gefunden, bei der der beginnende Zerfall erkennbar gewesen wäre. —

II. Gelblicher Sand und rostbraune Innenkruste (Friedersdorf):

	Lockerer Sand	Wandung
Si O ₂	98.64	92.33
Al ₂ O ₃	0.21	1.16
Fe ₂ O ₃	0.67	4.66
Ca O	0.03	0.02
Mg O	0.01	0.04
K ₂ O	0.11	0.13
Na ₂ O	0.20	0.12
H ₂ O	0.40	1.22
	100.27	99.68

III. Wie I (Cihak):

Si O ₂	89.27	92.15
Al ₂ O ₃ }	7.63	5.20
Fe ₂ O ₃ }		
Ca O	0.21	0.38
Mg O	0.22	0.36
K ₂ O	0.41	0.68
Na ₂ O	1.05	0.69
H ₂ O	1.12	1.04
S O ₃	0.01	0.01
	99.92	100.51

Neben diesen Sandlöchern finden sich an manchen Stellen kugelige Absonderungen, welche sich durch ihre braunrote Färbung sehr lebhaft von dem weissen Sandstein abheben. Sie besitzen ungemein grosse Härte und scheinen Konkretionen von Spateisenstein darzustellen.

Die übrigen Sandsteinablagerungen der Emscher Stufe, vor allem der Kieslingwalder Sandstein, sind von geringerer Bedeutung wegen ihrer unbedeutenden oberflächlichen Verbreitung. Der Kieslingwalder Sandstein ist ein blaugraues, graues oder braungraues Gestein von sehr feinem Korn und zeichnet sich, wie bereits erwähnt, vor allem durch den Reichtum an Glimmerschüppchen aus. Ferner besitzt dieser Sandstein Einlagerungen von Platten und Knollen eines sehr festen, beim Zerschlagen glasig klingenden Gesteins, des sog. „Eisensteins“ der Arbeiter, welcher von Sturm ¹⁾ beschrieben worden ist: „Diese Einlagerungen bestehen aus einem sehr dichten Gefüge von Quarzkörnchen, die durch ein fast tonfreies, etwas kalkiges Bindemittel verkittet werden; die regellos im Gestein verteilten

¹⁾ Sturm: a. a. O. Seite 46.

Knollen und Platten sind der Bearbeitung der Sandsteine ungemein hinderlich, und manche guten Werkstücke müssen beiseite gelegt werden, weil eine unvermutet auftretende Eisensteinknolle der weiteren Bearbeitung des Stückes allzu grosse Schwierigkeiten entgegenstellen würde.“ —

Diesen Erörterungen über die chemische Zusammensetzung der Sandsteine und ihrer mikroskopischen Strukturverhältnisse schliessen sich zweckmässig einige Worte über die chemische Verwitterung an. Werfen wir noch einmal einen Blick beispielsweise auf die Analyse des Emschersandsteins, so erkennen wir ohne Schwierigkeit, dass im Verhältnis zum Quarz, der ja als fast unangreifbar angesehen werden darf, die übrigen Mineralien in verschwindend kleinen Quantitäten sich vorfinden. Ausserdem aber sind sie fast durchgängig selbst die Restprodukte der chemischen Zersetzung primärer Gesteine; sie kommen also für eine weitere chemische Umsetzung kaum mehr in Betracht. Sind im Bindemittel noch unzersetzter Feldspat und Glimmer vorhanden, so wird die chemische Verwitterung auf einer Zersetzung dieser Silikate beruhen. — Endlich ist der chemischen Einwirkung der Pflanzenwelt an dieser Stelle zu gedenken. Die absterbenden Pflanzen liefern durch den eintretenden Fäulnisprozess reichliche Humussubstanz, welche sich aus braunen Ulmin- und schwarzen Huminstoffen zusammensetzt. Letztere entwickeln sich allmählich aus den Ulminstoffen durch Aufnahme von Sauerstoff und unter Abscheidung von Wasser und Kohlensäure. Dieser fortschreitende Oxydationsprozess geschieht aber nur zum kleinsten Teil auf Kosten des Luftsauerstoffes; vielmehr wird die weitaus überwiegende Menge des Sauerstoffes den im Boden oder Gestein vorhandenen Oxyden entnommen. So wird das unlösliche Eisenoxyd des Bindemittels zu Eisenoxydul reduziert, das, mit der gleichzeitig entstandenen Kohlensäure verbunden, leicht in Lösung geht.¹⁾ Bei dem Überschuss an Humussäure bilden sich ausserdem leicht saure humussaure Salze, welche von dem durchsickernden Wasser gelöst und entführt werden. Endlich wird die bei der Vermoderung abgestorbener Vegetabilien entstehende und vom Wasser absorbierte Kohlensäure lösend auf die allerdings nur in geringen Mengen vorhandenen kalkigen Bestandteile der Bindemittelsubstanz einwirken.²⁾

¹⁾ Vergl. hierüber in: Der Acker, eine Folge von 7 Vorträgen, Hamburg 1907. *J. F. Herding*, Entstehung der Bestandteile des Bodens, Seite 10.

²⁾ Nach *F. Rinne*: (Praktische Gesteinskunde, Hannover 1908) lösen 10000 Teile kohlenstofffreien Wassers nur 0,3 Teile ca. CO₂, während kohlenstoffhaltiges Wasser 10—12 Teile aufzunehmen vermag.

Hiermit ist dann aber auch der Kreis der chemischen Veränderungen im wesentlichen erschöpft, und selbst wenn wir zugeben wollen, dass durch die chemische Verwitterung gelegentlich eine Lockerung im Gefüge des Sandsteins eintreten mag, so wird doch die Gesamtwirkung der chemischen Umsetzungen stets nur von untergeordneter Bedeutung für den Zerfall des Sandsteins bleiben.

Die Verwitterung der Sandsteine ist in der Tat fast ausschliesslich mechanischer Natur. Bevor wir jedoch auf diese eingehen, müssen wir zuvor einige wichtige physikalische Eigenschaften der Sandsteine unseres Gebietes behandeln, und zwar sind von diesen für unsere Zwecke vornehmlich drei zu berücksichtigen: die Schichtung der Sandsteine, ihre Zerklüftung und ihre Wasserdurchlässigkeit.

Von den fünf möglichen Arten der Schichtung ¹⁾ finden sich hier hauptsächlich die folgenden vertreten:

1. die Schichtung wird bewirkt durch reichliche Ausscheidung von Bindemittelsubstanz in parallelen Lagen,
2. die Schichtung beruht auf einer Abwechslung der Korngrösse.

Während die letztere Art der Schichtung in den cenomanen Ablagerungen eine wesentliche Rolle spielt, tritt sie bei den Sandsteinen von Adersbach-Weckelsdorf und der Wünschelburger Lehne bereits bedeutend zurück. Für die Emscher-Ablagerungen ist sie überhaupt mehr oder minder belanglos. Die Korngrösse ist bei diesen Sandsteinen im allgemeinen eine äusserst gleichmässige. ²⁾

Parallele Lagen von Bindemittelsubstanz dagegen kann man durchgängig in allen Sandsteinen unseres Gebietes feststellen. Der Abstand dieser Lagen — d. i. die Mächtigkeit der Schichten — ist durchaus ungleichmässig, so dass sich Allgemeines hierüber nicht sagen lässt. Stufenweises Auftreten von Dünnbankigkeit ist bei den cenomanen und turonen Ablagerungen eine nicht seltene Erscheinung. In den Emscher-Ablagerungen dagegen fehlt sie im allgemeinen; hier ist die Mächtigkeit der Schichten durchgängig eine ziemlich grosse, 2—5 m und mehr. — Die Bedeutung der Schichtung für die Verwitterungsvorgänge beruht nun auf der Verschiedenheit in dem Verhalten der eigentlichen Gesteinschichten und der Schichten von Bindemittelsubstanz gegenüber den Witterungsagentien. Und es ist hierbei von geringer Bedeutung, ob wir eine Lage von Bindemittelsubstanz direkt oder eine Schicht gröberen Kornes vor uns haben; in letzterem

¹⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 256/57.

²⁾ Von den Konglomeraten in den obersten Schichten des Kieslingswalder Systems sehen wir im Augenblick ab; sie besitzen nur ganz lokale Bedeutung und können den Habitus der ganzen Stufe kaum beeinflussen.

Falle nämlich erkennt man leicht, dass die grossen Quarzkörner auch einen grossen Zwischenraum zwischen einander haben, dass zu ihrer Verkittung mithin eine grössere Menge von Bindemittelsubstanz angewandt werden musste als in den feinkörnigen Schichten darüber und darunter; auch hier also eine schichtweise Anhäufung der Bindemittelsubstanz. Diese unterscheidet sich nun von dem eigentlichen Gestein sowohl in der chemischen Zusammensetzung wie in ihrem physikalischen Verhalten. Das Bindemittel ist mehr oder weniger verunreinigter Ton; es ist gewöhnlich nur schwach oder überhaupt nicht silifiziert und steht daher, was Festigkeit anbetrifft, weit hinter dem eigentlichen Quarzsandstein zurück. Ausserdem aber übt die Schichtung einen grossen Einfluss auf die Wasserdurchlässigkeit aus. Wie wir unten sehen werden, sind die eigentlichen Gesteinsschichten mehr oder weniger vollkommen wasserdurchlässig, die Zwischenschichten von Bindemittelsubstanz dagegen vermöge ihrer Zusammensetzung aus Ton so gut wie undurchlässig. — In dem Wechsel also von härteren und weicheren Schichten — je nach dem Mangel oder Reichtum an tonigem Bindemittel —, in dem Wechsel von wasserdurchlässigen und -undurchlässigen Schichten erkennen wir den wesentlichen Einfluss der Schichtung ¹⁾.

Senkrecht zur Schichtung durchsetzt nun ein System fast rechtwinklig sich schneidender Klüfte die Kreidesandsteine, und jene eigentümliche Zerspaltung in quaderförmige Bruchstücke verlieh dem Gestein den Namen „Quadersandstein“. Die wiederholt angestellte Messung der Streichrichtung dieser Klüfte, sowohl in dem Felsenlabyrinth der Heuscheuer wie der Wilden Löcher, als auch in den Schluchten der Felsenstädte von Adersbach und Weckelsdorf ergab, dass sie nicht ganz unregelmässig verlaufen, sondern vielmehr zwei Hauptrichtungen bevorzugen, und zwar N 30°—35° O und N 40°—45° W. Die grössten Abweichungen von diesem mittleren Werte betragen etwa 10° ²⁾. Gelegentlich finden sich jedoch, z. B. in Weckelsdorf, aber auch sonst, Klüfte, welche in dieses Schema nicht hineinpassen und annähernd nordsüdlich gerichtet sind. — Die Tiefe, bis zu welcher die Klüfte die Sandsteinschichten zerspaltet haben, ist eine geradezu erstaunliche. In dem Felsenlabyrinth der Heuscheuer schätzte ich

¹⁾ Sehr häufig ist übrigens die an den Sandsteinfelsen deutlich sich abhebende Schichtung Diagonalschichtung.

²⁾ *J. Partsch* hat die Streichrichtung der Klüftung ebenfalls einer Messung unterzogen und gibt (Schlesien, Seite 81) folgende Werte an: N 20°—30° O, N 35° W. Bezüglich der Korrektur für die Deklination bei meinen Messungen vergleiche Seite 99. Anm. 3.

in den Kluftgängen die Höhe der fast senkrechten Felswände stellenweise auf etwa 30—40 m, und dabei betrug die Breite der Spalten unten immer noch 2—5 m, so dass man die Gesamttiefe der Klüfte wohl auf 80 m und mehr schätzen darf.

Für die Entstehung dieser Spalten liegt eine vollkommen befriedigende Erklärung bis jetzt noch nicht vor. Gutbier bespricht die Zerklüftung der Kreidesandsteine der Sächsischen Schweiz ¹⁾ und kommt zu dem Schluss, dass man die Grundursache zu der Zerklüftung in der Zusammenziehung der als Meeressand abgelagerten Massen während des Festerwerdens derselben zu suchen hat. „Die Zusammenziehung, schreibt Gutbier, strebe allerdings ursprünglich danach, kugelförmige Absonderungsflächen herzustellen“, und Gutbier glaubt, diese Kugelform auch an einigen Felsen erkennen zu können; „wo aber die kugelige Zusammenziehung der Massen durch das Anhängen an die Schichtungsebene gestört wurde, da entstanden die senkrecht auf letztere niedersetzenden und sich kreuzenden Spalten, deren Resultat — der Quader — als das reinste Produkt der nur durch Adhäsion beschränkten Attraktion betrachtet werden muss.“ ²⁾

Ohne weiteres lässt sich diese Ansicht nicht von der Hand weisen; ob aber die Zusammenziehung der Sedimente beim Festwerden eine so intensive ist, um ein derartiges Zerbersten der Ablagerungen hervorzurufen, wird entschieden angezweifelt werden dürfen, da ein Beweis hierfür keineswegs erbracht ist. Überdies ist gerade die quaderförmige Zerklüftung der Kreidesandsteine eine so eigenartige, den anderen Sedimentgesteinen mehr oder minder fremde Erscheinung, dass uns die Gutbiersche Hypothese nicht befriedigen kann. Richtig jedoch ist ohne Frage, dass die Klüfte nicht lediglich als Verwitterungserscheinungen gedeutet werden dürfen, wie es hin und wieder geschieht. Sie lassen sich in jedem Steinbruch — auch im frischesten Gestein feststellen, und selbst einer auch nur einigermaßen bedeutungsvollen Erweiterung der Klüfte durch die Verwitterung wird man nicht beipflichten, wenn man in den Kluftgängen z. B. der Heuscheuer die korrespondierenden Sandlöcher an den beiden Felswänden beobachtet hat. Die Ränder dieser Löcher sind so scharf, ihre Durchmesser beiderseits so genau übereinstimmend, dass man fast den Eindruck mitnimmt, die Felsen seien erst vor kurzer Zeit auseinandergeborsten. Wenn hier eine starke Verwitterung an den

¹⁾ A. v. Gutbier: Geognostische Skizzen aus der Sächsischen Schweiz, Leipzig 1858. Seite 27.

²⁾ Gutbier: a. a. O. Seite 29.

senkrechten Quaderwänden genagt hätte, wären diese Löcher wohl kaum mit solcher Schärfe erhalten geblieben.

Die Mehrzahl der Forscher ist heutzutage wohl geneigt, die Zerklüftung auf tektonische Störungen zurückzuführen, wie es auch Hettner für den Quadersandstein der Sächsischen Schweiz ausgesprochen hat ¹⁾. Die starke Zusammenpressung der Sedimente, welche durch ein muldenförmiges Einsinken der Schichten oder eine keilförmige Heraushebung der randlichen Gebirgsmassive hervorgerufen wurde, und die Auslösung dieses gewaltigen Druckes durch die mannigfache Bildung von Verwerfungen müssen in der Tat als die Grundursache der Kluftbildung angesprochen werden. Indes dürften tektonische Bewegungen allein kaum zur Erklärung der Quaderbildung, wie wir sie heute beobachten, genügen. Verfasser hatte wiederholt Gelegenheit, andere Kreideablagerungen, z. B. die von Lähn-Löwenberg zu besuchen. An tektonischen Bewegungen fehlt es hier nicht, vielmehr herrscht ein wahrer Überfluss von Störungslinien vor, und dennoch kann es dem Beobachter nicht entgehen, dass die Zerklüftung bei weitem nicht den Grad erreicht, durch den die Sandsteine des Heuscheuergebirges und von Adersbach-Weckelsdorf ausgezeichnet sind. Und schon wenn man die Zerklüftung bei den einzelnen Sandsteinen unseres Gebietes gegeneinander abwägt, findet man eine deutliche Abstufung, welche uns vielleicht noch auf einen neuen Gesichtspunkt hinweisen kann. — In Cihak und Nesselfleck, wo wir die Kreide in präcretaceischen Becken des Urgebirges abgelagert finden, ist die Zerklüftung minimal. Die cenomanen Ablagerungen von Adersbach-Weckelsdorf weisen quaderförmige Zerklüftung zwar bereits deutlich auf, werden aber bei weitem übertroffen von den im innersten Kern der grossen niederschlesisch-böhmischen Mulde abgelagerten jüngeren Kreidesandsteinen, die aber fast überall nur in einzelnen horstartig stehen gebliebenen Denudationsresten erhalten sind. Wir möchten aus dieser Abstufung den Schluss ziehen, dass die relative Höhenlage und die orographischen Verhältnisse ebenfalls von wesentlichem Einfluss auf die Bildung der Klüfte sind. Durch die tektonischen Bewegungen werden in dem Gestein vertikale Flächen geringerer Kohäsion als schwach ausgeprägte Spalten entstehen; eine Erweiterung dieser Spalten zu grossen Klüften findet jedoch erst dann statt, wenn einzelne Sandsteinpartien, ihres seitlichen Halts durch die Verwitterung und Abtragung beraubt, inselförmig aus der Landschaft emporragen und

¹⁾ A. Hettner: Die Felsbildungen der Sächsischen Schweiz. Geographische Zeitschrift. Bd. 9. 1903.

nummehr die vertikalen Tafeln, gleichsam aufatmend von dem starken seitlichen Druck, unter dem sie bisher gestanden, sich allmählich seitlich zu neigen beginnen. In den Felsenlabyrinthen bietet sich allenthalben Gelegenheit, derartig schräg gestellte Quader zu beobachten (Tafel IV. Abb. 9).

Wenn wir nun zum Schluss unserer einleitenden Betrachtungen über die physikalischen Eigenschaften der Quadersandsteine noch mit einigen Zeilen bei der Wasserdurchlässigkeit verweilen, so erscheint dies deshalb notwendig, weil, wie wir unten sehen werden, gerade die Durchlässigkeit für die mechanische Verwitterung eine überaus bedeutungsvolle Rolle spielt. — Der wichtigste Faktor für die Wasserdurchlässigkeit ist die Aufsaugungsfähigkeit oder „relative Porosität“, wie es Hirschwald nennt ¹⁾, dargestellt etwa durch diejenige Menge Wassers, welche ein bestimmtes Volumen des Gesteins bis zur vollkommenen Sättigung aufzunehmen vermag. Versuche zur zahlenmässigen Bestimmung dieser Grösse hätten sich im Laboratorium unter einigem Zeitaufwand leicht ausführen lassen; wir haben trotzdem davon Abstand genommen, weil gerade diese Laboratoriumsversuche den Verhältnissen in der Natur allzu wenig Rechnung zu tragen vermögen. Wenn sich das Gestein, wie es bei den bisher üblichen Versuchen zur Bestimmung der Durchlässigkeit der Fall ist, zum grössten Teil oder vollkommen im Wasser befindet, dann interessiert das Ergebnis dieser Untersuchung wohl den Techniker, vor allem den Brückenbauer; der Geograph jedoch wird diesem Resultat kein grosses Gewicht beimessen dürfen, da die Verhältnisse bei anstehendem Gestein in den meisten Fällen anders liegen werden. Man könnte allerdings die Methode umändern und etwa auf einen Gesteinswürfel von bestimmter Oberfläche ein bestimmtes Volumen Wasser tropfen lassen und alsdann bestimmen, in welcher Zeit und wieviel ccm Wasser auf der Unterseite wieder austreten. Derartige Methoden sind jedoch unseres Wissens technisch noch nicht ausgearbeitet worden, würden ausserdem den natürlichen Verhältnissen immerhin nur in beschränktem Masse nahe kommen; denn schliesslich spielt, wie Leppla mit Recht betont ²⁾, auch der Neigungswinkel der Schichten eine Rolle. Der Tropfen verwendet bei horizontaler Auffallfläche sein ganzes Gewicht, um in die Tiefe zu dringen, bei einer geneigten nur einen Bruchteil desselben. — Lediglich der Vollständigkeit wegen sei es gestattet, einige nach der alten Methode

¹⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 270.

²⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 234.

gewonnene Werte über die Wasseraufsaugungsfähigkeit von Sandsteinen unseres Gebietes hier anzuführen, welche Leppla in seinen hydrographischen Studien mitteilt ¹⁾. Während frischer fester Gneis nur etwa 0,5 % seines Volumens an Wasser aufzunehmen vermag, ergibt sich für die Sandsteine der Kreideformation ein mittlerer Wert von 4—6 %, und zwar für Kieslingswalder Sandstein (Neu-Waltersdorf) etwa 4 %, für Heuscheuersandstein 3—9 %. — Diese weite Grenze, innerhalb derer die Durchlässigkeit bei den Heuscheuersandsteinen schwankt, wird uns nicht Wunder nehmen, wenn wir dessen eingedenk bleiben, dass die Wasserdurchlässigkeit lediglich von den Strukturverhältnissen abhängt, diese aber, wie wir gesehen, sogar innerhalb der einzelnen Stufen sehr schwankende sind. So werden denn die Erörterungen über die Durchlässigkeit der verschiedenen Quadersandsteine nie Anspruch auf Allgemeingültigkeit machen können, sondern für einzelne Schichtenkomplexe der verschiedenen Stufen sehr wohl modifiziert werden müssen.

Nur mangelhafte Raumerfüllung, das Vorhandensein von Rissen und Poren ermöglicht die Durchlässigkeit des Gesteins. Wo nun, wie wir es bei den cenomanen Sandsteinen gesehen haben, die Zwischenräume zwischen den einzelnen Quarzkörnchen sehr vollkommen durch ein toniges Bindemittel ausgefüllt werden, wird die Wasserdurchlässigkeit naturgemäss relativ unbedeutend sein. Einen höheren Betrag erreicht sie bei dem Kieslingswalder Sandstein, wengleich hier wiederum die horizontal angeordneten Glimmerschüppchen der Wasserzirkulation hemmend in den Weg treten. — Das Maximum der Wasserdurchlässigkeit finden wir schliesslich bei den mittelturonen und Emschersandsteinen.

Nachdem wir nunmehr das Material genau kennen gelernt haben und uns sowohl mit der chemischen Zusammensetzung wie den wichtigsten physikalischen Eigenschaften der Kreidesandsteine bekannt gemacht haben, wenden wir uns jetzt den Verwitterungsvorgängen selbst zu. Die chemische Verwitterung hatten wir bereits oben behandelt. Bei der Betrachtung der mechanischen Verwitterung nun bieten sich uns zwei Wege dar. Zunächst könnte es angebracht erscheinen, dem Vorbilde Hettners zu folgen. Dieser zerlegt die Erscheinung der Verwitterung und Denudation in der Sächsischen Schweiz in solche der Felskanten, in denen sich die wagerechten Oberflächen mit den senkrechten Felswänden schneiden, und in solche der Felswände.²⁾ — Da wir jedoch gedenken, uns zum Schluss

¹⁾ Leppla: a. a. O. Seite 336 ff.

²⁾ Hettner: a. a. O. Seite 612.

unserer Betrachtung die Frage vorzulegen, ob wir die Felsformen und ihre Eigentümlichkeiten ableiten können als ein Produkt der heute zu beobachtenden Verwitterungskräfte, oder ob es eventuell notwendig erscheint, andere klimatische Bedingungen zur Erklärung ihrer Entstehung anzunehmen, so möchte es uns kaum zweckmässig dünken, die Hettner'sche — man möchte sagen lokale — Methode anzuwenden. Wir werden vielmehr uns bemühen, die heute wirksamen Faktoren in ihren Effekten einzeln genau zu studieren und nacheinander die verschiedenen Verwitterungsagentien und ihre Wirkungen auf das Gestein zu verfolgen.

In niederen Breiten mag sich die starke solare Erhitzung des Gesteins während des Tages und die ebenso intensive Wärmeabstrahlung in der Nacht, mag sich dieser schroffe Temperaturwechsel in einer Zerstörung des Gesteins unmittelbar äussern, wie es von Wüstenreisenden wiederholt beschrieben worden ist.¹⁾ In unseren Breiten jedoch ist die tägliche Temperaturschwankung bei den heutigen klimatischen Verhältnissen keine so erhebliche, als dass man ihren Einfluss auf das Gestein irgendwie beobachten könnte. Erst in Verbindung mit dem Wasser — also mittelbar — haben wir eine Einwirkung des täglichen Temperaturwechsels zu verzeichnen. — Die Wirkung des Frostes lernen wir in jedem Handbuch so ausführlich kennen, dass wir über das Allgemeine dieses Phänomens kurz hinweg gehen können, um uns den speziellen Beobachtungen zuzuwenden; es kann im übrigen nur immer wieder auf die vorzüglichen Ausführungen Hirschwalds hingewiesen werden.²⁾ Die notwendige Vorbedingung für eine Einwirkung des Frostes auf den Sandstein ist ein bestimmter Grad der Wassererfüllung der Gesteinsporen; denn „es ist ohne weiteres klar, dass die mechanische Kraft des in den Hohlräumen des Gesteins gefrierenden Wassers nur dann auf die umschliessenden Porenwandungen einzuwirken vermag, wenn das Wasser im Moment des Gefrierens keinen genügenden Raum zu seiner freien Ausdehnung findet.“³⁾ Nach unseren obigen Ausführungen über die Strukturverhältnisse der Kreidesandsteine wird es uns nicht wundernehmen, wenn wir feststellen müssen, dass wir intensive Frostwirkung vor allem an den mit Basalzement ausgestatteten cenomanen Ablagerungen und an dem verhältnismässig stark porösen mittel-turonen Quadersandstein beobachten können, wo hingegen die Emscher-

¹⁾ In neuester Zeit von *L. Schultze*: Aus Namaland und Kalahari, Jena 1907. Seite 67 ff.

²⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 36 ff.

³⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 36.

sandsteine der Heuscheuer durch ihr starkes kieseliges Kontaktzement gegen die zersprengende Wirkung des Frostes gefeit zu sein scheinen. In dem Wünschelburger Steinbruch (mittelturoner Quader) ist man gezwungen, besondere Massnahmen zu treffen, um das Gesteinsmaterial vor der Einwirkung des Frostes zu schützen. Man deckt hier die im Spätherbst gebrochenen, von Bergwasser erfüllten Werkstücke während des Winters ein, da sie andernfalls durch das in den Poren angesammelte und gefrierende Wasser zum „Zerfrieren“¹⁾ gebracht werden würden. Derartige Vorsichtsmassregeln sind in den Steinbrüchen an der Friedrichsgrunder Lehne (Emscher) vollkommen unnötig. Man erkennt hieraus den innigen Zusammenhang, welcher zwischen der strukturellen Eigenart der Gesteine einerseits und der Frostwirkung auf der anderen Seite besteht.

In welcher Weise wirkt nun aber der Frost auf das Gestein ein? Bei einem mehrwöchigen Aufenthalt im Gelände während des Winters 1907/08 hatte Verfasser Gelegenheit, durch fortgesetzte Beobachtungen an Ort und Stelle sich ein Urteil hierüber bilden zu können. — In den cenomanen Ablagerungen besteht die vorherrschende Verwitterungsform, welche durch den Frost bedingt wird, in einem Absanden der Gesteinsoberfläche. Das reichlich vorhandene tonige Bindemittel saugt die Feuchtigkeit, welche die atmosphärischen Niederschläge bzw. deren Schmelzwässer liefern, begierig auf. Beim Gefrieren aber wirkt nun jedes Eiskriställchen wie ein Keil, der zwischen die einzelnen Quarzkörner hineingetrieben wurde, und da kein Kontaktzement vorhanden ist, welches durch seine Festigkeit dem Froste entgegenwirken könnte, so gelingt es diesen kleinen Keilen leicht, die Quarzkörnchen auseinanderzusprengen. Staubartige Sandschichten, welche die cenomanen Felsen und Gesteinstrümmer sehr häufig konzentrisch umlagern und sich aufs deutlichste von der weissen Schneedecke abheben, geben ein überaus anschauliches Bild von der Wirkung des Frostes. Eine Berührung der Gesteinsoberfläche zeigte, dass in der Tat eine energische Auflockerung stattgefunden hatte; ein blosses Herüberfahren mit dem Hammer bewirkte ein reichliches Abfallen der Quarzkörnchen ganz im Gegensatz zu der beträchtlichen Widerstandsfähigkeit des Gesteins im Sommer. Indes hatte dieses Absanden auf die Festigkeit des Gesteins im ganzen wenig oder gar keinen Einfluss. Es handelt sich lediglich um eine Auflockerung der Oberfläche bis zu einer geringen Tiefe (etwa $\frac{1}{2}$ cm).

¹⁾ Ausdruck der Steinbruchsarbeiter.

Wenn es nicht gelungen ist, dieselbe Art der Frostwirkung in dem Mittelquader der Wünschelburger Lehne und in Adersbach-Weckelsdorf nachzuweisen, so wird dies seinen Grund offenbar in dem Vorhandensein des wenn auch schwachen, so doch deutlich wahrnehmbaren kieseligen Kontaktzements haben, welches durch intensive Kornbindung imstande ist, die Frostwirkung zu paralysieren. Als ich das Gelände im Winter besuchte, habe ich jeden Felsen, an dem ich vorbeikam, eifrigst beobachtet, um eventuelle Veränderungen durch den Spaltenfrost festzustellen. Allein die weisse Schneedecke, die wochenlang die Felsen umlagerte, zeigte in keinem einzigen Falle abgesprengte Quarzkörnchen. Und als ich im Frühjahr dieselben Stellen wieder aufsuchte, war rings um die Felsen herum von abgesprengten Gesteinsteilchen nicht das mindeste wahrzunehmen. Die täglichen Temperaturschwankungen sind offenbar in unserem jetzigen Klima nicht excessiv genug, um die Festigkeit der Gesteine zu überwinden und ein Absanden zu erzeugen. Dafür bewirkt andererseits die relativ starke Porosität dieser Gesteine, dass der Frost sich in einer weitaus gefährlicheren Form äussert. Die Feuchtigkeit sickert tief in das Gestein hinein, gefriert in der Nacht, taut zum grossen Teil während des Tages wieder auf, um gegen Abend wiederum zu erstarren. Bei diesem Prozess bewirken die vielen kleinen Keile, als welche wir die in den Poren des Gesteins erstarrenden Feuchtigkeitsteilchen kennen gelernt haben, durch immer wieder einsetzende Minierarbeit eine derartig intensive strukturelle Auflockerung, dass das Gestein, ohne dass da eine Veränderung der äusseren Form wahrzunehmen wäre, durch und durch mürbe wird und ein Hammerschlag den scheinbar so brauchbaren Gesteinsblock in einen Grus von Quarzkörnchen zerfallen lässt. Derartig „zerfrorene“ Blöcke konnten in grosser Anzahl in Adersbach-Weckelsdorf und auch an der Wünschelburger Lehne nachgewiesen werden. Auffallend ist, dass dieser Zerstörungsprozess an anstehendem Gestein nicht zu beobachten ist,¹⁾ sondern es sich stets um Geröllblöcke des Schutthanges handelt. Ob dies seinen Grund darin hat, dass die strukturelle Festigkeit der Trümmerblöcke durch ihren Absturz von der Felswand bereits stark erschüttert wurde oder die fehlende Bedeckung mit Erdreich und Vegetation, sowie die im Verhältnis zum Volumen grössere Oberfläche der Gehängeblöcke die Einwirkung des Frostes hier begünstigt, vermag ich nicht zu entscheiden.

¹⁾ Im Wünschelburger Steinbruch wurde mir z. B. mitgeteilt, dass an den noch ungebrochenen Felsen nie ein »Zerfrieren« beobachtet sei, »weil es im Felsen stets wärmer sei und der Frost nicht soweit hineinkäme«.

Ganz besondere Erscheinungen treten dann ein, wenn das Gestein von Schlieren durchzogen wird. Diese braungefärbten, besonders eisen-schüssigen Bänder müssen offenbar ein sehr grosses Wasserfangungsvermögen besitzen, so dass sich in ihnen das Wasser reichlicher ansammelt als in dem umgebenden Gestein und beim Gefrieren sich derartig ausdehnt, dass der Felsen längs dieser Schliere zerplatzt. Ist das Gefüge des Felsens noch zu fest, um ein völliges Zersprengen längs der Eisenschliere zu gestatten, so treten mannigfache, meistens radiär gestaltete Risse und Sprünge in dem Gestein auf. Jene Stellen aber, an denen ein Felsblock in dieser Weise auseinandergeborsten ist, bieten nun dem Frost und den übrigen Verwitterungskräften naturgemäss neue Angriffspunkte, so dass auch hier schliesslich ein völliger Zerfall erreicht wird.

Schalten wir nunmehr den Wechsel im Aggregatzustand, welcher bisher das wesentlichste Moment darstellte, aus, und betrachten wir, welche Einwirkung auf das Gestein die atmosphärischen Niederschläge im flüssigen Zustande ausüben. Wir werden auch hier von der Porosität der Sandsteine, der Wasserdurchlässigkeit, auszugehen haben; denn sie ermöglicht dem auffallenden Regentropfen, in das Gestein hineinzudringen. Die Feuchtigkeit folgt nun den Gesteinsporen und sickert infolge der Schwerkraft in die Tiefe. Hierbei wird einmal, sofern das Wasser die nötigen chemischen Eigenschaften besitzt, eine Lösung einiger Mineralien vorsichgehen,¹⁾ vor allem aber wird das Wasser das Bindemittel allmählich aufweichen und durch fortgesetzte Wiederholung des Sickerprozesses die aufgeweichte Bindemittelsubstanz rein mechanisch ausschlämmen. Zweifelsohne wird die Festigkeit der Sandsteine hierdurch sehr wohl leiden; trotzdem aber steht die zerstörende Wirkung des Sickerwassers hinter der des Frostes bedeutend zurück, besonders wenn ein stark ausgeprägtes Kontaktzement vorhanden ist, welches auch nach Ausschlämmung des Porenfüllmittels die einzelnen Körner noch sehr fest aneinanderbindet. Es fehlt dem Sickerwasser im Vergleich zur Frostverwitterung die treibende Kraft im buchstäblichsten Sinne des Wortes, nämlich die zersprengende Wirkung des sich beim Gefrieren ausdehnenden Wassers. — Ist jedoch der Sandstein längere Zeit intensiver Wasserdurchtränkung ausgesetzt, vor allem als Geröll in den Bächen, so addiert sich auch hier die Wirkung des Wassers zu einer beträchtlichen Grösse, und der Sandstein wird so mürbe, dass er vollkommen zerfällt, sobald sich ihm fester Widerstand entgegenstellt.

¹⁾ Vergl. unsere Ausführungen über die chemische Verwitterung auf Seite 117.

Wie so oft, hat auch hier die Bevölkerung einen überaus treffenden Ausdruck für das allmähliche Mürbewerden des Sandsteins im Wasser geprägt, wenn sie von dem „Verfaulen“ des Sandsteins im Wasser spricht, das ihn daher zum Brückenbau nicht besonders geeignet erscheinen lässt.

Die atmosphärischen Niederschläge befeuchten natürlich auch die Aussenwände der Felsen, und es ist infolgedessen leicht einzusehen, dass hierdurch eine schwache oberflächliche Auflockerung bewirkt werden kann. Von praktischer Bedeutung ist dieser Prozess jedoch keineswegs. Ein Absanden findet infolge des oben erwähnten Mangels einer sprengenden Kraft im allgemeinen nicht statt; dagegen ist es durchaus wahrscheinlich, dass es dem Winde durch diese Auflockerung erleichtert werden mag, einzelne Quarzkörnchen von dem Gestein abzublasen.

Bemüht man sich, den Verlauf des Sickerprozesses in seinen einzelnen Stadien genau zu verfolgen, so stösst man bald auf die Einwirkung eines Strukturelementes, der Schichtung, die wir aus diesem Grunde oben in etwas breiterer Form behandelt haben. Das durch den Felsen hindurchsickernde Wasser gelangt nämlich nach längerem oder kürzerem Wege, je nach der Mächtigkeit der Schichten, auf eine Lage toniger, wasserundurchlässiger Bindemittelsubstanz, welche dem weiteren vertikalen Eindringen der Feuchtigkeit ein Ende bereitet. Der Druck aber des von oben beständig nachsickernden Wassers zwingt nun die auf der undurchlässigen Schicht sich ansammelnde Feuchtigkeit, sich einen Weg nach aussen zu bahnen. Jeder, auch der feinste Kapillarweg wird nun benutzt, um die Aussenwand zu gewinnen. Nicht nur an den Schichtenfugen, sondern über einen grossen Teil der Felswand verteilt, erscheinen die winzigen Wasserkügelchen, wie Diamanten in der Sonne glitzernd, an der Aussenfläche. Nach meinen Beobachtungen — und ich habe diesem Punkte ganz besondere Sorgfalt zugewandt — überwiegt das Ausschwitzen des Sickerwassers an den Aussenwänden durchaus über das Hervorsickern an den Schichtenfugen, denn ich habe wohl viele feuchte Felswände wahrnehmen können, an keiner einzigen Stelle aber trat das Sickerwasser nur an den Schichtenfugen zutage. Und die langen Eiszapfen, welche häufig an überhängenden Felsen zu beobachten sind, entstehen nach meinen Wahrnehmungen keinesfalls allein aus dem an Schichtenfugen austretenden Sickerwasser, sondern in der Mehrzahl der Fälle aus den Schmelzwässern der Schneekappe, welche die Felsen krönt; allenthalben sieht man dieses Schmelzwasser zur Mittagszeit an der Aussenseite der Felsen herablaufen.

Durch lang fortgesetzte Wirkung wird die auf der tonigen Zwischenschicht entlang gleitende Feuchtigkeit beginnen, erodierend auf diese einzuwirken. So wird die erweichte Bindemittelsubstanz nach und nach von dem Wasser nach aussen entführt, und aus dem mühseligen, lang andauernden Kampf geht schliesslich das Sickerwasser als Sieger hervor: die störende Zwischenschicht ist zum grössten Teil oder vollständig abgetragen; das Wasser kann in vertikaler Richtung weiter in den Felsen eindringen, bis es in der nächstfolgenden undurchlässigen Schicht einen neuen Gegner findet. So geht es fort, bis schliesslich der Sandstein an einzelnen Stellen in seiner ganzen Mächtigkeit vom Sickerwasser erobert ist. Und nun sammeln sich die vielen und jetzt rascher hindurchsickernden Niederschläge erst an denjenigen Stellen, wo ein anderes Material, der undurchlässige Pläner, den Sandstein unterlagert, und an der Grenze dieser beiden Ablagerungen treten die Wässer in Form von Quellen zutage. Sämtliche vom Verfasser besuchten Quellen des Gebietes finden sich in der Tat an einer solchen Grenze und sind somit als Schichtquellen zu bezeichnen. — Dass die Quellwässer auf ihrem Wege durch die Sandsteine recht wohl zerstörend einwirken, und zwar sowohl chemisch wie mechanisch, ersehen wir mit besonderer Deutlichkeit aus den Mitteilungen A. Schwagers,¹⁾ welcher die Kreidewässer als besonders rückstands- und zwar vor allem kalkreich bezeichnet im Gegensatz zu den Gneiswässern. Fast alle Quellen, welche in dem Gebiet der Kreideformation entspringen, weisen einen Kalkgehalt von mehr als 10 mg pro Liter auf,²⁾ und bei der Analyse eines Quellwassers, welches 1,5 km nordwestlich von Alt-Heide hervorsprudelt, fand Schwager in einem Liter 159 mg Rückstand, wovon nicht weniger als 77,7 mg kohlensaurer Kalk waren, welcher allerdings zum Teil wohl auch dem Pläner entzogen sein mag.

Das Heraustreten des Sickerwassers ist vor allem von Bedeutung für die Besiedelung der Felsen mit pflanzlichen Organismen, welche nun ebenfalls an der Zerstörung des Sandsteins mitarbeiten. Die ersten Ansiedler pflanzlicher Natur gehören offenbar zu der Gruppe der Algen. Sie überziehen den Felsen mit einer dünnen Schicht einer hellgrünen, bisweilen auch dunkler gefärbten, gallertig-schleimigen Masse, deren Hauptverbreitungsgebiet gerade die feuchtesten Stellen sind (die feuchten Wände auf dem Heuscheuergipfel), und liefern ihrerseits wiederum ein geeignetes, nährstoffreiches Substrat für die Keimung von Moos- und Farnsporen. Die feinen Hyphenfäden der Flechten und Moose

¹⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 347.

²⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 349 ff.

Mitteilungen XXIV.

aber führen nun bei ihrem Eindringen in das Gestein eine förmliche Minierarbeit aus; sie drängen sich mühsam zwischen den Quarzkörnchen hindurch, umstricken diese schliesslich und führen auf diese Weise eine Lockerung herbei. Das Resultat dieser pflanzlichen Zerstörer ist stets ein deutlich wahrnehmbarer Substanzverlust, wie man besonders nach dem Abfallen der Moospolster beobachten kann; ein mehr oder weniger tiefes Grübchen mit uneben ausgenagtem Grunde.¹⁾ Durch die Schaffung dieser Unebenheiten auf den Felswänden aber fördert die Pflanzenwelt ausserdem mittelbar die Zerstörung des Gesteins, indem hierdurch das Abfließen der atmosphärischen Niederschläge verzögert wird, was wiederum eine stärkere Erweichung des Bindemittels, eine intensivere Wirkung des Frostes zur Folge hat.

Was wir bei den niederen Pflanzen im kleinen gesehen haben, vollzieht sich im grossen bei den Tannen und Fichten, welche gerade im Gebiet des Quadersandstein äusserst intensiv geflanzt werden, da das Verwitterungsprodukt — ein mehr oder weniger reiner Quarzsand — den Anbau von Feldfrüchten nicht gestattet. Die Wurzeln folgen den Rissen und Spalten des Gesteins, nehmen dann aber im Verlauf ihres Wachstums an Grösse so zu, dass der verfügbare Raum zu ihrer Ausdehnung nicht mehr genügt; nunmehr wird ein starker zersprengender Druck auf das Gestein ausgeübt, welchem dieses nicht selten nachgeben muss. An der Friedrichsgrunder Lehne, aber auch auf dem Gipfel der Heuscheuer, sowie in Adersbach und Weckelsdorf finden sich derartige durch Baumwurzeln auseinandergetriebene Felsblöcke in grosser Zahl.

Im ganzen genommen scheint, wie wir sehen, die Pflanzenwelt nur relativ geringe Bedeutung für die Verwitterung der Quadersandsteine zu besitzen. In Wirklichkeit jedoch sind jene dichten Schonungen und Wälder, welche sich, wie bereits mehrfach betont, gerade im Verbreitungsgebiet des Sandsteins vorfinden, sowie die filzartig verwachsenen Moose und die Gräser von der allergrössten Bedeutung; denn das dichte Pflanzenkleid ist es, welches den bei allen Verwitterungsvorgängen reichlich entstehenden Sand an den Boden bindet und auf diese Weise die Winderosion lahm legt oder überhaupt unmöglich macht, welche ohne diese Pflanzendecke zweifellos den Felsen in überaus intensiver Weise bearbeiten würde. An Stellen, wo jene Vegetation vollkommen fehlt, kann und wird aber auch selbst in unserem feuchten deutschen Klima der Wind seine zerstörende Tätigkeit entfalten. Dies beweist uns zunächst die

¹⁾ *Hirschwald*: a. a. O. Seite 270/71.

Beobachtung Futterers¹⁾ über Windkorrasion am Heidelberger Schlossturm,²⁾ wo der durch mehrere Öffnungen eindringende Luftstrom Wirbel bildet und dabei mit Hülfe der von der Verwitterung erzeugten und mit fortgerissenen Sandkörnchen bis zu 15 cm tiefe Löcher ausgehört hat. — Aber wir brauchen nicht einmal in die Ferne zu schweifen; in unserem Gebiet selbst bietet sich mannigfache Gelegenheit, den Wind und seine Einwirkung auf das Gestein zu beobachten. Jeder, der wie Verfasser öfter Gelegenheit gehabt hat, zur Zeit eines Sturmes in der Nähe einer der vielen Steinbrüche unseres Gebietes zu weilen, wird am eigenen Körper verspürt haben, wie der Wind die lockeren Quarzkörner der grossen, jeder Vegetation baren Schutthalden aufwirbelt und mit sich fortreisst, um nun mit ungemeiner Heftigkeit jedes sich ihm entgegenstellende Hindernis zu bepeitschen. In einem Steinbruch war beim Absprengen einer Felswand kurz vor Einsetzen eines starken Sturmes eine Reihe von Sandlöchern blossgelegt worden, und es war nun ein überaus lehrreiches Schauspiel zu beobachten, mit welcher Kraft der Wind gegen die Felsen raste, die lockeren Quarzkörnchen der Sandlöcher erfasste und sich gleichsam hineinfrass und solange in diesen mit Sand gefüllten Hohlräumen herumwirbelte, bis auch das letzte Körnchen ergriffen und fortgeführt war. Nach Abflauen des Windes konnte ich diese Löcher genauer studieren, die zuvor mit einer zwar mürben, aber doch durchaus kompakten Sandmasse ausgefüllt gewesen waren. Sie waren wie ausgefegt; nicht ein einziges lockeres Quarzkörnchen war zu entdecken.

Gelegenheit, sich mit Sand zu beladen, findet nun aber der Wind keineswegs allein in den Steinbrüchen, in den mit Pflanzen so gut wie gar nicht besiedelten Schutthalden; Windbruch und Entwurzelung sind in den Wäldern unseres Gebiets, besonders in den Bezirken der Kgl. Oberförsterei Karlsberg eine, man kann nur sagen traurig häufige Erscheinung, der jährlich eine beträchtliche Zahl von Stämmen zum Opfer fällt.³⁾ Und so findet der Wind auch hier in den Wurzelballen der aus dem Boden gerissenen Bäume allenthalben Sand genug, um sich mit Quarzkörnchen anreichern zu können. Auch von den Aussenwänden der Felsen wird es gelingen, durch Frostwirkung oder

¹⁾ *K. Futterer* in den: Mitteilungen der Grossherzl. Badischen Geologischen Landesanstalt, Heidelberg 1899, Seite 478 ff.

²⁾ Es handelt sich um einen Gang des 1533 erbauten und 1689 von den Franzosen gesprengten Theaterturms.

³⁾ Die Enge der Waldwege und die Lockerheit des Sandbodens tragen offenbar hieran die Hauptschuld.

ständige Befeuchtung durch atmosphärische Niederschläge gelockerte Quarzkörner abzublasen. Und trotzdem ist es nicht angebracht zu behaupten, dass dem Winde in unserem Gebiet eine allgemeine modellierende Wirkung zukommt; denn die Korrasion besteht nicht im Aufwirbeln, nicht in einem gelegentlichen Abblasen von Sandkörnchen, sondern sie hat einen allgemeinen Transport der mitgerissenen Körnchen zur Voraussetzung; der Wind muss grössere Strecken überwehen können, ohne durch fortgesetzte Hindernisse an dem Mitführen von Quarzkörnchen gehindert zu werden; er muss erst durch andauernde grosse Geschwindigkeit den Sandkörnern jene kinetische Energie verleihen, die wir als Grundlage intensiver Korrasion ansehen müssen; und unter den heutigen klimatischen Bedingungen und der damit zusammenhängenden Vegetation kann der Wind in unserem Gebiet sich nicht mehr derartig mit Sand beladen und diesen auf grössere Entfernungen mit sich führen. Allenthalben stellt sich ihm ein Strauch oder ein Baum oder gar zusammenhängende Waldgebiete entgegen, die einerseits hemmend auf seine Geschwindigkeit einwirken und ihn vor allem gleichsam aufs sorgfältigste filtrieren und die eventuell mitgerissenen Quarzteilchen zum Niederfallen bringen. Ich habe an demselben Tage, an dem ich in dem eigentlichen Steinbruch den Sandsturm beobachten konnte, festzustellen versucht, wie weit der heftige Ostwind die Staub- und Sandteilchen, die er in dem Steinbruch und auf den Halden aufgewirbelt hatte, transportieren würde. Ich ging zu diesem Zwecke in der Richtung des starken Windes bis zu derjenigen Stelle, wo das Gebiet des Steinbruches an den Wald angrenzt. Hier drehte ich mich noch einmal um; der Sandsturm war noch immer überaus lästig. Kaum vermochte ich, mit geöffneten Augen dem Winde entgegzusehen; die feinen Sand- und Staubteilchen, die auf das Gesicht aufprallten, riefen ein empfindliches, prickelndes Gefühl hervor. Nunmehr ging ich in den Wald hinein, und schon nach etwa 5 m verspürte ich von mitgerissenen Staub- oder Sandteilchen nicht das Geringste mehr, während ich im Steinbruch noch immer jene grauen Sandwolken aufsteigen sah. Auf diese kurze Entfernung also hatte der allerdings dichte Waldbestand die mitgerissenen Teilchen fast sämtlich zum Abfallen gebracht. — Ich habe, um ganz sicher zu gehen, an stürmischen, aber trockenen Herbsttagen die Felsenlabyrinth der Heuscheuer und der Wilden Löcher aufgesucht, um zu sehen, ob hier vielleicht eine Windkorrasion sich entfalten könnte. Ich habe nie Sandstürme in den verzwickten Felsgängen wahrnehmen können, und auch die Führer konnten mir trotz wiederholten Befragens von solchen nicht berichten.

Auf Grund dieser Beobachtungen möchte ich den Wahrnehmungen Becks über die korradiierende Wirkung des Windes in der Sächsischen Schweiz¹⁾ nicht allzuviel allgemeine Bedeutung beilegen. Eine eingehende Kritik zu üben, muss ich mir allerdings versagen, da ich Becks Beweisobjekte nicht an Ort und Stelle nachprüfen konnte. Flugsandanhäufungen und eigentümliche Felsformen, vor allem anscheinend vom Winde korradierte Glasscherben haben Beck zu der Überzeugung geführt, dass in der Sächsischen Schweiz auch unter den heutigen klimatischen Bedingungen eine Windkorrasion festzustellen sei. In einigen Punkten scheint Beck in der Tat recht zu haben, vor allem, wenn er jene wagerechten Leisten und Hohlkehlen an den vertikalen Felswänden als Korrasionserscheinungen deutet; dass aber rezente Korrasion diese Formen geschaffen haben soll, erscheint mir nicht bewiesen. Die mattgeschliffenen Glasscherben wären für diesen Punkt wohl von ausschlaggebender Bedeutung, und gerade hier kommen mir immer wieder Bedenken. Ohne Frage mussten die Scherben doch eine Reihe von Jahren und sogar in annähernd derselben Stelle an ihrem Fundpunkt gelegen haben, ehe „sie an den Seiten mattgeschliffen erschienen und ihre ursprünglich scharfen Bruchkanten oft deutliche Abrundung erkennen liessen.“²⁾ Sollte dies aber bei einem so lebhaft besuchten Ausflugsort, wie es das Schrammtor ist, möglich sein? Ist nicht etwa die Eau de Cologne-Flasche, auf die sich Beck besonders stützt, vielleicht zufällig schon vorher durch Berührung mit einer ätzenden Flüssigkeit matt gefärbt worden? So beachtenswert die Wahrnehmungen Becks zweifellos sind, erscheint eine sorgsame Nachprüfung doch überaus notwendig. In dem Gebiet der böhmisch-schlesischen Kreideformation ist jedenfalls trotz eifrigen Nachspürens von einer rezenten Windkorrasion nichts festzustellen. Selbst an den Glasscheiben des kleinen Aufseherhäuschens im Steinbruch an der Friedrichsgrunder Lehne, wo ich doch selbst Sandstürme beobachtet habe, konnte von einem auch nur irgendwie wahrnehmbaren Mattgeschliffensein des Glases keine Rede sein, obwohl die Scheiben schon mehrere Jahre der Witterung ausgesetzt sind und das vollkommene Fehlen von Vegetation einerseits, der Reichtum an Staub und Sand andererseits einer rezenten Korrasion die günstigsten Bedingungen liefern würden. — An den Fensterscheiben

¹⁾ *R. Beck*: Über die korradiierende Wirkung des Windes im Gebiete des Quadersandsteins der Sächsischen Schweiz. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 1894, Seite 537 ff.

²⁾ *Beck*: a. a. O. Seite 540.

des Wirtshauses auf dem Heuscheuergipfel war gleichfalls nicht die geringste Mattfärbung festzustellen. —

Überblicken wir jetzt noch einmal alle Beobachtungen, welche wir im Gelände über die Verwitterung der Quadersandsteine anstellen konnten, so gelangen wir selbst bei eingehendster Würdigung der Zeit als geologischen Faktor zu der Überzeugung, dass die Verwitterung der Quaderfelsen in unserer Periode eine minimale ist, und der Grund hierfür liegt klar auf der Hand: die Quadersandsteine verwittern lediglich mechanisch, die klimatischen Bedingungen aber sind viel zu wenig excessiv, um einen beträchtlichen Zerfall der Gesteine hervorzurufen.

b. Wir wenden uns nunmehr der zweiten Gruppe von Gesteinen zu, welche wir in unserem Gebiet antreffen, und welche wir in den einleitenden Worten als plänerartige Gesteine zusammengefasst hatten. Die Gesteine dieser Gruppe, der Plänersandstein sowohl wie der Kieslingswalder Ton und auch der Pläner selbst, müssen als mehr oder weniger verunreinigte Sandsteine bezeichnet werden, und zwar ist die Beimengung entweder toniger oder kalkiger Natur. In unverwittertem Zustande sind sie alle von blauschwarzer oder blaugrauer Farbe, welche aber je nach dem Grade der Verwitterung in eine mehr graue oder bräunliche Färbung übergeht. Nach der Klassifikation Hirschwalds¹⁾ müsste der Pläner seines hohen Gehaltes an Kieselsäure wegen als Kalksandstein bezeichnet werden, denn die chemische Analyse z. B. des Pläners von Karlsberg lieferte folgendes Ergebnis:

SiO ₂	58.64
Al ₂ O ₃	6.30
Fe ₂ O ₃	4.93
CaO	11.43
MgO	2.37
K ₂ O	0.75
Na ₂ O	1.93
H ₂ O	3.67
CO ₂	9.66
SO ₃	0.15
	99.83

¹⁾ *Hirschwald: a. a. O. Seite 483.*

Im Dünnschliff¹⁾ erscheint der Pläner als eine tonig-kalkige Masse, in welcher sich eine grössere Anzahl von Quarzkörnchen befindet. Feldspat konnte in nennenswerter Menge nicht wahrgenommen werden. Dagegen treten deutlich kleine Eisenerzkörnchen in nicht geringer Anzahl hervor. Ganz untergeordnet finden sich stark zersetzte Reste von Biotitblättchen und vereinzelt Apatit- und Zirkonlamellen.

Die chemische Zusammensetzung übt hier bei den plänerartigen Gesteinen einen ungleich grösseren Einfluss auch auf die strukturellen Verhältnisse und die Verwitterung des Gesteins aus als bei den Sandsteinen. Die mit Quarzkörnchen vermengte, tonig-kalkige Masse des Pläners zeigt sehr vollkommene Raumerfüllung, und die bedeutende Menge von Ton nimmt dem Gestein die Möglichkeit, viel Wasser aufzunehmen, so dass die plänerartigen Gesteine im Gegensatz zu den Sandsteinen als wasserundurchlässig bezeichnet werden müssen. Am stärksten ist diese Eigenschaft nach Leppla²⁾ bei dem Kieslingwalder Ton ausgeprägt. — Ausserdem möchte es uns scheinen, als wenn die oben erwähnte Beimengung von Eisenerzkörnchen für den Pläner von grosser Bedeutung ist. Seine Härte wird zweifelsohne durch die Anwesenheit dieser Körnchen sehr günstig beeinflusst, und nicht minder ist diese Beimengung für die Verwitterung von Bedeutung. Denn wenn wir uns die Frage vorlegen, welche chemischen Umwandlungen in einem derartig zusammengesetzten Gestein vorschickgehen können, so wird es im wesentlichen auf die Zersetzung der Eisenerzkörnchen hinauskommen; nebenbei wird natürlich eine partielle oder vollständige Auflösung des Kalkes vorschickgehen.

Eine Probe von stark verwittertem Pläner des Karlsberger Plateaus zeigte bei der chemischen Analyse folgende Zusammensetzung:

SiO ₂	63.62
Al ₂ O ₃	7.47
Fe ₂ O ₃	5.79
CaO	7.66
MgO	1.23
K ₂ O	0.76
Na ₂ O	1.50
H ₂ O	5.21
CO ₂	6.40
SO ₃	0.01
	99.65

¹⁾ Die schwierigen mikroskopischen Untersuchungen des Plänergesteins übernahm in überaus liebenswürdiger Weise Herr Professor Dr. *Milch* in Greifswald, dem ich auch an dieser Stelle meinen ergebensten Dank aussprechen möchte.

²⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 335.

Im Dünnschliff unterschied sich der verwitterte Pläner wenig von dem frischen Gestein. Deutlich wahrnehmbar war vor allem die fast vollständige Umwandlung des Eisenerzes in Eisenoxydhydrat. Ausserdem war eine Anreicherung an organischen Resten zu erkennen. Die chemische Auflösung des Kalkes und vor allem die Umwandlung der Eisenerzkörnchen in lösliches Eisenoxydhydrat wird zweifellos der Grund für das bei der Verwitterung sich einstellende allmähliche Mürbewerden des Gesteins sein, und das Eisenoxydhydrat wird dem Gestein jene bräunliche Farbe verleihen, welche als Vorbote des beginnenden Zerfalls sich einstellt.

Hand in Hand mit dieser allmählichen Umwandlung geht nun aber eine sehr wichtige mechanische Veränderung der plänerartigen Gesteine vor sich. Der Pläner, der, wie bereits erwähnt, in unverwittertem Zustande eine so grosse Härte besitzt, dass man ihn als Strassenbeschotterungsmaterial benutzt, lässt von Schichtung so gut wie nichts erkennen. Er erscheint als mässiges, derbes Gestein, das in Farbe, Härte und Struktur sehr lebhaft an Basalt erinnert. Sobald jedoch die Zersetzung der Eisenerzkörnchen vorsichgegangen ist, und der verwitternde Pläner seine dunkelblau-schwarze Farbe verloren hat, beginnt das Gestein, schiefrig und splittrig zu werden; senkrechte Risse und Spalten stellen sich ein, und bald erinnert der verwitternde Pläner an einzelne Reihen aufeinandergeschichtetes Holz (Tafel IV. Abb. 10). Wie dort durch den Druck von oben häufig einzelne Scheite Holz aus der Mitte der Wand hervorgedrückt werden, und durch diese Störung des Gleichgewichts die Wand schliesslich ganz in sich zusammenfällt, so dauert es auch bei dem verwitternden Pläner nicht lange, und einzelne Griffel des mürben braunen Pläners, welche mit dem übrigen Gestein gar keinen Zusammenhang mehr haben, treten in der Mitte der Wand heraus; und schliesslich ist auch hier in der Plänerwand das Gleichgewicht derart gestört, dass eine ganze Wand niedergeht und ein Fusshang aus schiefrig-splittrigem, ganz und gar mürbem Gestein sich bildet, dessen Material bald in einen feinen sandig-tonigen Grus zerfällt. — Dieser Prozess wiederholt sich nun fortgesetzt; auch die nächste Wand, die schon nur noch zum Teil aus dem Fusshang hervorsieht, wird schiefrig und grifflig, bis auch sie eines Tages sich ablöst und nun der Gehängeschutt an Höhe schon bedeutend zunimmt. Auf diese Weise dürfte es wohl zu erklären sein, dass man den Pläner und seine Verwandten, den Plänersandstein sowohl wie den Kieslingswalder Ton, im Gelände so äusserst selten anstehend findet. Fast überall hüllt diese Gesteine jener Mantel von Detritusmasse ein, dessen

Entstehung wir soeben geschildert haben. Auf die einzelnen plänerartigen Gesteine näher einzugehen, erübrigt sich, da das Wesen der Verwitterung, der feinstückige Zerfall zu pulverförmigen Ton, ihnen allen gemein ist. Das am leichtesten Zerstörbare von diesen Gesteinen ist der mergelige Plänersandstein; ihm reiht sich der Kieslingswalder Ton an, während der Pläner selbst den nachdrücklichsten Widerstand zu leisten imstande ist.

Dieser schiefrige, splittrige Zerfall der plänerartigen Gesteine bildet einen sehr wesentlichen Gegensatz zu der Verwitterung der Sandsteine, einen Gegensatz, der, wie wir sehen werden, auch für die Oberflächenform von grundlegender Bedeutung ist.

Auch für den Strassenbau ist dieser Gegensatz von nicht zu unterschätzender Bedeutung; eine Strasse durch ein Sandsteingebiet hindurch zu legen, bereitet im allgemeinen keine allzu grossen Schwierigkeiten. Der feste Sandstein kann mauerartig in fast senkrechten Wänden von der Strasse aufsteigen; da ihm kleinstückiger Zerfall fremd ist, wird sich am Fuss dieser Sandsteinmauern auch nur wenig Verwitterungsschutt anhäufen, und die senkrechten Wände werden sich im allgemeinen als stabil erweisen. Anders dagegen liegen die Verhältnisse, wenn sich eine Strasse in den Pläner einschneiden muss. Das zunächst äusserst feste, blauschwarze Gestein scheint allerdings ebenso senkrechte Einschnitte vertragen zu können wie der Sandstein. Sobald aber die Verwitterung längere Zeit auf das Gestein einwirkt, vollzieht sich jener Prozess, den wir oben ausführlich behandelt haben. Allenthalben kommt eine der vertikalen, aus einzelnen Platten und Griffel bestehenden Wände heruntergestürzt und überschüttet die Strasse mit Detritusmassen. Derartige Erscheinungen treten z. B. bei der Assmusstrasse, die von Karlsberg nach Straussenei führt, fast in jedem Jahre wieder auf, da man hier bei Anlage des Weges der Verwitterungsart des Pläners nicht genügend Rechnung getragen und senkrechte Wände angeschnitten hat. Ich selbst passierte diese Strasse im Frühjahr 1907 kurz nach Niedergang einer grossen Reihe von Plänerwänden. Die Strasse war für Fuhrwerk so gut wie unpassierbar. Gewaltige Massen des morschen Pläners überlagerten den Fahrweg. Man machte sich jedoch nun die schlimmen Erfahrungen zu nutze, räumte die Plänertrümmer nur zum Teil ab und liess den Rest als natürliche Böschung liegen. — Nach meinen Beobachtungen, die auch mit den Aussagen der Bevölkerung übereinstimmen, finden derartige Felsstürze in Plänergebieten fast nie im Sommer, selten im Winter, vielmehr fast ausschliesslich im Frühling statt. Es scheint, dass das in den Fugen

des bereits splittrigen Pläners gefrierende Wasser an diesem Vorgange besonders stark beteiligt ist und ein stellenweises Auseinanderpressen der Tafeln und Griffel der Plänerwände hervorruft, sodass im Frühjahr die Störung des Gleichgewichts so gross geworden ist, dass die Katastrophe eintritt.

Zeigt also, wie wir gesehen, der Pläner in seiner Verwitterungsart eine merkliche Abweichung von der Verwitterung der Sandsteine, so muss doch zum Schluss noch auf einen Punkt hingewiesen werden, in dem beide Gesteinsarten eine Übereinstimmung aufweisen: es ist das Auftreten kugeliger Konkretionen. Die Plänergeoden, die an die im Wünschelburger Steinbruch gefundenen Sandsteinknollen erinnern, sind besonders zahlreich zu beobachten an den steilen Wänden, welche die malerische Strasse von Reinerz nach Grunwald auf beiden Seiten einrahmen. Es sind kugelige Gebilde von 20—30 cm Durchmesser, die sich in der Farbe nur wenig oder gar nicht von dem sie umgebenden Pläner unterscheiden. Allein ihre Festigkeit ist eine ungleich grössere. Während ringsherum das Gestein splittrig und grifflig wird und langsam seitlich abbröckelt, verändert sich die Struktur dieser Geoden gar nicht. Sie bleiben häufig im Gestein sitzen, wenn auch längst die sie einschliessenden Plänermassen durch die Verwitterung zum Abfallen gebracht sind, und ragen dann halbkugelförmig aus den Felsen heraus, so dass man in der Tat den Eindruck empfängt, als sässen hier „Kanonenkugeln“ im Felsen, wie die Bevölkerung diese Bildungen zu nennen pflegt. Gelegentlich, wenn die allmähliche Abbröckelung des mürben Pläners soweit vorgeschritten ist, dass eine solche Geode nicht mehr genügend Unterstützungsfläche besitzt, fällt die feste Kugel heraus und hinterlässt als Spur ein halbkugeliges Loch, wie man es in grösserer Anzahl in den Plänereinschnitten der Bahnstrecke Rückers-Reinerz beobachten kann.

Für das Landschaftsbild spielen diese Bildungen jedoch nur eine sehr untergeordnete Rolle, da, wie bereits angedeutet, die plänerartigen Gesteine überhaupt nur sehr selten als Felsen im Gelände anzutreffen sind, vielmehr infolge der ihnen eigentümlichen Verwitterungsart fast stets von einer mehr oder minder dichten Schicht von Verwitterungsprodukten bedeckt sind, welche infolge ihrer Zusammensetzung im allgemeinen einen fruchtbaren Ackerboden liefern. —

c. Legen wir uns nunmehr die Frage vor, was aus dem von der Verwitterung gelieferten Schuttmaterial wird und was wir über die Abtragung der Verwitterungsprodukte im Gelände beobachten können.

Da dem Winde, wie wir oben ausgeführt haben, unter den heute herrschenden klimatischen Bedingungen keine irgendwie bedeutungsvolle

Einwirkung auf das Gestein zugestanden werden kann, so werden wir die Abtragungsvorgänge zweckmässig in folgende Gruppen einteilen:

1. Abtragung durch atmosphärische Niederschläge und fliessendes Wasser,
2. Abwärtsbewegung von Fels- und Schuttmassen,
3. Abtragung durch die Tätigkeit des Menschen in den Steinbrüchen.

In ganz ähnlicher Weise, wie die dichte Vegetation hemmend auf die korradierende Tätigkeit des Windes einwirkt, beeinflusst sie auch die abschwemmende und abspülende Tätigkeit der atmosphärischen Niederschläge.¹⁾ Einerseits wird die Vegetation einen Teil der Niederschläge auffangen, der nun den Erdboden überhaupt nicht erreicht oder nur unter Verlust eines grossen Teils seiner kinetischen Energie, die für die Abtragung massgebend ist; zum andern aber kann das auf den Erdboden auffallende Wasser vermöge seiner Stosskraft intensiv abtragend nur dann wirken, wenn die Verwitterungsprodukte nackt zutage liegen. Wo dies ausnahmsweise der Fall ist, an den Gehängen frischer Steinbruchshalden, an den Böschungen neu angelegter Wege, können wir die Wirksamkeit der Abtragung durch die atmosphärischen Niederschläge allenthalben beobachten. Die auffallende Trübung der kleinen Rinnsale in den Chausseegräben wird zweifellos in der Abspülung der Böschungen ihren Grund haben. Mannigfach verschlungene und sich vereinigende Wasserrunnen modellieren diese Böschungen, besonders in dem undurchlässigen Plänerschutt, wo das Wasser zum allergrössten Teil oberflächlich abfliesst. Aber bald überziehen sich auch jene wenigen nackten Stellen mit einer allmählich immer dichter werdenden Decke von Gräsern und Kräutern, welche den Verwitterungsboden vollkommen einhüllen und festhalten, so dass die atmosphärischen Niederschläge kaum noch irgend eine nennenswerte Abtragung zu bewirken imstande sind.

Die geringe Bedeutung, die wir nach unseren Beobachtungen der Abspülung durch die atmosphärischen Niederschläge beilegen müssen, bringt uns in einen Gegensatz zu den Beobachtungen und Messungen, welche Karsten hierüber in dem Düsternbrooker Gehölz bei Kiel angestellt hat.²⁾ Dieser Forscher beobachtete eine eigenartige

¹⁾ Mit *Göttinger* (Beiträge zur Entstehung der Bergrückenform. Geograph. Abhandlungen Bd. IX, Heft 1. Leipzig 1907 Seite 21 ff.) unterscheiden wir zwischen Verschwemmung und Abspülung, je nach dem Fehlen oder Vorhandensein sichtbarer Rillen und Runsen auf der angegriffenen Fläche.

²⁾ *G. Karsten*: Über die Wirkung kleiner Niveauveränderungen durch die atmosphärischen Niederschläge. Schriften des Naturwissenschaftl. Vereins für Schleswig-Holstein Bd. IX, 2. Heft, Kiel 1892.

Wachstumserscheinung der Bäume; während nämlich der Baum, welcher gepflanzt wird oder aus dem Samen aufspriesst, mit seinem walzenförmigen Stämmchen die Erdoberfläche durchbricht, die Wurzelansätze aber unterhalb der Oberfläche bleiben, fiel es Karsten auf, dass an zahlreichen Bäumen die Wurzelansätze sich auch oberhalb des Erdreiches vorfinden. Da sich wohl kaum mit dem Alter aus dem Stamm oberhalb der Erde hervortretende Wurzeln bilden, so schloss Karsten, dass füglich nur zwei Erklärungen für diese eigenartige Erscheinung heranzuziehen sind: entweder wird der ganze Baum durch irgend eine Ursache gehoben, sodass die Wurzeln alsdann aus dem Erdreich herausragen, oder aber das Erdreich wird langsam und allmählich abgewaschen und auf diese Weise werden schliesslich die Wurzeln blossgelegt. — Da für die erste Annahme jede Grundlage fehlt, so erklärt Karsten diese Erscheinung als eine Wirkung der Abspülung durch die atmosphärischen Niederschläge. Folgerichtig misst er nun den Abstand der jetzigen Erdoberfläche bis zu dem Anfang des eigentlichen wurzellosen Stammes, vergleicht mit dieser Zahl das Alter des betreffenden Baumes und gelangt so zu dem Ergebnis, dass in 200 Jahren eine Abtragung von 200 cm, d. h. 1 cm pro Jahr stattfindet.

Der Gedanke Karstens ist nicht neu und bereits 1888 von v. Fritsch in ähnlicher Form ausgesprochen worden;¹⁾ und dass das von den Ästen und dem Hauptstamm herabrieselnde Wasser sehr wohl eine langsam sich bemerkbar machende Abspülung des Erdreiches um den Stamm herum bewirkt, ist eine Erfahrung, die wir bei jeder Pflanzung machen können. — Original wird der Ideengang Karstens dadurch, dass er die gefundenen Werte auf die Oberfläche als Ganzes überträgt und eine entsprechende Abtragung der alluvialen und diluvialen Hügel errechnet, die so ins ungeheure wächst (in 10 000 Jahren 100 m, dass man bei konsequenter Fortführung der Rechnung zu dem Resultat kommen muss, dass diluviale Höhenzüge eigentlich überhaupt nicht mehr existieren dürften.

Die Ausführungen Karstens interessieren uns nicht allein deswegen, weil sie ihrerseits im Widerspruch stehen zu dem geringen Betrage, welchen Lapparent als Gesamtbetrag der Abtragung der Oberfläche überhaupt angibt,²⁾ nämlich 0,110 mm pro Jahr oder 1 cm in etwa 91 Jahren, sondern vor allem deswegen, weil auch in unserem Gebiet zahlreiche Bäume jene Stelzbeinigkeit aufweisen, welche als

¹⁾ *Karl v. Fritsch*: Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888. Seite 306/7.

²⁾ *A. de Lapparent*: La mesure du temps par les phénomènes de sédimentation. Bulletin de la société géol. de France Bd. XVIII Seite 351/55 (besonders Seite 354).

Beweis der hochgradigen Abtragung durch die abspülende Tätigkeit der atmosphärischen Niederschläge angeführt wird. Es lag daher nahe, die entsprechende Berechnung auch hier anzustellen, um den hierbei sich ergebenden Wert mit den Zahlen Karstens zu vergleichen.

Allein bei näherer Untersuchung ergab sich sogleich, dass es kaum angängig sein wird, diese eigentümlichen Erscheinungen auf eine allgemeine flächenhafte Abtragung von 1 cm pro Jahr zurückzuführen. Schon die Tatsache, dass die erwähnte Erscheinung keineswegs an allen Stämmen zu beobachten ist,¹⁾ und dass sich auch am Fusse der Erhebungen, wo die Verwitterungsprodukte doch zusammengeschwemmt sein mussten, derartige „stelzbeinige“ Bäume antreffen lassen, bereitet einer Erklärung im Karstenschen Sinne einige Schwierigkeit. Ich möchte in Übereinstimmung mit den von mir befragten Forstbeamten jene Bildungen zum mindesten für das untersuchte Gebiet auf andere Ursachen zurückführen. Besonders in den Sandsteingebieten, wo wir, wie bereits mehrfach betont, die intensivste Forstwirtschaft antreffen, kommt es häufig vor, dass ein Same auf einen Felsblock fällt und dort genügend Dammerde findet, um zu keimen. Bald aber reicht die Nahrung nicht mehr aus, und das Bäumchen sendet einen Teil seiner Wurzeln auf der Aussenseite des Blockes entlang in das Erdreich. Je stärker und mächtiger nun aber der Stamm und die Wurzeln werden, um so intensiver wirken sie zerstörend auf den sie umklammernden Felsblock ein, bis dieser schliesslich zerfällt. Sind nun die Wurzeln bereits stark genug, so bleiben sie stelzenartig im Erdreich stecken, während der eigentliche Stamm erst in der Tat in einiger Entfernung vom Boden beginnt. Dass die atmosphärischen Niederschläge, vor allem das am Stamm herunterrieselnde Wasser nun den Sandgrus noch auseinandertragen, erscheint durchaus wahrscheinlich. Die atmosphärischen Niederschläge sind aber demnach doch nur die unmittelbare Ursache für die Stelzbeinigkeit. — Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass bisweilen die Baumstümpfe der geschlagenen Stämme im Boden stecken bleiben, und wenn diese nun allmählich vermodern, so kann sich auf ihnen bald ein geeigneter Boden für Tannen- und Fichtensamen bilden, welcher durch Samenflug hierher getrieben wird. Die jungen Pflanzen aber treiben ihre Wurzeln wiederum auf der Aussenseite der Baumstümpfe in die Erde hinein,²⁾ und diese äusseren Wurzeln ersetzen

¹⁾ *Karsten* schliesst aus dieser Tatsache auf eine frühere hügelige Beschaffenheit des Terrains; jedoch erscheint eine derartige Annahme absolut unwahrscheinlich für ein Gelände, das wie das unserige aus horizontal gelagerten Schichten aufgebaut ist.

²⁾ siehe umstehend ¹⁾.

später hinlänglich erstarkt die meist verkümmerten mittleren Wurzelteile vollkommen, so dass nach dem Verwesen der alten Reste der junge Stamm wie auf Stelzen in der Luft schwebt. Auch hier können und werden natürlich die atmosphärischen Niederschläge den vermodernden Baumstumpf allmählich entfernen und zur Erhöhung der Stelzbeinigkeits beitragen, ohne doch die unmittelbare Ursache hierfür gewesen zu sein. Diese Erklärungen für die Stelzbeinigkeits der Bäume scheinen mir wenigstens für das untersuchte Gebiet die natürlichen und zutreffenden zu sein. Der interessante Versuch, die abspülende Tätigkeit der atmosphärischen Niederschläge mit Hilfe dieser Erscheinung zahlenmässig zu bestimmen, muss dann allerdings aufgegeben werden.

Wir wenden uns nunmehr der abtragenden Tätigkeit des fliessenden Wassers zu. Wenn auch in allererster Linie die Grösse des Gefälles und der Wasserführung von massgebender Bedeutung sein mag, so ist doch andererseits ihre Abhängigkeit von der wechselnden Widerstandsfähigkeit der verschiedenen Gesteine eine so augenfällige, dass sie dem Beobachter im Gelände unmöglich entgehen kann. Schon die Form der Sammeltrichter, in welcher sich die Quellwässer und das oberflächlich abfliessende Regenwasser vereinigen, zeigt jene Abhängigkeit in aller Deutlichkeit. In dem sehr durchlässigen Quadersandstein wird ein grosser Teil des auftretenden Wassers versitzen und nur wenig oberflächlich abfliessen. Die Erosion ist daher nur gering und hat ausserdem noch die bedeutende Härte der Sandsteinfelsen zu überwinden. Die Sammeltrichter bilden daher im Quadersandstein weit ausgedehnte, in der Flussrichtung meist lang gezogene, äusserst flache und wenig geneigte Wannen oder Mulden. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei den plänerartigen Gesteinen. Nicht allein im frischen Zustande zeigen diese Gesteine eine ausserordentlich vollkommene Raumerfüllung, sondern auch ihre durch den kleinstückigen Zerfall gelieferten tonigen Verwitterungsprodukte erweisen sich als sehr wasserundurchlässig. Die meteorischen Niederschläge fliessen daher zum allergrössten Teil oberflächlich ab. In demselben Masse aber nimmt die Neigung zu erodieren zu, und der leicht zu transportierende, feine Verwitterungsschutt dieser Gesteine fällt der Stosskraft des Wassers derartig zum Opfer, dass die Sammeltrichter ihre untere Grenze immer höher hinaufschieben, von geringerer Grösse sind und in ihrer Gestalt sich mehr der Form

¹⁾ Vergleiche hierzu Prof. Dr. *Theodor Schube*, Breslau: Aus der Baumwelt des Riesen- und Isergebirges. Der Wanderer im Riesengebirge, Bd. XI, Nr. 298, Seite 116.

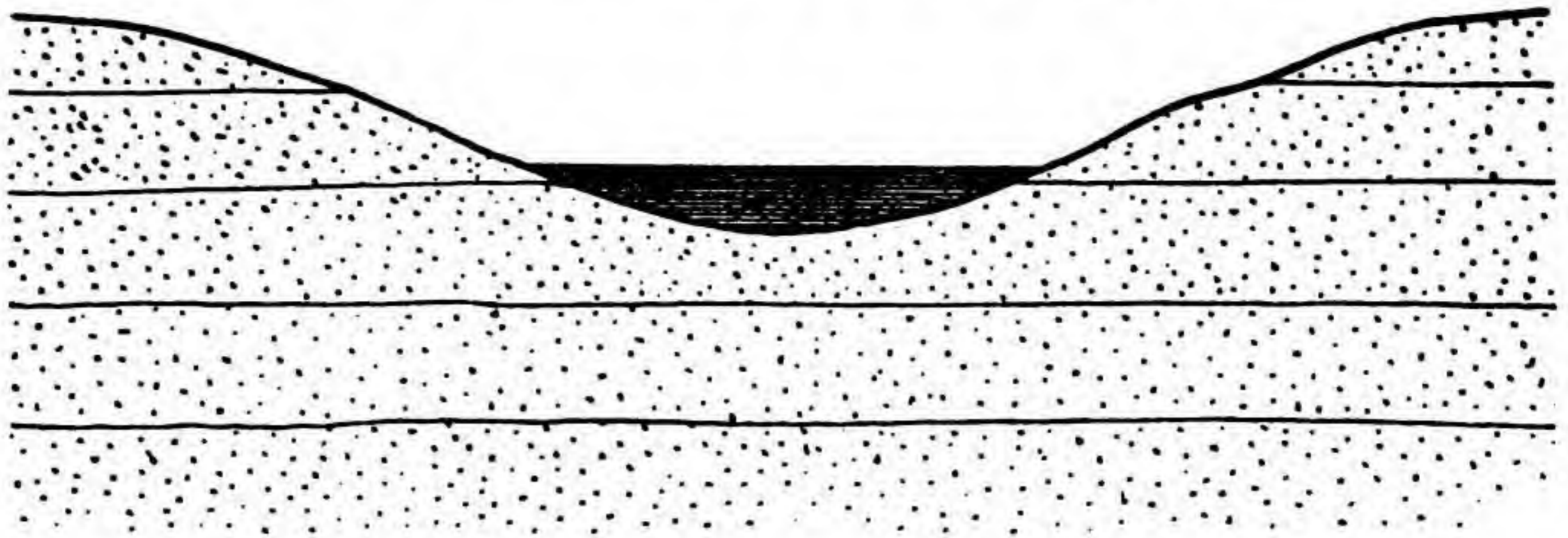
eines Amphitheaters oder Zirkus nähern. Als Beispiel der verschiedenen Formen der Sammeltrichter möchte ich die langgestreckte, den grössten Teil der Heuscheuer umfassende Sammelwanne des Rotwassers einerseits und die scharf abgegrenzten, der Zirkusform sich nähernden Sammeltrichter des Friedrichberger und Friedersdorfer Wassers andererseits anführen.

Mit dem Austritt aus dem Sammeltrichter beginnt nun die eigentliche Erosionsstrecke, und auch hier drängt sich der Zusammenhang von Talform und Gestein dem Beobachter förmlich auf. Es würde natürlich über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen, eine eingehende hydrographisch-geographische Beschreibung der einzelnen Täler und ihrer Bildungsweise zu geben. Der Mangel an Zeit und genügenden Spezialkenntnissen würde wohl auch den Erfolg eines solchen Versuches in Frage gestellt haben, und für den ganzen östlichen Teil unseres Gebietes besitzen wir überdies eine solche Beschreibung in dem mehrfach zitierten Werke Lepplars. Wir müssen uns also darauf beschränken, aus der Fülle von eigenen Beobachtungen und von Literaturangaben das herauszuschälen, was für den Vorgang der Abtragung durch fliessendes Wasser charakteristisch ist.

Die Grösse der erodierenden Kraft ist in erster Linie von der Stosskraft des Wassers abhängig, welche wiederum als die Resultierende der verschiedenen Geschwindigkeit der Wasserteilchen zu verstehen ist; diese Geschwindigkeit ist nun aber nahe der Oberfläche im sogenannten Stromstrich am grössten und nimmt mit der Tiefe ab.¹⁾ Die mechanische Arbeit des Flusses ist daher nahe der Oberfläche an den beiden Ufern bedeutender als in der Tiefe, so dass das normale Profil eines Flussbettes eine V-förmige Rinne darstellt. Es wird im übrigen hauptsächlich darauf ankommen, welcher Widerstand der Erosion vor allem im Stromstrich durch das Gestein entgegengesetzt wird. Schneidet sich nun ein Flussbett in plänerartige Gesteine ein, so wird der seitlichen Erosion im Stromstrich zunächst energischer Widerstand geleistet werden; allmählich aber wird das Gestein schiefrig, splittrig und mürbe, und schliesslich löst sich nun, wie wir es oben ausführlich beschrieben haben, eine vertikale Wand von dem Plänerfelsen ab, dessen feiner toniger Grus vom Wasser leicht mitgeführt wird. Nun beginnt das Wasser, weiter an den Plänerwänden zu nagen, bis auch die nächste Wand zusammenstürzt. Da die Wasserführung der Plänergewässer infolge der Undurchlässigkeit der Gesteine eine relativ bedeutende ist und infolge der den plänerartigen Gesteinen eigentümlichen kleinstückigen Verwitterung

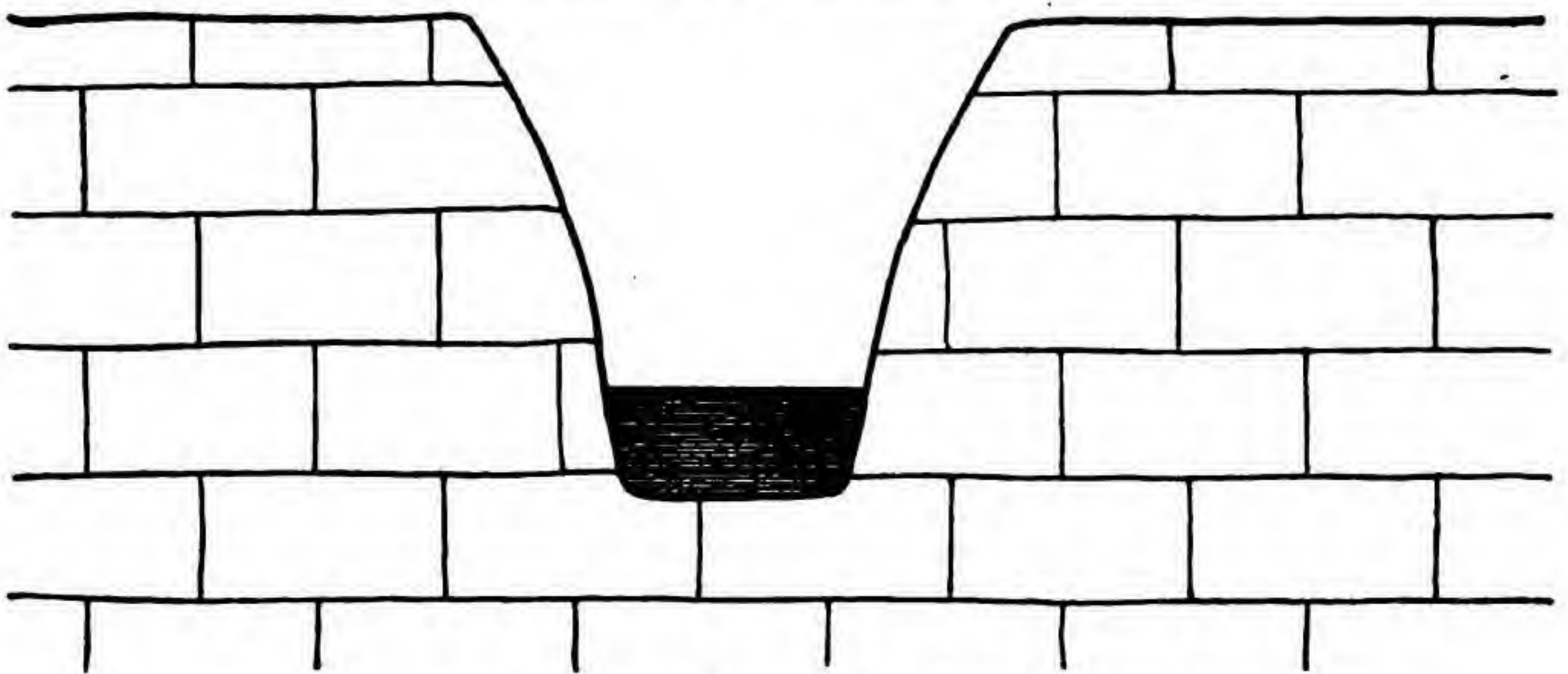
¹⁾ Leppla : a. a. O. Seite 115.

die Erosion im Stromstrich sich stark entfalten kann, so wühlt sich das Wasser in diesem Gestein im Laufe der Zeit eine Rinne aus, deren V-Form aufs deutlichste ausgeprägt ist. (Figur 1.) Anders



Figur 1: Schematisches Profil eines Tales im plänerartigen Gestein.

dagegen liegen die Verhältnisse im Quadersandstein. Die grosse Wasserdurchlässigkeit und die damit zusammenhängende geringe Neigung dieser Gesteine zur Hochwasserbildung sind der Erosion sehr hinderlich, so dass längere Täler im Gebiet des Quadersandsteins fast gänzlich fehlen. Muss aber ein Fluss auf seinem Wege ein Quadersandsteingebiet durchbrechen, so setzt der Sandstein infolge seiner grossen Härte und des absoluten Fehlens von splittriger, kleinstückiger Verwitterung der seitlichen Erosion so energischen Widerstand entgegen, dass eine seitliche Abtragung so gut wie unmöglich wird und die Erosion daher versucht, nach der Tiefe zu schreiten. Aus dem normalen V-förmigen Tal entwickelt sich dann im Sandsteingebiet eine U-förmige, steilwandige und enge, bisweilen kañionartige Auswaschungsstrecke. (Figur 2.)



Figur 2: Schematisches Profil eines Tales im Quadersandstein.

Im Gelände bietet sich allenthalben Gelegenheit, die verschiedenen Talformen und ihre Abhängigkeit von der betreffenden Gesteinsart deutlich zu verfolgen. Greifen wir als ein überaus lehrreiches Beispiel den Verlauf des Rotwassers heraus, welcher die Hochfläche von Karlsberg entwässert. Trotz der hohen Lage dieses Plateaus und der dadurch bedingten reichlichen Niederschläge, und obwohl ausserdem der undurchlässige Pläner den grössten Teil der Hochfläche einnimmt, ist die Wasserführung eine verhältnismässig geringe,¹⁾ was wohl darauf zurückzuführen ist, dass von den 18 qkm, welche das gesamte Niederschlagsgebiet des Rotwassers umfassen, 9,26 qkm dem sehr durchlässigen, ganz bewaldeten Quadersandstein angehören.²⁾ — Das Rotwasser verläuft auf der Plänerhochfläche dem Streichen der Schichten parallel nach SO. Sein Bett ist ein typisches Plänertal und daher ausserordentlich flach. Beim Forsthaus Neu-Friedrichsgrund aber biegt der Bach nach Süden um und durchbricht den Quadersandstein. In einer tief eingeschnittenen, klammartigen Schlucht hat er sich hier eingesägt, bis er schliesslich in mehreren kleinen Wasserfällen die steilen Wände des Quadersandsteins hinabstürzt. Nach einer kurzen Strecke im Pläner stösst das Rotwasser bei den letzten Häusern von Friedrichsgrund abermals auf Quadersandstein, in welchem er sich wiederum ein enges und dafür um so tieferes, kañonartiges Bett eingesägt hat. Sobald er dann aber nach SW in den Pläner umbiegt, ist der Widerstand gegen die seitliche Erosion gering genug, um die Anlage eines breiten V-förmigen Bettes zu gestatten. — Die Gefälle von der Quelle aus nach unten gestalten sich nach Leppla³⁾ für den laufenden km folgendermassen:

30 m (Karlsberg im Pläner)
 9,5 m (sandige Aufschüttung im Pläner)
 8,5 m (desgleichen)
 3 m (desgleichen)
 12 m (Eintritt in Quadersandstein)
 12, 15, 105 m (örtlich sogar 140 m), im Durchschnitt also ca. 65 m
 (Erosion im Querdurchbruch im Quadersandstein)
 32 m (Aufschüttung und Erosion im Pläner bei Friedrichsgrund)
 20 m (Erosion im Pläner und Quadersandstein)
 15 m (grobe und feine Aufschüttung im Pläner).

¹⁾ Leppla schätzt sie (a. a. O. Seite 279) auf 15 Sekunden-Liter.

²⁾ Leppla: a. a. O. Seite 279.

³⁾ Leppla: a. a. O. Seite 279.

Dieselbe Erscheinung: ein breites, typisch V-förmiges Tal in plänerartigen Gesteinen und eine U-förmige, tiefe, enge Auswaschungsstrecke im Quadersandstein tritt uns bei fast allen Bächen und Flüssen entgegen. Wir sehen es ebenso wie beim Rotwasser beim Lichtenwalder Wasser kurz nach Verlassen des Urgebirges und seinem Eintritt in den Pläner und Quadersandstein, und nicht minder deutlich hebt sich beim Wölfelsbach die Erweiterung des Bettes bei seinem Eintritt in den Kieslingswalder Ton ab; der Kressenbach wiederum schneidet sich am „Dürren Rand“ eng und schluchtig in den Quadersandstein ein, während sich das Tal beim Eintritt in den Pläner sofort wieder erweitert.

Mit ganz besonderer Schärfe prägt sich dieser genetische Zusammenhang zwischen Talform und Gestein in der Talenge aus, welche das Bett der Weistritz zwischen der Kolonie Höllenberg und Neu-Falkenhain kennzeichnet. Schluchtartig hat sich hier das Wasser der Weistritz eingesägt in den Sandstein, welcher der seitlichen Erosion nur allzu grossen Widerstand entgegengesetzt hat. — Und wenn man die Neisse von ihren Quellen aus verfolgt, soweit sie das Kreidegebiet durchfliesst, können dem Beobachter dieselben Eigentümlichkeiten der Talform nicht entgehen. Besonders augenscheinlich ist die Talverengung bei Oberlangenu, wo die Neisse aus dem weichen Pläner und dem Kieslingswalder Ton in den widerstandsfähigeren Sandstein eintritt. Die steilen Uferböschungen und die schluchtartige Enge des Flusses stehen hier im scharfen Gegensatz zu der Talform im Kieslingswalder Ton. Eine ähnliche Erscheinung wiederholt sich im Neissetal weiter unterhalb bei Habelschwerdt, wo sich der Fluss abermals durch Quadersandstein einengen lassen muss.

Nicht minder deutlich lassen sich immer dieselben gesetzmässigen Änderungen der Talform auch bei den Bächen und Wasserläufen des Adersbach-Weckelsdorfer Gebietes nachweisen, so dass es unnötig erscheint, weitere Beispiele anzuführen. —

Werfen wir zum Schluss noch einen kurzen Blick auf das Material, welches durch die Erosion verfrachtet wird, so tritt uns auch hier derselbe genetische Zusammenhang zwischen den physikalischen Eigenschaften der Gesteine und ihrer Verwitterung und Abtragung entgegen. In Flussläufen, die sich in Quadersandstein einschneiden (Reinerzer Weistritz, Neisse bei Langenu), finden sich reichlich Blöcke des Quadersandsteins, die, fast immer annähernd kugelförmig, durch ihre Grösse gegenüber den Geröllen der kristallinen Gesteine auffallen. Man wird diesen Unterschied in der Grösse der Gerölle wohl in der Tat mit Leppla auf den Unterschied des spezifischen Gewichtes zurückführen

dürfen.¹⁾ Bei den kristallinen Gesteinen beträgt das spezifische Gewicht 2,6—2,7, bei den Sandsteinen dagegen nur 2,0; da aber bei der Abtragung durch das fließende Wasser ausschliesslich das absolute Gewicht in Betracht kommt, so wird im allgemeinen nur das Produkt Volumen \times spezifisches Gewicht bei den verschiedenen Gesteinen gleich sein müssen, mithin bei spezifisch leichten Gesteinen das Volumen grösser als bei spezifisch schwereren. — Zu längerem Transport sind die Sandsteingerölle wenig geeignet. Sie werden zunächst im Wasser mürbe und nehmen dadurch bei der Rollung im Flussbett zwischen härteren Gesteinen an Grösse rasch ab. So finden wir in der Neisse vor der Aufnahme der Reinerzer Weistritz bei Piltsch, also in 3 km von zunächst Anstehendem und in etwa 17 km Entfernung von der viel Geröll liefernden Umgebung von Bad Langenau, keine Sandsteingerölle mehr, und die ihr von der Weistritz aufs neue zugeführten verlieren sich schon bei Kamenz nahezu gänzlich und sind bei Patschkau nicht mehr vorhanden.²⁾

Die zerriebenen Sandsteingerölle aber liefern nun reichliches Material an Sand, welcher bei geringer werdendem Gefäll und Tal-erweiterung zur Aufschüttung fluviatiler Schuttkegel verwandt wird, wie wir es allenthalben, vor allem im Weistritz- und Neissetal beobachten können.

Dass die plänerartigen Gesteine kein Material zur Geröllbildung liefern, bedarf bei der ihnen eigentümlichen Verwitterung keiner besonderen Betonung. Wohl aber wird die starke Flusstrübe, welche nach heftigen Regengüssen besonders in der Neisse zu beobachten ist, auf Rechnung des feinst verwitterten und leicht mitzuführenden Pläners und Kieslingswalder Tons zu setzen sein.

Ich möchte diese Betrachtung über die Erosion durch fließendes Wasser nicht verlassen, ohne auf den eigentümlichen Verlauf jenes Baches hingewiesen zu haben, welcher den Kreidegraben von Kronstadt entwässert. Die Erlitz bildet nämlich keineswegs, wie es auf den bisherigen geologischen Karten dargestellt ist, die Grenze der Kreideablagerungen nach NO, sondern hat ihr Bett östlich von dem am Habelschwerdter Gebirge entlang laufenden Bruchrande im Gebiet des Glimmerschiefers eingegraben (Tafel II. Abb. 4). Die Steinbrüche auf dem rechten Ufer der Erlitz sowohl in der unmittelbaren Nähe der Kronstädter Kirche wie südöstlich von Kronstadt, wo das stark schiefrige Urgestein zu Plattenbelag abgebaut wird, beweisen die Tatsache aufs deutlichste. — Die Verlegung eines Flussufers vom Gebiet

¹⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 13.

²⁾ *Leppla*: a. a. O. Seite 13.

grösster Auflockerung, dem Bruchrande, fort, ist nun an und für sich noch nichts Ungewöhnliches; die Erlitz aber folgte nicht dem Einfallen der Schichten, verlegte ihr Bett nicht in den mürben Pläner, sondern grub sich in den ungleich härteren Glimmerschiefer ein. — Es ist mir trotz eingehender Studien an Ort und Stelle nicht gelungen, eine einwandfreie Erklärung hierfür zu finden. Talterrassen fehlten vollständig; das Bett ist ohne jeden Zweifel durchaus junger Entstehung. Möglicherweise handelt es sich bei der Erlitz überhaupt nicht um ein natürliches, sondern um ein ursprünglich von Menschenhand angelegtes Bett. Wir müssen es dem Historiker überlassen, nachzuprüfen, ob sich vielleicht irgend ein Anhalt dafür findet, dass die von Norden und Nordosten kommenden Ansiedler jenes Sumpfgebiet, als welches uns die Gegend in den ältesten Nachrichten geschildert wird und worauf wohl auch der Name Langenbrück (gegenüber von Kronstadt) hindeutet, durch einen am Fusse des Habelschwerdter Gebirges sich entlangziehenden Graben zu entwässern suchten. Die Erosion des diesen Kanal benutzenden Wassers hat dann möglicherweise erst das heutige Flussbett geschaffen.

Die zweite Abtragungsform hatten wir als Abwärtsbewegung von Fels- und Schuttmassen bezeichnet. Die treibende Kraft ist auch hier die Schwerkraft, welche auf die bei der Verwitterung entstehenden Zerfallprodukte unmittelbar einwirkt. Dass wir das Zusammenstürzen der Plänerwände bereits unter dem Kapitel „Verwitterung“ und nicht an dieser Stelle behandelt haben, hat seinen Grund darin, dass bei dem Niedergehen der Plänerwände ein Transport des zerfallenen Gesteins nur in recht bescheidenem Masse stattfindet. Die Plänerwände, die wir im Gelände antreffen, sind meist nur wenige Meter hoch (selten mehr als 5 m), so dass bei der Ablösung einer solchen Wand infolge der geringen Höhe die Bewegungsenergie des Plänerschutts nur unbedeutend ist und bei der Kleinheit der Verwitterungsprodukte ein bedeutungsvoller Massentransport nicht vorsichgeht; man muss in der Tat diesen Vorgang mehr als ein Insichzusammenstürzen, denn als Abwärtsbewegung bezeichnen. Bei dem Quadersandstein liegen die Verhältnisse wesentlich anders. Löst sich hier ein Quader von den hohen, senkrechten Wänden ab, so kann er, sofern er beim Herabstürzen nicht bereits zerschellt, weit ins Vorland hinabrollen. Die ausgedehnten Schuttgehänge, welche die Sandsteinmauern allenthalben umgeben, lassen durch ihr wirres Haufwerk meist eckiger, scharfkantiger Blöcke erkennen, in welcher wirksamer Weise das Landschaftsbild durch diese Art der Abtragung, die Felsstürze, in dem Gebiet des Quadersandsteins beeinflusst wird.

Um so mehr ist es zu bedauern, dass es uns nicht möglich war, ein derartiges Herabstürzen losgelöster Quadermassen im Gelände mitzuerleben. Es blieb mir daher nur übrig, Erkundigungen darüber einzuziehen, wo und wann in den letzten Jahren ein Felssturz beobachtet worden war. In der Kgl. Oberförsterei Karlsberg¹⁾ erfuhr ich, dass vor etwa 30 Jahren am Spiegelberg herabstürzende Felsmassen grosse Verheerungen in den jungen Schonungen angerichtet hatten; jedoch war an derselben Stelle vorher das Gestein gebrochen worden, so dass es sich in diesem Falle um das Herabkommen künstlich unterminiierter Quader handelt. — Da im übrigen an allen Orten, wo ich nach einem Herabstürzen von Felsmassen forschte, immer dieselbe Antwort erfolgte: so lange man sich erinnern könnte, sei etwas Derartiges nie vorgekommen, so versuchte ich zuletzt, in einigen Chroniken nach einem Bericht über Felsstürze zu fahnden. Bei der peinlichen Sorgfalt, mit welcher die Chronisten jede Kleinigkeit mit einer uns fast komisch anmutenden Ausführlichkeit der Nachwelt überliefert haben, war wohl zu erwarten, hier einen Hinweis auf derartige Katastrophen zu finden, zumal viele Ortschaften unmittelbar am Fusse von Quadersandsteinfelsen angelegt sind, wo Felsstürze naturgemäss von ganz besonderer Bedeutung gewesen wären. Aber auch hier waren die Bemühungen vergebens. — Wir gelangen somit zu dem Resultat, dass ein Herabstürzen von Quaderreihen in unserer Zeit überhaupt nicht mehr stattfindet oder zum mindesten ausserordentlich selten auftritt. Im Schlusskapitel kommen wir auf diesen Punkt noch einmal zurück.²⁾

Es erhebt sich nun eine weitere Frage von allgemeinem Interesse, nämlich die, ob die am Fusse der Felsen angesammelten Schuttmassen eine starre, unbewegliche Masse darstellen, oder ob sie die Fähigkeit besitzen, ihrerseits wiederum noch Bewegungen auszuführen. Was sich über diesen Punkt durch Beobachtungen im Gelände feststellen liess, hat trotz der darauf verwandten Mühe zu keinem positiven Resultat geführt.

¹⁾ Es ist mir ein Bedürfnis, an dieser Stelle Herrn Kgl. Oberförster *Thommek* in Karlsberg, welcher mir stets bereitwilligst behilflich war, meinen aufrichtigsten Dank auszusprechen.

²⁾ Zu welchen Seltenheiten heutzutage das Herabstürzen von Quadermassen gehört, beweist die Tatsache, dass man in Adersbach an einem Block, welcher nach dem Bericht der Führer in der Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Blitzschlag abgesprengt worden sein soll und unmittelbar vor einem Touristen niederstürzte, eine Tafel angebracht hat zur Erinnerung an jenes Ereignis, welches seitdem sich nie wiederholt hat.

Angeregt durch die Mitteilung Assmanns,¹⁾ versuchte ich zunächst, die Frage zu entscheiden, ob die auf dem Gehänge angesammelten Blöcke durch die Mitwirkung von Rauhreif und Glatteis eine Abwärtsbewegung ausführen. Assmann vermutet nämlich, dass im Winter ein Niederschlag von Rauhreif und Glatteis den Gesteinsblock mit einer überaus glatten Hülle umgeben, welche jede Unebenheit der Oberfläche ausgleicht. „Da nun hiervon häufig sowohl die aufliegenden Blöcke als deren bisher rauhe Unterlage betroffen werden, entsteht ein Zustand unsicheren Gleichgewichts, welcher bei geeigneter Fläche die ausgezeichnetsten Bedingungen zum Gleiten darbietet. Eine geringfügige Veranlassung, welche sonst wirkungslos bleiben würde, kann nun hinreichen, um mächtige Blöcke der Schwerkraft zu überantworten, welche nun bei fast völlig fehlender Reibung auf der Unterlage weite Transporte derselben ermöglicht.“²⁾

Um diese Vermutung nachzuprüfen, wählte ich auf den verschiedenen Halden insgesamt 20 Blöcke aus und schlug nun im Herbst in der Nähe jedes Blockes zwei Pfähle so ein, dass eine die beiden Holzstäbe verbindende, stramm gespannte Schnur den Gesteinsblock gerade berührte. Im Frühjahr besuchte ich alsdann dieselben Stellen wieder, um eine etwaige Veränderung der Lage festzustellen. In mehreren Fällen waren die Holzpfähle leider teilweise oder völlig herausgerissen, so dass nur noch 12 vollständige Messungen vorgenommen werden konnten. Hierbei ergab sich, dass, soweit die Methode Anspruch auf Genauigkeit machen kann, eine Verschiebung der Blöcke in keinem Falle stattgefunden hatte, obwohl im Winter wiederholt plötzlich einsetzende Witterungsumschläge zur Bildung von Rauhreif und Glatteis Veranlassung gegeben hatten.

Bei weiteren Studien über etwaige Bewegungsvorgänge innerhalb der Schuttmassen gelangte ich zu einer interessanten Wahrnehmung, welche allerdings in den 1 $\frac{1}{2}$ Jahren, die mir zur Arbeit im Felde zur Verfügung standen, noch nicht in genügender Weise weiter verfolgt werden konnte. — Überall, wo durch den Wegebau der Gehängeschutt der Quadersandsteine angeschnitten wird, reinigt man bei der Anlage des Weges die Böschungen sorgfältigst von den aus dem Schutt hervortretenden Sandsteinblöcken, weil erfahrungsgemäss sonst die Stabilität der Böschungen leiden würde. Es ist nämlich eine Tatsache,

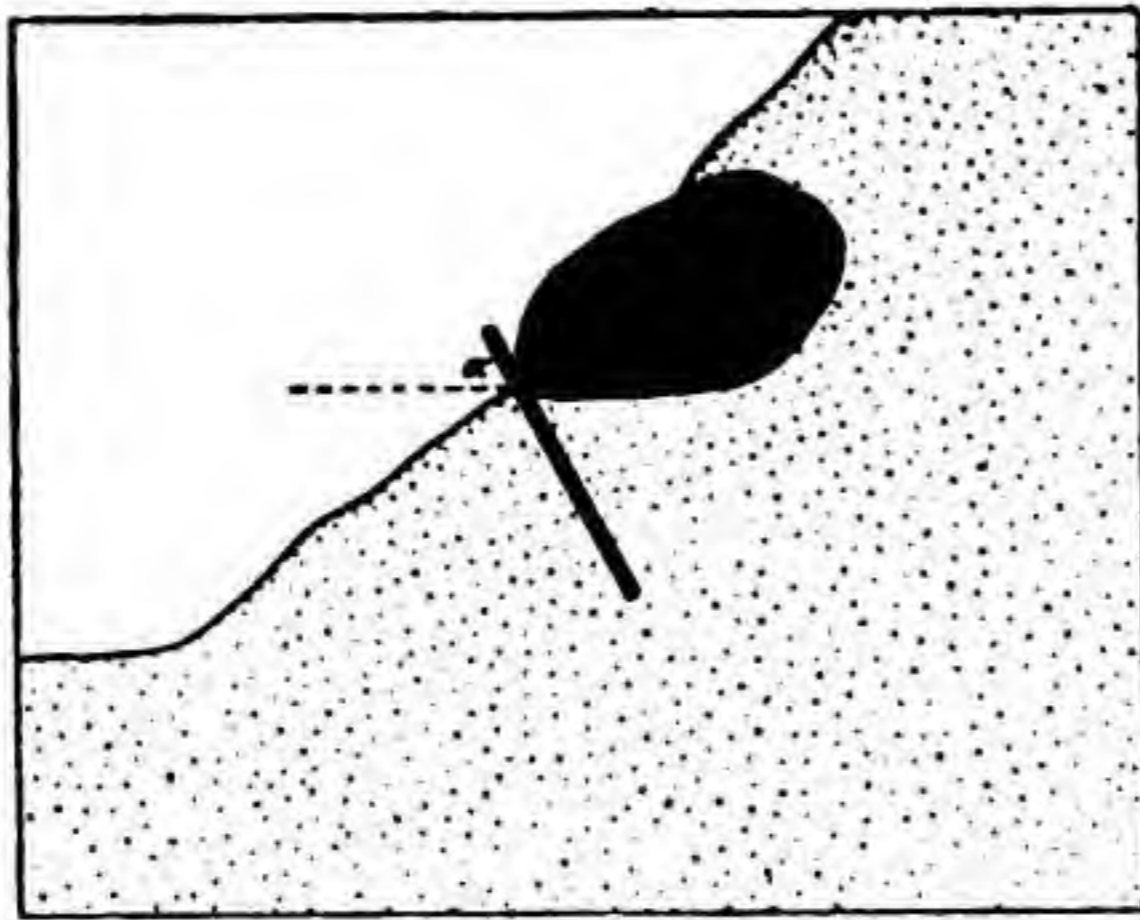
¹⁾ R. Assmann: Über die Mitwirkung von Rauhreif und Glatteis bei der Abtragung von Gesteinsmassen in den Gebirgen. Naturwissenschaftl. Rundschau, 2. Jahrgang Nr. 47, Braunschweig Nov. 1887.

²⁾ Assmann: a. a. O. Seite 423.

welche mir auch der Kgl. Oberförster Herr Thommek aus eigener Erfahrung bestätigte, dass fast stets an Böschungen, welche in einem Jahre gereinigt worden sind, nach 2—3 Jahren neue Sandsteingerölle wieder in Erscheinung treten, welche mit immer grösseren Teilen ihres Gesteinskörpers das Böschungsgehänge durchbrechen und schliesslich, wo die Gleichgewichtsbedingungen überschritten, die Böschung herabrollen, um dann gewöhnlich in dem Wasser des Chausseegrabens zu „verfaulen“ und der Abtragung durch das fliessende Wasser überantwortet zu werden.

Für diese eigenartige Erscheinung können füglich nur zwei Erklärungen in Betracht kommen: entweder findet an den Böschungen eine sehr starke Abspülung statt, so dass die Gehänge mehr und mehr rückwärts verlegt und auf diese Weise einzelne Blöcke freigelegt werden, welche schliesslich bei fortgesetzter Abspülung des Erdreichs herunterstürzen müssen. Die zweite Möglichkeit ist die, dass die Blöcke in dem Gehängeschutt Abwärtsbewegungen ausführen und, indem sie in dieser Bewegung verharren, schliesslich die Böschung durchbrechen und endlich hinabrollen. — Für eine derartig intensive Abspülung, wie sie notwendig sein müsste, um diesen Vorgang zu erklären, fehlt nun aber jeglicher Anhalt. Weder sind die Gräben an den Böschungen merklich angefüllt mit herabgeschwemmtem Material, noch ist irgendwo eine Veränderung der Böschung, wie sie bei etwaiger Rückwärtsverlegung sich einstellen müsste, zu beobachten gewesen. Dagegen lassen sich für die zweite Annahme, dass die Blöcke im Gehängeschutt eine Abwärtsbewegung ausführen, einige Argumente anführen, die in der Tat darauf hinzuweisen scheinen, dass eine solche Bewegung wirklich stattfindet. Um diesen Problemen näherzukommen, wählte ich an den Böschungen des Weges, welcher nördlich von dem Weissen Gestein über Sechskant nach der Friedrichsgrunder Lehne und dem Frommeltweg führt, mehrere aus den Gehängen hervorstehende Blöcke aus und versuchte, deren Bewegung nachzuprüfen. — Zunächst lockerte ich 10 Blöcke und zog sie aus dem Schutt heraus, um festzustellen, was sich über ihre Gestalt und Lage im Schutt erkennen liess. Hierbei war eine Tatsache ganz augenfällig: sämtliche Blöcke, von denen jeder 5—10 kg wiegen mochte, waren mehr oder weniger deutlich keilförmig gestaltet, und stets war der Block so orientiert, dass seine Längsrichtung mit der Neigungsrichtung des Gehänges zusammenfiel. Nicht an einem einzigen war das Umgekehrte, ein Heraustreten mit der Breitseite, zu beobachten. Im Aussehen unterschieden sich diese Trümmerblöcke nicht wesentlich von den auf der Oberfläche der

Gehänge anzutreffenden; nur wiesen sie zum Teil mehr abgerundete Kanten auf als jene. Zur weiteren Untersuchung wählte ich nun 15 Blöcke auf den verschiedensten Stellen der Böschung dieses Weges aus und schlug Pfähle derartig in das Gehänge hinein, dass die Gesteinsblöcke nur eben den Pfahl tangierten. Ich verwandte hierzu gehobelte und zugespitzte Pfähle, welche 40 cm lang, 20 cm breit und 2 cm dick waren, und schlug sie so ein, dass etwa 15 cm aus dem Erdreich hervorsahen. (Figur 3.) An der



Figur 3: Die Bewegung der Felsblöcke innerhalb des Gehängeschutts.

Schmalseite dieser Pfähle war eine den Längskanten parallele Nute angebracht, mit Hilfe derer ich nun bei jedem Pfahl den Winkel bestimmen konnte, den diese Nute mit der Horizontalen bildete; und zwar wählte ich der Gleichmässigkeit wegen stets den Winkel, dessen Oeffnung dem Gehänge abgekehrt war (Winkel α in Figur 3). Bei jeder Winkelbestimmung machte ich zehn Messungen und notierte als Winkelwert das arithmetische

Mittel, welches sich aus den einzelnen Messungen ergab. Da jede Messung mit möglicher Genauigkeit vorgenommen wurde, glaube ich, die Fehlergrenze jedes Winkels auf 1° beschränkt zu haben. Nach etwa drei Viertel Jahren nahm ich die erste, nach weiteren 5 Monaten die zweite Nachprüfung vor. Leider waren auch hier wiederum einige Pfähle in der Zwischenzeit herausgerissen worden, was in der folgenden Tabelle durch einen Strich angedeutet sein mag. Das Resultat der Messungen war das folgende:

Pfahl No.	Nach dem Einschlagen	1. Nachprüfung	2. Nachprüfung
I.	50°	$46\frac{1}{2}^\circ$	41°
II.	76°	—	—
III.	$65\frac{1}{2}^\circ$	$62\frac{1}{2}^\circ$	—
IV.	88°	88°	94°
V.	$70\frac{1}{2}^\circ$	70°	—
VI.	$55\frac{1}{2}^\circ$	55°	55°
VII.	61°	—	—

Pfahl No.	Nach dem Einschlagen	1. Nachprüfung	2. Nachprüfung
VIII.	$58\frac{1}{2}^{\circ}$	—	—
IX.	79°	75°	71°
X.	51°	50°	$44\frac{1}{2}^{\circ}$
XI.	$64\frac{1}{2}^{\circ}$	63°	—
XII.	73°	$71\frac{1}{2}^{\circ}$	65°
XIII.	59°	58°	58°
XIV.	$75\frac{1}{2}^{\circ}$	75°	—
XV.	70°	$67\frac{1}{2}^{\circ}$	65°

Was für Folgerungen lassen sich nun aus dieser tabellarischen Zusammenstellung ziehen? Von den acht verwertbaren Messungen zeigt die Mehrzahl eine Neigungsänderung an. Nur bei den Pfählen VI und XIII ist die Lage annähernd dieselbe geblieben. Bei den Pfählen I, IX, X, XII und XV ist die Änderung in demselben Sinne erfolgt: die Pfähle sind gehängeabwärts gedreht worden. Nur Pfahl IV macht hiervon eine Ausnahme, indem er eine Drehung im entgegengesetzten Sinne erfahren hat.¹⁾

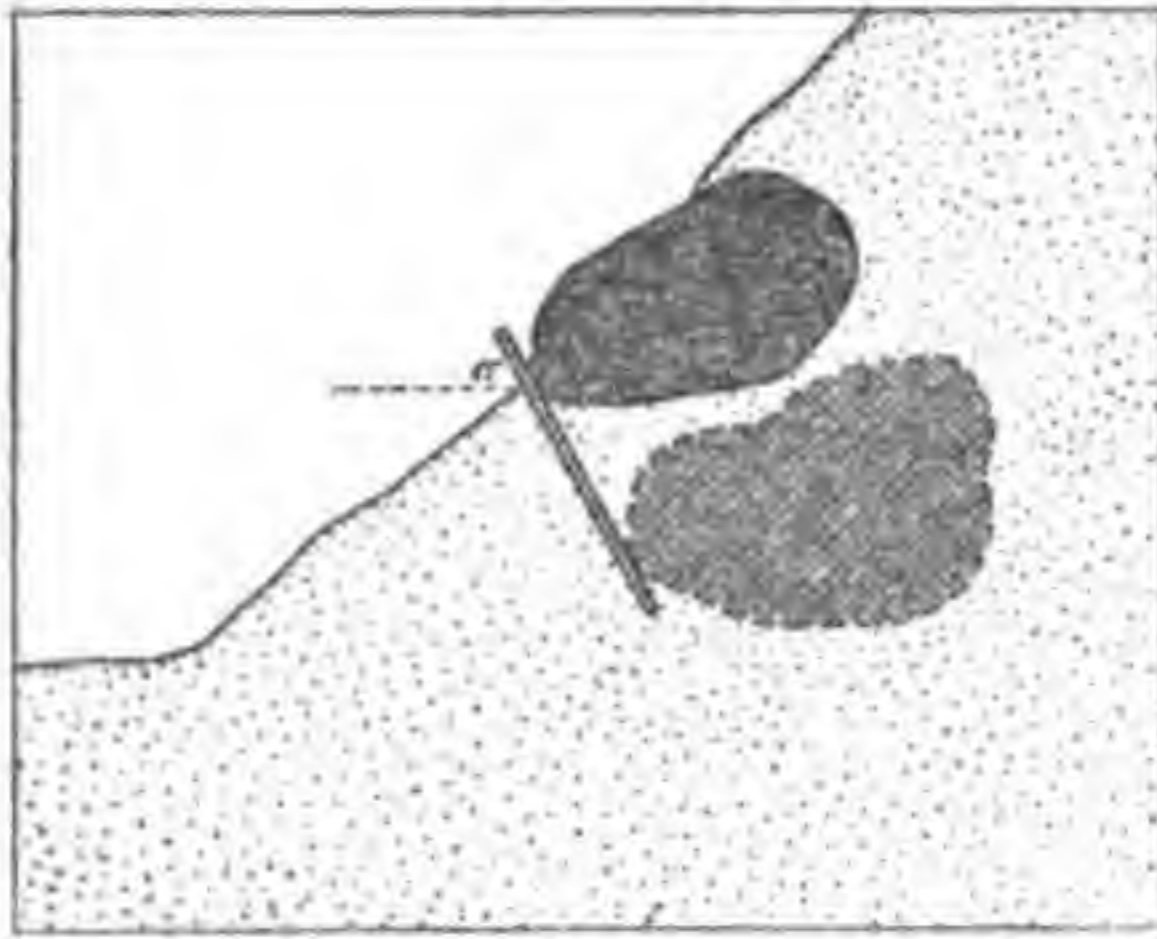
Diese Veränderung in der Neigung der Pfähle kann aber von keiner anderen Kraft hervorgerufen worden sein als durch den Druck der Gesteinsblöcke, welche somit in der Tat Bewegungen auszuführen scheinen. Vom rein physikalischen Standpunkte aus wird uns dies auch nicht einmal fremdartig erscheinen; denn die Schwerkraft, welche auf den im Gehängeschutt befindlichen Gesteinsblock einwirkt, können wir in zwei Komponenten zerlegen, von denen die eine das Bestreben hat, den Gesteinsblock in den Schutt hineinzupressen, während die andere ihn parallel dem Gehänge abwärts zu bewegen sucht. Nun wird zwar im allgemeinen diese letzte Komponente die schwächere sein,²⁾ aber es kommt für eine eventuelle Bewegung ausserdem der Widerstand in Betracht, welcher dieser Bewegung entgegengestellt wird, und dieser Widerstand wird durch

¹⁾ Dass bei allen Pfählen auch bei der zweiten Nachprüfung der Block noch genau an der Breitseite des Pfahles anlag, bedarf wohl keiner besonderen Betonung.

²⁾ Die beiden Komponenten wären bei einem Böschungswinkel von 45° gleich gross; da dieser Winkel jedoch meist kleiner ist, so wird die senkrecht zur Neigungslinie wirkende Kraft überwiegen; indes kommen gerade an dem Wege, den wir zur Beobachtung verwandten, Böschungen bis zu 50° des öfteren vor.

die Strasseneinschnitte für die parallel der Böschung wirkende Komponente wesentlich reduziert, so dass hierdurch sehr wohl die an und für sich schwächere Komponente die wirkungsvollere werden kann. — In welcher Weise nun diese Abwärtsbewegung der Blöcke im einzelnen vorsichgeht, entzieht sich vorläufig unserer Kenntniss vollkommen. Vielleicht spielt auch hier das in den Sandsteinschutt einsickernde Wasser noch eine Rolle, indem es die durch die Abwärtsbewegung des Blockes zusammengepressten Sandmassen wieder auseinanderführt und so die Bedingungen zu einer weiteren Bewegung des Blockes schafft.

Gleichsam prädestiniert zu diesen Bewegungen sind natürlich diejenigen Blöcke, deren Gestalt und Lage einer Abwärtsbewegung am günstigsten sind, d. h. langgestreckte Felstrümmer, deren Längsachse in der Richtung der Bewegung liegt. In dieser Tatsache werden wir übrigens zweifellos auch den Grund dafür zu erblicken haben, dass alle von uns herausgezogenen Blöcke, wie wir oben gesehen, eine derartige Form aufweisen. Natürlich werden auch die anders orientierten und anders geformten Blöcke von der Schwerkraft erfasst; aber nur die günstig orientierten werden der Schwerkraft talwärts zu folgen vermögen.



Figur 4: Die Drehung des Pfahls IV.

Die andersartige Bewegung des Pfahls IV widerspricht nun allerdings scheinbar einer derartigen Abwärtsbewegung. Vielleicht aber lagerte an dieser Stelle in grösserer Tiefe noch ein anderer Block, welcher aus irgend einem Grunde sich stärker bewegte, infolgedessen gegen den unteren Teil des Pfahls so stark drückte, dass hieraus eine steilere Stellung des Pfahls resultierte, die sich in der Vergrösserung des Winkels α ausdrückte (Figur 4).

Überhaupt stehen wir auf dem Standpunkt, dass, wie auch einleitend bereits bemerkt, diese Erscheinung durch die mitgeteilten Beobachtungsreihen keineswegs genügend erforscht ist, sondern dass erst durch einige Jahre fortgesetzte Messungen dieser Art ein endgiltiges Urteil hierüber gefällt werden kann. Immerhin ist schon jetzt die Wahrscheinlichkeit gross, dass eine derartige Abwärts-

bewegung der Gesteinsblöcke im Gehängeschutt tatsächlich stattfindet, und dass es sich hier um eine neue Art der Abtragung handelt, welche, an und für sich geringfügig, durch Summierung an Zeit und Raum sehr wohl von Einfluss auf die Oberflächenform werden kann.

Umfangreichere Beobachtungen stehen uns zur Verfügung, wenn wir uns jetzt den Rutschungen des Gehänges zuwenden. — Rutschungen stellen in unserem Gebiet eine weit verbreitete Abtragungsform dar; da aber alle derartigen Gleitbewegungen lockerer Massen eine intensive Durchtränkung, eine schlammartige Konsistenz des Bodens zur Voraussetzung haben, so werden wir es erklärlich finden, dass dem ausserordentlich durchlässigen Sandsteinschutt derartige Erscheinungen im allgemeinen fremd sind. Dagegen finden wir überall, wo die Natur oder der Mensch die Plänergehänge angeschnitten hat, diese Abtragungsform weit verbreitet. Besonders in nassen Frühjahren stellen sich allenthalben Rutschungen ein. So fand ich auf einer Wanderung in dem jungen und daher noch steilwandigen, tiefen Plänertal, welches von der Karlsberg-Cudovaer Chaussee hinüberleitet nach Dörnikau, den Weg mehrmals überschüttet mit dem von den steilen Gehängen herabgerutschten tonigen Plänerschutt, und an dem Abbruchrand des Plänersockels im Norden von Dörnikau spielen derartige Rutschungen eine grosse Rolle. — Für den Menschen sind jene Rutschungen in Verbindung mit der Abspülung von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit. Die Plänergehänge sind infolge der Neigung zu Rutschungen so wenig stabil, dass man sie nur ungern zur Anlage von Feldern verwendet. In Johannistal erzählte mir ein alter Bauer, dass zwar jedem Dorfbewohner ein Streifen Land an dem Abhang gehört, dass aber nur die wenigsten ihn beackern. Denn einmal sei an eine Bearbeitung des Bodens mit dem Pflug nicht zu denken, vielmehr müsse das Erdreich mit der Hacke umgeworfen werden, und zum andern käme, sobald das Erdreich seines schützenden Pflanzenkleides beraubt wird, nach jedem Regenguss eine solche Menge Erdreich herunter, dass man bisweilen den kostbaren Boden in Körben wieder hinauftragen müsse. Die Bewohner haben es hier daher vorgezogen, die Plänergehänge als Wiesen zu benutzen und ihre Äcker, soweit es möglich ist, auf der Plänerhochfläche anzulegen. Ähnliche Erscheinungen wiederholen sich an allen Stellen, wo das Wasser tiefe Furchen in der Plänerlandschaft gezogen hat. Die Abhänge sind entweder mit Sträuchern oder Bäumen bepflanzt oder sie werden als Wiesen benutzt; nur im Notfalle legt der Mensch trotz Rutschung und Abspülung hier seine Äcker an. — Jung vernarbte Ausrutschnischen finden sich in grösserer

Anzahl in den Plänergehängen des Friedersdorfer Wassers bei der Kolonie Johannistal. Auf dem Privatwege von der Assmusstrasse nach den Wilden Löchern konnte ich selbst eines Tages eine solche Rutschung in all ihren Einzelheiten beobachten; und in dem Gebiet des Kieslingwalder Tones finden sich ebenfalls an den verschiedensten Stellen Abrutschungen der Verwitterungsprodukte dieser Gesteine. Die vielen kleinen Rutschungen an den Strasseneinschnitten und den Gehängen der Wasserläufe im Gebiet der plänerartigen Gesteine, welche einzeln anzuführen naturgemäss zu weit führen würde, bestärken uns in der Ansicht, dass die Rutschungen für die Oberflächenform der Plänerlandschaft von grosser Bedeutung sind, indem sie in Verbindung mit der kleinstückigen Verwitterung dieser Gesteine dazu beitragen, jene sanften, flachwelligen Formen zu schaffen, durch welche die Plänerlandschaften ausgezeichnet sind.

Abgesehen von der Bewegung der Blöcke in dem Fusshang der Quadersandsteine und den Rutschungen im Verbreitungsgebiet der plänerartigen Gesteine scheint der Boden stabil zu sein. Anzeichen für ein „Kriechen“ des Gehängeschuttes im Sinne Götzingers¹⁾ lassen sich nirgends feststellen. Denn die allenthalben wahrzunehmende „Diskordanz“²⁾ von Sandsteinblöcken auf verwittertem Pläner (z. B. am nördlichen Gehänge des Frommeltweges) muss wohl in unserem Falle als Verschwemmung einzelner Trümmer der Schutthalden gedeutet werden. —

Der Mensch übt im allgemeinen keinen wesentlichen Einfluss auf die Gestaltung einer Landschaft aus. Wir haben oben bereits wiederholt darauf hingewiesen, dass durch die Anlage von Strassen, durch das Einschneiden in die am Fusse angehäuften Verwitterungsprodukte eine mittelbare Verstärkung der Abtragung durch den Menschen herbeigeführt wird. In anderen Gebieten wird hiermit der Einfluss des Menschen erschöpft sein; in dem von uns bearbeiteten aber liegen die Verhältnisse anders. Der Quadersandstein liefert ein im allgemeinen sehr brauchbares Baumaterial³⁾ und wird daher in zahlreichen Brüchen abgebaut. Nicht nur am Spiegelberg und an der Friedrichsgrunder und Wünschelburger Lehne, sondern allenthalben leuchten bei schönem Sonnenschein dem Wanderer schon von weitem

¹⁾ Götzinger: a. a. O. Seite 37 ff.

²⁾ Götzinger: a. a. O. Seite 38.

³⁾ Der widerstandsfähigste Sandstein dürfte zweifellos der Sandstein der Friedrichsgrunder Lehne sein, der jedoch seiner Härte wegen einmal zu hohen Arbeitslohn erfordert (siehe unsere Ausführungen auf Seite 114) und ausserdem für Skulpturarbeiten in der Tat zu hart sein soll. Man zieht aus diesem Grunde gewöhnlich den mittelturonen Sandstein der Wünschelburger Lehne vor

helle Schutthalden gewaltiger Steinbrüche entgegen. Der Abbau ist ein so intensiver, dass es in der Tat nicht angängig erscheint, die Betrachtung der Abtragungsvorgänge zu schliessen, ohne einen kurzen Einblick darin gewonnen zu haben, in welcher wirksamer Weise der Mensch hier die Abtragung fördert. Gegenüber den Massen, welche durch die Tätigkeit des Menschen jährlich den Sandsteinfelsen entzogen werden und entweder als Bausteine exportiert oder als nutzloses Material auf den Halden aufgehäuft werden, erscheint die Abtragung durch die Natur selbstverständlich minimal. Eine einzige Firma¹⁾ allein führt aus zwei Steinbrüchen, welche allerdings zu den grössten gehören, dem Wünschelburger und dem Friedersdorfer, jährlich 4068 cbm an Baustein aus²⁾ und muss zu deren Gewinnung etwa 20 900 cbm Felswände jährlich abbauen.³⁾

Wenn man nach diesen Zahlen versuchen wollte abzuschätzen, wieviel cbm Felswände in einem Jahre überhaupt in dem ganzen Gebiet vom Menschen abgetragen werden, so dürfte der Betrag von 100 000 cbm eher zu niedrig als zu hoch gegriffen sein. Dass ein derartig hoher Betrag auf die Dauer nicht ohne Einfluss auf das Landschaftsbild sein kann, versteht sich von selbst.

¹⁾ Es ist die bekannte Firma *Carl Schilling*, welche mir in grösster Zuvorkommenheit die im Text folgenden Daten mitteilte.

²⁾ Und zwar aus dem Wünschelburger Steinbruch 3768 cbm und aus dem Friedersdorfer 300 cbm.

³⁾ Diese verteilen sich folgendermassen :

Wünschelburger Steinbruch etwa 18 800 cbm,
Friedersdorfer Steinbruch etwa 2 100 cbm.

Kapitel III.

Oberflächen- und Felsformen im Gebiet der schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen.

Nachdem wir nunmehr den geologischen Aufbau sowie die Verwitterung und Abtragung im einzelnen kennen gelernt haben, begeben wir uns in das Gelände, um bei einer Wanderung durch das gesamte Gebiet nachzuprüfen, ob und in welcher Weise sich die Eigentümlichkeiten der Landschaft von diesen beiden Faktoren ableiten lassen.

Es wird sich kaum ein zweites Formationsgebiet in Schlesien finden lassen, welches eine so ausgeprägte Eigenart besitzt, wie das der Kreide an der schlesisch-böhmischen Grenze. So verschieden ist das Relief der Kreidelandschaft von den sanften Formen des Urgebirges oder den Kuppen des Porphyrs im Waldenburger Bergland, dass es nur eines Bildes aus jenen Gebieten bedürfen wird, um bei der später folgenden Schilderung der Kreidelandschaften die kennzeichnende Eigenart dieser Gebiete herauszufinden. —

Tafel V. Abb. 11. zeigt uns einen Ausblick vom Nordabhange des Ebersdorfer Kalkberges (Devon) auf die Neudorfer Berge. Aus der nur wenig modellierten Feldlandschaft des Vordergrundes (Oberkarbon) erheben sich jene mannigfachen Rücken und Kuppen (Urgebirge und Unterkarbon), welche das Landschaftsbild beherrschen. Nirgends erblicken wir anstehendes Gestein. Die vorwiegend chemische Verwitterung hat die Oberfläche des Urgebirges und der paläozoischen Gesteine (Konglomerate, Schiefer, Kalkgesteine) in eine mächtige Lehmdecke eingehüllt und in Verbindung mit dem wechselnden Widerstand, den die verschiedenen Gesteine der Verwitterung und Abtragung entgegengestellt, jene sanften Rückenformen geschaffen.

Und nun wandern wir durch das Waldenburger Bergland, vorbei an den hoch aufragenden glocken- oder kuppenförmigen Porphyrstöcken und weiter durch das flachwellige Rotliegende des Braunauer Ländchens hinüber nach dem Kreidegebiet von Adersbach und Weckelsdorf¹⁾.

¹⁾ Nach Niederschrift dieser Arbeit erschien eine kleine Abhandlung *W. Petrascheks* über die Oberflächen- und Verwitterungsformen von Adersbach und Weckelsdorf (Jahrbuch der K. K. Geolog. Reichsanstalt, 1908. Bd. 58, 4. Heft). Die Arbeit konnte leider nur noch zum Teil berücksichtigt werden, enthält aber auch kaum wesentlich neue Gesichtspunkte, soweit unser eigentliches Thema in Betracht kommt. Bezüglich der tektonischen Verhältnisse in der Adersbach-Weckelsdorfer Mulde scheinen die Forschungen Petrascheks jedoch zu wichtigen, von der bisherigen Auffassung wesentlich abweichenden Resultaten zu führen; jedoch müssen ausführliche Mitteilungen hierüber abgewartet werden.

Mögen wir nunmehr unseren weiteren Marsch bei Friedland im NO beginnen oder auch von der entgegengesetzten Seite her, von Qualisch aus, den Felsenstädten von Adersbach und Weckelsdorf zustreben, auf beiden Seiten steigt mauerartig mit sehr scharfem Absatz die unterste Stufe der Kreideablagerungen, der cenomane Quader, aus dem flachwelligen Untergrund des Rotliegenden heraus (Tafel I. Abb. 1). Das Fehlen kleinstückiger Verwitterung in Verbindung mit der vertikalen quaderförmigen Zerklüftung hat hier eine gewaltige Felswand entstehen lassen, deren Quadermassen mit ihren am Fusse sich anschmiegenden Trümmerhalden dem Wanderer schon aus grosser Ferne entgegenleuchten. Dieser bis zu 700 m ansteigende waldige Höhenrand (der Riegel mit dem Kraupenberg bei Qualisch 704 m, der Wachberg 701 m) umgibt als steile Randerhebung das gesamte Kreidegebiet und macht sich in elliptischem Bogenzuge so auffallend in dem Landschaftsbilde geltend, dass ihm auch die politische Grenze von Preussisch-Albendorf über die Gegend von Schömberg bis in die Nähe Friedlands sich anschliesst¹⁾. Haben wir diese scharf nach aussen abbrechende Randerhöhung des Kreidegebietes erklommen, so breitet sich eine flachwellige Hügellandschaft vor uns aus, welche sanft nach dem Muldeninnern zu geneigt ist. Wir befinden uns in dem das Cenoman überlagernden Plänersandstein, dessen leichte Zerstorbarkeit zur Bildung jener fast horizontalen, nur wenig modellierten Fläche geführt hat. Nach kurzem Marsche aber erhebt sich aus diesem Untergrunde ein steiler Rand (Hottendorf, Merkelsdorf), welcher uns auf die eigentliche Plänerfläche hinaufführt. Die grössere Härte des Pläners gegenüber dem leichter zerfallenden mergeligen Plänersandstein kommt also in dem Relief auf das allerdeutlichste zum Ausdruck. Aber auch die Lagerung der Schichten steht im engsten Zusammenhang mit der Oberflächenform; denn jene Plänerhochfläche, welche wir bei Hottendorf erreicht hatten, und welche, der Verwitterung des Pläners entsprechend, ein mässig welliges Plateau darstellt, senkt sich wiederum ganz allmählich nach der Muldenmitte zu, wo dann der Pläner untertaucht unter dem mittelturonen Quader. Mit ausserordentlich steilen Gehängen ragt nun diese Stufe aus der Plänerlandschaft hervor. Allerdings ist die ursprünglich zusammenhängende Decke dieses Quadersandsteins nicht mehr erhalten, sondern in eine Reihe klotzartiger Gebirgsinseln aufgelöst; den Zusammenhang unterbrechen schluchtartige Felsengassen, deren Wände durch die quaderförmige Zerklüftung mannigfach

¹⁾ *Partsch* : a. a. O. Seite 90.

zerspalten und durch die Verwitterung zu den wunderlichsten Felsgestalten modelliert worden sind. — Die imposantesten dieser Quaderruinen stellen die genau in der Achse der Syncline gelegenen Felsen von Adersbach und Weckelsdorf dar, deren groteske Schönheit alljährlich Tausende von Touristen herbeilockt. Weniger bekannt, aber nicht minder romantisch ist ein südöstlich benachbartes Massiv des oberen Quadersandsteins, der Vostaz (700 m); es liegt ebenfalls genau in der Mittellinie der Mulde, „mit scheinbar unersteiglichen Felsen aufstrebend aus den fruchtbaren Plänerhügeln, welche das Fundament des unteren Quaders verhüllen“.¹⁾

Auch der dritte bedeutende Rest der einstigen Decke mittelturonen Quadersandsteins, der obere Quader der Braunauer Lehne, hebt sich, ebenso wie die vielen kleineren Quaderruinen, äusserst scharf im Landschaftsbilde ab. Der Braunauer Stern (vom tschechischen *steny* = die Wände) ist der besuchteste Gipfel dieses schroffen, schmalen Randgebirges, das ohne sicheren Gesamtnamen als eine Sprachgrenze von unübertrefflicher Schärfe das Braunauer Ländchen vom Politzer scheidet und noch auf böhmischem Boden der Höhe von 800 m sich nähert, ehe es sich anschliesst an die Heuscheuer²⁾.

Der stete Wechsel steil aufragender Gebirgsstufen und sanft nach dem Muldeninnern sich senkender Hochflächen, auf welchen die steilwandigen Quaderklötze inselartig aufgesetzt sind, ist also in gleicher Weise ein Produkt des geologischen Aufbaus wie der Gesteinsbeschaffenheit der einzelnen Stufen (vor allem der Verwitterung); und diese gesetzmässige Eigentümlichkeit des Reliefs ist so augenscheinlich, dass wir sie bei jeder Wanderung durch das Gebiet verfolgen können, mögen wir von Halbstadt ausgehend die Route Dittersbach-Bodisch-Weckelsdorf-Adersbach-Qualisch einschlagen oder unsere Wanderung bei Trautenau beginnen und über Parschnitz-Petersdorf-Preussisch Albendorf-Berthelsdorf nach Merkelsdorf und weiter nach Friedland marschieren.

In der nördlichen Spezialmulde tritt der Zusammenhang zwischen Oberflächengestaltung und geologischem Aufbau nicht minder deutlich zutage. Infolge des Fehlens des Cenomanquaders und des Vorherrschens des weichen Plänermergels ist der Absatz der Kreideformation gegen den dyadischen Porphyry nur sehr wenig deutlich

¹⁾ *Partsch*: a. a. O. Seite 91.

²⁾ *Partsch*: a. a. O. Seite 91.

im Landschaftsbilde zu erkennen, und die allmähliche Neigung des Geländes nach dem Muldeninnern zu (Neuen) entspricht in klarster Weise der Lagerung der Schichten.

So gesetzmässig das Relief der Adersbach-Weckelsdorfer Kreidelandschaft als Ganzes erscheint, so kompliziert werden die Verhältnisse, sobald wir uns Einzelheiten zuwenden. Wir wollen im Augenblick absehen von den bizarren Verwitterungsformen der Felsen des Quadersandsteins und nur einen Augenblick verweilen bei der Frage, welche Kräfte die anscheinend ganz regellose Verteilung des mittel-turonen Quaders bewirkt haben können. Dass einst der Quadersandstein von Adersbach als gleichmässige Decke die älteren Schichten überlagerte, darüber kann ein Zweifel nicht mehr bestehen. Die allenthalben erhaltenen Reste, welche wie Zeugenberge auf dem Plänersockel ruhen, beweisen eine ehemalige gleichmässige Ausbreitung dieser Ablagerungen auf das klarste. Welche Kräfte aber können derartige Lücken in dem festen Gefüge dieser Stufe hervor gebracht haben? Hat etwa das Kreidemeer selbst bei seinem Rückzug einen Teil seiner eigenen Sedimente wieder zerstört und mit fortgeführt, oder haben Verwitterung und Abtragung im Laufe vieler, vieler Jahrtausende immer wieder an den Felsen genagt, bis schliesslich nur noch die heute sichtbaren Ruinen übrig blieben? Unsere Erkenntnis versagt bei diesen Problemen vollkommen; nur eins scheint uns sicher: wenn die Verwitterung und Abtragung jene Massendefekte hervorgerufen haben, dann muss in vergangenen Zeiten die Bedeutung jener Kräfte eine ungleich grössere gewesen sein als in unseren Tagen, und es müssen sich Kräfte an der Abtragung der Gebirge beteiligt haben, welche wir heute nicht mehr wirken sehen. Denn selbst bei der allergrössten Summierung an Zeit können die kleinen Rinnsale und Bäche, welche heute die Landschaft durchziehen und als einzige einigermaßen wirkungsvolle abtragende Kräfte in Betracht kommen, eine derartige Riesenarbeit nicht geleistet haben, und Talterrassen, die auf ein früher weiter ausgedehntes Flussbett und eine grössere Abtragungsfähigkeit schliessen lassen würden, fehlen bei der Mehrzahl von ihnen. Wir können ausserdem, von dem hochgelegenen Kreideeiland ausgehend, uns nach jeder beliebigen Richtung wenden und werden doch in keiner der weiten Flächen auf sandige Aufschüttungen grösseren Stils stossen, wie es bei einer Abtragung durch fliessendes Wasser doch zu erwarten wäre. Im Gegenteil, fast allseitig leuchten uns die Ackerflächen in saftigem Rot entgegen, und die Feldleesteine beweisen auf das deutlichste, dass das Rot-

liegende frisch zutage tritt und von einer Bedeckung mit herabgeschwemmten Sandmassen keine Rede sein kann. — Je mehr wir uns in die Einzelheiten des Reliefs vertiefen, um so stärker wird in uns die Überzeugung, dass nur eine einzige Kraft imstande gewesen sein kann, eine derartige Oberflächenform zu schaffen: der Wind. Nur die abtragende Tätigkeit des Windes (Ablation = Deflation Walthers) wirkt flächenhaft; nur sie kann ganze Gesteinsdecken abtragen und derartige Formen schaffen, wie wir sie in der Kreidelandschaft von Adersbach-Weckelsdorf gesehen haben. — Wir werden im Schlusskapitel noch einmal auf dieses Problem zurückkommen und wenden uns jetzt dem zweiten Gebiet zu.

Vom Rotliegenden der Wünschelburger Gegend aus erscheint die Heuscheuer als derselbe steil aufragende Gebirgsklotz, wie wir ihn in der Braunauer Lehne soeben kennen gelernt haben (Tafel VI. Abb. 12). Sobald wir jedoch diesen steilen Rand erklimmen haben und von dem Plänerplateau von Karlsberg aus die mächtigen, aus horizontal gelagerten Schichten aufgebauten Mauern der Grossen und Kleinen Heuscheuer und des Spiegelbergs erblicken, erkennen wir den Unterschied gegen die Kreidelandschaft von Adersbach-Weckelsdorf. Die horizontale Lagerung der Schichten¹⁾ drückt dem Landschaftsbilde derartig den Stempel auf, dass das Heuscheuergebirge im Gegensatz zu dem beckenförmigen Stufenland von Adersbach-Weckelsdorf als reines Tafelgebirge bezeichnet werden muss. Die beiden Stufen, welche hier landschaftlich deutlich hervortreten, sind: die Plänerfläche, deren tonige Verwitterungsprodukte die für den Pläner typischen sanftwelligen, weichen Bodenformen geschaffen haben, und das Plateau des Quadersandsteins mit den steil aufragenden kahlen Felswänden. Und diese beiden Stufen machen die kennzeichnende Eigenart der Landschaft nicht nur in dem Heuscheuergebirge, sondern auch in den Reinerz-Nesselgrunder Höhen aus, so dass auch hier in diesem zweiten Abschnitt die Lagerung der Schichten und die verschiedenartige Verwitterung der beiden Gesteinsarten, der Quadersandsteine und der plänerartigen Gesteine, in Verbindung mit der mannigfachen Modellierung, welche diese Gesteinskomplexe erfahren haben, ausschliesslich das Relief der Landschaft bestimmen. Ebenso wie in Adersbach und Weckelsdorf ist nämlich auch in diesem zweiten Gebiet die zusammenhängende Decke des obersten Quaders vielfach zerstört. Gewaltige Massen sind abgetragen worden, und nur einzelne,

¹⁾ Für die Oberflächenform spielt die geringe Neigung der Schichten von 2°—3° nach SO keine erhebliche Rolle.

inselartig aus dem Plänersockel aufragende Quadermassen geben Kunde von der einstigen Ausdehnung jener grossen horizontalen Schichtentafel, und die ungleich vollständigere Erhaltung des Plänerfundaments¹⁾, welches den grössten Teil der Landschaft einnimmt, führt uns die oben besprochenen Probleme der Abtragung von neuem vor Augen.

Auf einzelne Züge der Landschaft einzugehen, erscheint fast unnötig. Es ist dasselbe Landschaftsbild, welches uns entgegentritt, gleichgiltig, ob wir von Karlsberg aus zur Heuscheuer emporschauen oder, von Pohldorf nach SW wandernd, die Sandsteintafel des Nesselgrunder Gebirgsstückes mit der Kapuzinerplatte erblicken, oder endlich von den Plänerhügeln im Norden von Reinerz unsere Blicke über die grossartige Tafel schweifen lassen, welche sich von Wallisfurth aus in 2—3 km Breite 15 km weit nordwestwärts über den Spiegelberg bis zu den Wilden Löchern bei Bukowina erstreckt. Ein und dasselbe Gesetz beherrscht das Relief dieser Landschaft: der Wechsel sanftwelliger Plänerebenen und steil mit mauerartigem Absturz aus dieser Platte aufsteigender, horizontaler Quaderruinen, an deren Fuss sich die Trümmerblöcke zu grossen Halden angehäuft haben. Mit welcher peinlichen Sorgfalt dieser Zusammenhang der Oberflächenform mit der verschiedenartigen Verwitterung der betreffenden Gesteine in der Natur zum Ausdruck gelangt, beweisen die schroffen Felsen, mit denen die Sandsteininsel von Goldbach-Utschendorf zum Steinbachtal abfällt, beweisen nicht minder deutlich die steilen, von dem weithin leuchtenden Schloss Waldstein gekrönten Sandsteinhöhen im Osten von Rückers. Südlich des Heuscheuergebirges jedoch, in der Umgebung von Reinerz, wo dieser Wechsel von Pläner und Sandstein infolge des Auskeilens des mittelturonen Quaders gänzlich fehlt, verschwindet sogleich auch die Tafelgebirgslandschaft, und flache Plänerhügel herrschen nun vor. Der steile Rand, mit welchem dann schliesslich der Plänersockel des Heuscheuergebirges abfällt gegen die Tiefenlinie der Dörfer Keilendorf, Tschischney, Kessel, Jacobowitz, bildet eine landschaftlich höchst ausdrucksvolle Grenze des Heuscheuergebirges gegen die kristallinen Gesteine des Dörnrikauer Berglandes.²⁾ Die vielen Felsstürze aber und die zahlreichen Rutschungen, welche gerade an diesem Steilrand wahrzunehmen sind, weisen darauf hin, dass dieser Höhenrand junger Entstehung ist und

¹⁾ Auch *Partsch* ist dieser Gegensatz der Erhaltung aufgefallen. Vergl. *Partsch*: a. a. O. Seite 78.

²⁾ *Partsch*: a. a. O. Seite 74.

die Verwitterung bereits eifrig daran arbeitete, die markante Form zu verwischen und die sanfteren Formen der Plänerlandschaft auch hier zu schaffen.

Die tektonischen Störungen treten in dem Landschaftsbilde des bisher betrachteten Teiles so gut wie gar nicht hervor, vielmehr wird das Relief fast ausschliesslich durch den Wechsel von hartem Quadersandstein und bröckligem Pläner bestimmt. Wenden wir uns jedoch den zungenförmig in das Urgebirge hineinragenden Kreideablagerungen zu, so werden wir auch die Abbruchlinien in der Landschaft ohne Schwierigkeit herausfinden. Besonders im Kronstädter Graben tritt dieser Zusammenhang zwischen der Oberflächengestaltung und den tektonischen Störungen in markanter Weise hervor. Wie in einem Trog lagern hier die eingesunkenen Plänergesteine zwischen dem Glimmerschiefer des Habelschwerdter Gebirges und dem Gneisrücken des Adlergebirges, und der Bruchrand markiert sich mit grosser Schärfe im Landschaftsbilde als Beginn des Steilanstiegs des Urgebirges. In der Kreidesenke selbst bestimmen sanfte Bodenformen, wie sie die Plänergebiete kennzeichnen, das Relief der Landschaft. Nirgends unterbricht ein Rest unverwitterten Gesteins die gleichmässige Ebenheit dieser tonigen Hochfläche zwischen den beiden kristallinen Kämmen. — Nördlich von Kronstadt befindet sich zwischen Kaiserswalde und Reinerz, auf Plänerboden aufruhend, das baumarme Sumpfgebiet der Seefelder, deren ausführliche wissenschaftliche Beschreibung wir Göppert verdanken.¹⁾

Das dritte morphologische Hauptgebiet der schlesisch-böhmischen Kreide ist die Neissesenke. Bezüglich ihrer Oberflächenform steht sie in engstem Zusammenhang mit der Kreidelandschaft von Kronstadt, mit der sie, wie wir uns aus dem geologischen Abschnitt erinnern, den tektonischen Bau gemein hat, und da ausserdem der grösste Teil beider Gebiete von Gesteinen eingenommen wird, welche petrographisch auf das engste miteinander verwandt sind, so wird es uns nicht überraschen zu sehen, dass das Relief in den beiden Gebieten ausserordentliche Ähnlichkeit aufweist. Von den beiden Urgebirgsrücken flankiert, erscheint uns die dazwischen eingeschaltete Kreideformation der Neissesenke als eine mehr oder weniger ebene Hochfläche, die sich ein wenig nach dem etwas mehr dem westlichen Abbruchrande genäherten Neissetal abdacht. Die fast horizontale

¹⁾ *H. B. Göppert*: Über die Seefelder in der Grafschaft Glatz und die Torfbildung auf denselben. 32. Jahresbericht der Schles. Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau 1854.

Lagerung der Schichten und der feinstückige Zerfall, der dem Kieslingswalder Ton in derselben Weise eigen ist wie dem Pläner, haben auch hier in dem Neissegebiet eine leicht gewellte Oberfläche geschaffen, so dass der gesetzmässige Zusammenhang, welcher den geologischen Aufbau und die Verwitterung mit der Oberflächen-gestaltung verbindet, hier noch einmal in der grossartigsten Weise zum Ausdruck kommt. — Bei der leichten Zerstörbarkeit der auftretenden Kreidgesteine kann man im allgemeinen die Grenze der Formation als einen auffälligen Absatz gegen den steilen Abfall der Flankengebirge in dem Relief der Landschaft wiedererkennen, so vor allem in dem südlichsten Ende der Neissesenke, wo sich das Tal zwischen Bukowitz und Schildberg kesselförmig erweitert und steil aufragende Urgebirgsmassive allseitig die Kreidesenke scharf und natürlich begrenzen. Wenn jedoch ältere Glieder der Kreideformation, vor allem der cenomane Quader oder aber auch der gegenüber dem Kieslingswalder Ton schwerer verwitternde Pläner an den Rändern geschleppt zutage treten, dann wird die Schärfe des Absatzes gemildert und der Übergang vom Randrücken zur Neisseniederung ein ganz allmählicher, sofern nicht der Quadersandstein einen stufenförmigen Anstieg vermittelt.

Die obere Abteilung des Kieslingswalder Systems, der Kieslingswalder Sandstein, tritt infolge seiner grösseren Härte im Landschaftsbilde deutlich hervor, wenn auch nicht in der Form steiler, felsiger Mauern, wie wir es beim Quadersandstein gesehen hatten. Die tonigen Beimengungen, die wir bei der Beschreibung des Kieslingswalder Sandsteins erwähnten, bedingen doch bereits einen rascheren Zerfall, so dass zwar an beiden Stellen, wo sich der Kieslingswalder Sandstein erhalten hat, deutlich ausgeprägte Erhebungen einige Abwechslung in die monotone Ebenheit der Landschaft hineinbringen, ohne indes den grotesken Charakter der Quadersandsteinwände zu besitzen. — Südlich von Mittelwalde windet sich die Strasse mühsam den Abhang des Kieslingswalder Sandsteins hinauf, und ist man am höchsten Punkte angelangt, so erblickt man von diesem Pass aus nach Norden und Süden das nämliche Landschaftsbild: hier die Hochfläche von Grulich-Schildberg, dort das flach gewellte Gelände der Neissesenke bei Mittelwalde.

In seinem Hauptverbreitungsgebiet, dem Winkel zwischen Kieslingswalde und Alt-Waltersdorf, tritt der Kieslingswalder Sandstein als eine die tonige Niederung um etwa 100—150 m überragende Platte sehr scharf im Relief der Landschaft hervor (Tafel II. Abb. 5). Enge, schroffwandige Täler haben diese Platte vielfach zerfurcht und in eine

Reihe steil aufragender Berge aufgelöst, deren markantester Vertreter der Kapellenberg südlich von Kieslingswalde ist. Noch einmal erkennen wir hier bei der Gruppe der Kieslingswalder Berge den nunmehr durch das gesamte Gebiet der schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen verfolgten genetischen Zusammenhang zwischen dem Aufbau und der Verwitterung einerseits und dem Relief der Landschaft andererseits. Denn diese anmutige Berggruppe ist so ausschliesslich durch den Wechsel von Kieslingswalder Ton und Kieslingswalder Sandstein und die verschiedene Verwitterung dieser beiden Ablagerungen bestimmt, dass mit der Verbreitungsgrenze des Kieslingswalder Sandsteins auch die Grenze der Kieslingswalder Berge zusammenfällt. —

Wir gelangen nunmehr zu dem letzten Abschnitt unserer Ausführungen, der Betrachtung der Verwitterungserscheinungen, die wir an den Felsen wahrnehmen können; und zwar handelt es sich an dieser Stelle ausschliesslich um die Verwitterungsformen des Quadersandsteins, denn alle plänerartigen Gesteine sind infolge der ihnen eigenen kleinstückigen Verwitterung nur sehr selten als anstehendes Gestein anzutreffen, und wo dies wirklich einmal der Fall ist, zerfallen diese Gesteine viel zu leicht, als dass die Verwitterungskräfte ihre Spuren an ihnen eingraben könnten und diese Spuren dann auch erhalten blieben. Das Studium der Verwitterungsformen der Quadersandsteinfelsen aber wird uns gleichzeitig in den Stand setzen, ein endgiltiges Urteil über die oben berührte Frage zu fällen, ob der Wind wesentlich bei der Herausarbeitung des Reliefs der schlesisch-böhmischen Kreidelandschaft mitgewirkt hat.

Wenn wir, von Wünschelburg kommend, die senkrechten Wände des Mittelquaders erreicht haben oder am Eingange der Adersbacher oder Weckelsdorfer Felspartien stehen, fallen ausser den mit eckigen Blöcken besäten Halden vor allem die grotesken Felspfeiler auf, die wie Orgelpfeifen aneinandergereiht stolz gen Himmel emporragen. Und wenn wir uns dann in die Felslabyrinth hineinbegeben und nach weiteren Verwitterungsformen Umschau halten, so tritt uns an den Sandsteinwänden eine Fülle der rätselhaftesten Gebilde entgegen. Hier erregen hohlkugelförmige Vertiefungen von beträchtlichen Dimensionen (Durchmesser meist 30—40 cm oder darüber) unsere Aufmerksamkeit (Tafel VII. Abb. 13), dort erblicken wir, an den Schichtenfugen sich entlangziehend, eine mannigfache Reihe von Höhlen und Löchern, zwischen denen sanduhrförmige Pfeiler stehen geblieben sind (Tafel VII. Abb. 14). Bisweilen sind auch kleinere Höhlchen regellos über einen Teil der Felswand verteilt und erinnern dann in allen Einzelheiten an die Bienenwabenstruktur und Steingitter

Walthers¹⁾ (Tafel VIII. Abb. 15). An anderen Stellen wiederum erblicken wir Felswände, welche durch Hohlkehlen und vorspringende Leisten eigentümlich modelliert sind (Tafel VIII. Abb. 16). Aber auch hiermit ist die Reihe rätselhafter Gebilde immer noch nicht erschöpft. Wenn man Zeit genug hat, einige Tage in dem landschaftlich so überaus anziehenden Kreidegebirge herumzustreifen, wird man des öfteren auf ganz sonderbare Felsgestalten stossen. Auf schmalem Fusse ruhen mächtige Gesteinsplatten auf, so dass das Ganze wie ein riesiger Pilz aussieht (Tafel X. Abb. 19). Auf dem „Käsebrett“, östlich von der Scholasterdrehe, finden sich derartig gestaltete Felsen in grosser Zahl. — An vielen anderen Stellen aber (z. B. auf dem Hampelfeld, dem Heuscheuergipfel, in den Wilden Löchern, auf der Braunauer Lehne und anderwärts) begegnet man noch eigentümlicheren Gestalten; auch sie tragen auf zierlichem Unterbau eine mächtige, allseitig überhängende Felskappe und erscheinen, von W oder O aus gesehen, ebenfalls als gewaltige Pilze (Tafel IX. Abb. 17). Sobald man sich aber von N oder S diesen Felsen nähert, erkennt man, dass es sich um langgestreckte Formen mit scharf ausgeprägter Schmal- und Breitseite handelt, für die der Name Hammerfelsen am passendsten erscheint (Tafel IX. Abb. 18). Wie Gebilde aus der Wüste ragen diese gewöhnlich ca. $\frac{1}{2}$ m breiten, 3—4 m langen und ca. 2—3 m hohen Felsen aus den dichten Schonungen heraus, und ihre durch Riefen und Rillen mannigfach modellierten Seitenwände erhöhen so recht den eigenartigen Eindruck, den diese letzten Reste einer einst weite Flächen bedeckenden Sandsteintafel in dem Wanderer hervorrufen. Versuchen wir nunmehr festzustellen, wie diese verschiedenen Verwitterungsformen entstanden sind.

Da wir in dem zweiten Teile unserer Abhandlung die in der Gegenwart sich vollziehenden Verwitterungsvorgänge ausführlich dargestellt haben, so sollte man auf den ersten Blick meinen, einem derartigen Versuch dürften keinerlei Schwierigkeiten entgegenstehen. Aber die modellierenden Kräfte der Verwitterung und Abtragung setzten doch bereits mit dem Augenblicke ein, als die Kreidesedimente aus dem Meeresboden empor tauchten; wir können mithin die uns heute entgegentretenden Felsgebilde nicht als ausschliesslich unter den jetzigen Bedingungen entstanden ansehen, sondern müssen vielmehr daran festhalten, dass die beobachteten Erscheinungen aus einer Übereinanderlagerung verschiedener Verwitterungsformen resultieren, von Formen, welche zu verschiedenen Zeiten und unter

¹⁾ J. Walther: a. a. O. Seite 36.

verschiedenen klimatischen Bedingungen entstanden sind; wir müssen uns daran gewöhnen, in den heute wahrzunehmenden Verwitterungserscheinungen nur das Endergebnis einer langen Reihe von Prozessen zu erblicken, in denen bald diese, bald jene Kräfte stärker modellierend wirkten. Und erst wenn wir in kurzem Überblick die verschiedenen klimatischen Einflüsse kennen gelernt haben werden, denen Ostdeutschland und im besonderen unser Kreidegebirge im Laufe der geologischen Entwicklung ausgesetzt war, erst dann werden wir imstande sein zu entscheiden, welcher Kraft die eine oder die andere Verwitterungserscheinung ihre Entstehung vorwiegend verdanken dürfte. —

Da sich Spuren der Meerestätigkeit seit Beginn der Tertiärzeit in unserem Gebiet nicht nachweisen lassen, so werden wir unsere Betrachtung über die verschiedenen, durch das Klima bedingten Verwitterungsvorgänge naturgemäss mit der Tertiärzeit beginnen müssen. Allerdings vermögen wir in Anbetracht der unendlichen Spanne Zeit, welche seit jener Periode verflossen ist, nirgends Spuren tertiärer Verwitterung und Abtragung mit Sicherheit nachzuweisen,¹⁾ aber dennoch dürfen wir nicht stillschweigend über jene Periode hinweggehen, wird doch gerade im Tertiär bei dem vielfach sich verändernden Klima und den tektonischen Bewegungen, welche die ursprünglich weit ausgedehnte horizontale Kreidetafel in einzelne Schollen zerlegten, eine mannigfaltige Modellierung der Kreidelandschaft stattgefunden haben. — Im Eocän herrschte auch in Mitteleuropa ein feuchtheisses, tropisches Klima, das einen intensiven Zerfall der Gesteine zur Folge gehabt haben wird. Ob ein Mantel von Roterde sich schützend über die jungen, von tektonischen Störungen wohl noch nicht berührten Kreideschichten ausgebreitet haben mag oder gewaltige Regengüsse die Verwitterungsprodukte wieder entfernten, entzieht sich unserer Kenntnis. — In dem zweiten Abschnitt der geologischen Neuzeit, dem Oligocän, setzte nun im Verbreitungsgebiet der alten und inzwischen stark erniedrigten karbonischen Faltengebirge eine Periode intensiver tektonischer Störungen ein, von denen auch die jüngeren Deckschichten, z. B. die

¹⁾ Im Flussgebiet der Glatzer Neisse finden wir zwar an vielen Stellen Beweise dafür, dass die Abtragung durch fliessendes Wasser in vergangenen Zeiten eine intensivere gewesen sein muss als in der Gegenwart; bei dem Fehlen tertiärer Ablagerungen aber ist es nicht möglich, mit Sicherheit zu entscheiden, ob diese stärkere Erosion im Tertiär oder später stattgefunden hat. *Leppla* steht auf dem Standpunkt (a. a. O. Seite 60), dass die Terrassenbildungen in der Hauptsache postglacialer Entstehung sind.

Kreidetafel unseres Gebietes, ergriffen wurden. Durch das Zerbersten der horizontalen Schichtenmassen wurden die Grundzüge der heutigen Oberflächengestaltung herausgebildet, und bei dem subtropischen Klima, welches das Oligocän kennzeichnet, mit trockenheissen Sommern und an Regengüssen reichen Wintern wird ohne Frage eine intensive Umgestaltung des Reliefs der Kreidelandschaft stattgefunden haben. — Im Neogen macht sich eine allmählich immer deutlicher werdende Annäherung an das Klima der Gegenwart bemerkbar. Die Pflanzen vom subtropischen Charakter verschwinden, und Formen der wärmeren gemässigten Zone treten an ihre Stelle. — Und am Schlusse der Tertiärzeit, im Pliocän, herrschte ein dem gegenwärtigen durchaus entsprechendes Klima in unseren Breiten.¹⁾ Geringe Temperaturschwankungen im Verein mit der Abnahme extremer Feuchtigkeitsverhältnisse werden in der damaligen Zeit die mechanische Verwitterung und die Abtragung auf das nämliche Mass reduziert haben, wie wir es in der Gegenwart beobachten.

Eine tiefgreifende Umgestaltung des Klimas und mit ihm der Verwitterungsbedingungen vollzog sich nun mit dem Einsetzen der diluvialen Eiszeit. „Ungeheure Schneemassen fielen im Ufergebiete des nördlichen Atlantik nieder, und auch die Schneefelder des Alpen-systems begannen zu wachsen. In Norwegen und Schweden drängten sich überall Gletscher in die Täler hinein, wuchsen immer höher empor und verschmolzen bald miteinander zu grossen Eisdecken.“²⁾ Von dem nordischen Zentrum ausgehend, ergoss sich nach allen Seiten ein gewaltiger Eisstrom, der im Westen und Norden bald das Meer erreichte, im Süden aber auf ein weit ausgedehntes, in dem milden Klima des Tertiär tiefgründig verwittertes Felsenland stiess, das er sich Schritt für Schritt eroberte. Unaufhaltsam drängte die skandinavische Eisdecke nach Mitteldeutschland hinein, bis die im Tertiär entstandenen Mittelgebirge einem weiteren Vorrücken Halt geboten. — „Ein furchtbarer Kampf entspann sich beim Vorrücken des Eises an der Gletscherkante; denn hier lebte eine alteingesessene Flora und Fauna, welche solange als möglich Widerstand leistete.“³⁾ Aber die gefährliche Nähe der grossen Eismassen bot für eine ständige Flora und Fauna allzu ungünstige Verhältnisse, so dass allmählich die anspruchsvolleren Lebewesen den Rückzug nach den

¹⁾ Vergl. *F. Frech*: Über Eiszeiten und das Klima der geologischen Vergangenheit. Das Weltall. Jahrgang III. Heft 16/17, Berlin 1903, Seite 222.

²⁾ *J. Walther*: Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig 1908, Seite 504.

³⁾ *J. Walther*: a. a. O. Seite 506.

nicht vergletscherten Gebieten Mitteleuropas (im Südwesten Frankreich, im Südosten Ungarn und Südrussland) antreten mussten.¹⁾

Immer lichter wurde die Vegetation am Saume des Inlandeises und immer mehr wurden die deutschen Mittelgebirge ihres Pflanzenkleides entblösst, bis schliesslich das Gestein, sofern es nicht von tertiären Verwitterungsprodukten bedeckt war, nackt und kahl zutage lag. Durch die intensive Sonnenbestrahlung am Tage und die nicht minder extreme Abkühlung in der Nacht musste nun ein lebhafter Zerfall der Gesteine durch den Spaltenfrost vorsichgehen. Zu diesen klimatischen Umwälzungen gesellte sich dann weiterhin, wie die Forschungen Vahls²⁾ und Solgers³⁾ ergeben haben, ein Faktor von grösster Bedeutung hinzu: die Herausbildung starker, trockener östlicher Winde, die sehr wohl im Zusammenhang mit der über den Eismassen sich einstellenden Anticyklone gestanden haben mögen (Eiswind Jentzschs).⁴⁾ —

Wollen wir nunmehr eine Vorstellung davon gewinnen, in welcher Weise unter derartigen klimatischen Bedingungen die Verwitterung modellierend eingewirkt haben mag, so wird es am zweckmässigsten erscheinen, uns für einen Augenblick denjenigen Gebieten zuzuwenden, welche in der Gegenwart noch analoge Bedingungen aufweisen. In Grönland studierte Drygalski⁵⁾ die Verwitterung kristalliner Gesteine und unterscheidet vier Verwitterungsformen, die dort für die Oberflächengestaltung des Gneislandes bestimmend sind, nämlich die Zerteilung des anstehenden Fels in grosse quaderförmige Blöcke durch drei sich schneidende Kluftsysteme, das Abplatzen schalenförmiger Platten von 2 bis etwa 20 cm Stärke, die Abschälung der obersten, wenige Millimeter dicken, polierten Haut und das Zerfallen des an-

¹⁾ Über den Einwand einiger Forscher, dass die Baumwelt sich trotz der Nähe der grossen Eisfelder auf den Mittelgebirgen erhalten haben könnte, vergleiche *A. Nehring*: Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin 1890, Seite 131/132.

²⁾ *M. Vahl*: De kvartaere Stepper i Melleuropa. Geografisk Tidsskrift 16, 1901—02. Kopenhagen 1902, Seite 173 ff.

³⁾ *F. Solger*: Über fossile Dünenformen im norddeutschen Flachland. Verhandlungen des XV. Deutschen Geographentages in Danzig. Berlin 1905, Seite 159 ff. (besonders Seite 165).

⁴⁾ *A. Jentzsch*: Beiträge zum Ausbau der Glacialhypothese in ihrer Anwendung auf Norddeutschland. Jahrbuch der Kgl. Pr. Geolog. Landesanstalt für das Jahr 1884. Berlin 1885, Seite 523.

⁵⁾ *E. v. Drygalski*: Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891—93. Berlin 1897.

stehenden Felsen zu Grus¹⁾. — Aus der Antarktis berichtet Philippi²⁾ sehr ausführlich und klar von den dort beobachteten Verwitterungserscheinungen. „Besonders auf den höheren Teilen des Berges sind in diese erratischen Blöcke³⁾ tiefe Löcher und Rinnen eingebohrt, widerstandsfähigere Teile ausgemeisselt, kurzum, es zeigen sich alle Erscheinungen, die als Windwirkungen aus der Wüste bekannt sind. Ich bin auch der Ansicht, dass es trotz sonstiger klimatischer Verschiedenheit die gleichen Faktoren sind, welche hier wie in der Wüste diese merkwürdigen Erosionserscheinungen hervorrufen, nämlich: grosse Temperaturunterschiede in kurzen Zeiträumen, die eine aussergewöhnlich starke Zertrümmerung des Gesteins zur Folge haben, excessive Trockenheit der Luft und Fortschaffung alles feineren Materials durch heftige Winde.“⁴⁾ Dieselben klimatischen Faktoren waren nun aber, wie wir gesehen, im Diluvium massgebend für die Modellierung der deutschen Mittelgebirge. Erscheint es daher nicht als notwendige Schlussfolgerung anzunehmen, dass auch dieselben Verwitterungsformen in jener Zeit in unserem Gebiet herausgearbeitet wurden? —

Auf den gewaltigen Vorstoss der nordischen Gletschermassen folgte dann in dem zweiten Abschnitt des Diluviums ein allmählicher Rückzug des Inlandeises. Wir brauchen in unserer weiteren Betrachtung nicht die Streitfrage anzuschneiden, ob diese Abschmelzperiode von erneuten, wenn auch schwächeren Vorstössen des Eises unterbrochen wurde und wie oft sich dieser Wechsel eventuell wiederholte, sondern können uns mit der Tatsache begnügen, dass, sei es nach dem ersten grossen Vorstoss des Eises (Haupteiszeit) in einer Interglacialperiode oder nach dem endgiltigen Verschwinden des Eises aus Mitteleuropa, in den ehemals vergletscherten Gebieten ein ausgeprägtes Steppenklima seinen Einzug hielt.

Durch die mit unermüdlichen Eifer durchgeführten Forschungen A. Nehrings⁵⁾ haben wir einen Einblick gewonnen in die Flora und Fauna, welche jene Steppenperiode kennzeichneten. Das damalige Mitteleuropa glich etwa den heutigen ostrussischen und südwestsibirischen Steppengebieten, den „im Frühling von einem bunten

¹⁾ *Drygalski*: a. a. O. Seite 31 ff.

²⁾ *E. Philippi* in: Deutsche Südpolar-Expedition auf dem Schiff „Gauss“ unter Leitung von E. v. Drygalski. Veröffentlichungen des Instituts für Meereskunde und des geographischen Instituts. Heft 5. Berlin, Oktober 1903.

³⁾ Es handelt sich dort um Granit, Gneis, Amphibolit usw.

⁴⁾ *E. Philippi*: a. a. O. Seite 131/32.

⁵⁾ *A. Nehring*: Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin 1890, und *A. Nehring*: Die Ursachen der Steppenbildung in Europa. Geographische Zeitschrift 1895 Seite 152 ff., sowie eine Reihe kleinerer Publikationen.

Blumenteppich bedeckten, im Sommer ausdorrenden und im Winter unter meterhohem Schnee begrabenen Sand- und Lehmwüsten von Transkaspien.“¹⁾

Tiere, welche durch ihren Körperbau auf das schärfste auf ein Leben in der Steppe hinweisen (*Arctomys bobac*, *Spermophilus rufescens*, *Lagomys pusillus*, *Alactaga jaculus* u. a. m.), bildeten die Charaktertiere des damaligen Mitteleuropa. Über die klimatischen Bedingungen jener Zeit wissen wir naturgemäss nur wenig; Vahl versucht in seiner bereits zitierten Studie nachzuweisen, dass trockene Ostwinde die kennzeichnende klimatische Eigenart der Steppenperiode gewesen sein müssen, und Solger gelangt in seinen Untersuchungen über die Dünenformen im norddeutschen Flachlande zu demselben Resultat. — Die zuverlässigsten Rückschlüsse in Bezug auf die ehemaligen Verhältnisse der Vegetation und des Klimas gewähren jedoch ohne allen Zweifel neben den paläontologischen Untersuchungen die Berichte von Reisenden aus denjenigen Gebieten, die in der Gegenwart denselben Bedingungen unterliegen wie Mitteleuropa in der Steppenperiode, den russischen und sibirischen Steppen. Und welches sind nun die klimatischen Eigentümlichkeiten, welche in jeder dieser Reiseschilderungen angeführt werden? Es sind: grosse Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht, mangelnde Bedeckung des Bodens mit Vegetation, ungleichmässige Verteilung der Niederschläge und eine ausserordentliche Entfaltung des Windes. — Es fehlt der Wissenschaft, schreibt Middendorff,²⁾ noch an einem Ausdrucke, unter welchem Stürme zusammengefasst würden, deren Wirkung dadurch viel schrecklicher wird, dass sie in ihrem Laufe Gelegenheit finden, feinverteilte Körper der verschiedensten Art mit sich fortzureissen, die sie jedem Widerstande, auf den sie treffen, entgegenschleudern. „Gleich wie in den afrikanischen Wüsten durch den Samum, so wird auch in den schneearmen südsibirischen Steppen, welche die südlichere Sonne sehr früh von ihrer Winterhülle befreit, Sand und Staub durch die Stürme emporgewühlt. Als Sand- und Staubstürme wüten sie nicht minder verderblich wie die Schneestürme. Was ihnen an Froststrenge abgeht, wird durch die Rauigkeit des Strommaterials überwogen.“³⁾ „Wer es nicht selbst erlebte, hat keinen Begriff von der unwiderstehlichen Gewalt, mit welcher der Sturmwind in seiner äussersten Wucht über die waldlosen nordischen Ebenen als Orkan

¹⁾ *J. Walther*; a. a. O. Seite 509.

²⁾ *A. Th. v. Middendorff*: Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Bd. IV, Teil 1. Seite 384, Petersburg 1867.

³⁾ *Middendorff*; a. a. O. Seite 384/385.

dahinrast: mit grösster Anstrengung vermochte ich kaum, zu verschiedenen Malen gar nicht mehr, mich auf den Beinen zu halten.“¹⁾ In ähnlicher Weise äussert sich *Helmersen* über den Schneesturm in der Orenburger Steppe. „Bei beginnendem Buran wird der Schnee anfangs in langen Streifen dicht über den Boden hingeweht. Mit der Stärke des Windes steigt auch der Schnee höher, verdunkelt die Sonne, und wenn hierzu noch Wolken sich entladen, so sieht man zuletzt nichts als eine dichte undurchdringliche Schneemasse, die mit entsetzlicher Gewalt gepeitscht und gewirbelt wird.“²⁾ Und *Goebel* erzählt an mehreren Stellen seines interessanten Reisewerkes von plötzlichen Wirbelwinden, durch welche sogenannte Sandhosen erzeugt werden, die an steilen Felsen oft zerschellen.³⁾ — Mögen diese Hinweise genügen, um uns zu zeigen, dass in den Steppengebieten Russlands neben den Schneestürmen Staub und Flugsand eine Hauptrolle spielen, zumal da der Wind durchweg lebhaft ist, ja sehr häufig als Sturm auftritt; mögen sie genügen, um zu beweisen, dass die rezenten Steppengebiete nicht nur Gebiete des Staubabsatzes darstellen, wie *Hettner* behauptet,⁴⁾ sondern dass eine Wegnahme der lockeren Bestandteile des Bodens durch den Wind in jenen Gegenden eine überaus häufige und wirkungsvolle Erscheinung bildet.

Nach diesen Darlegungen werden wir nunmehr imstande sein, eine Vorstellung davon zu gewinnen, in welcher Weise die diluviale Steppenperiode die Oberflächengestaltung der deutschen Mittelgebirge beeinflusst haben wird. War in der vorausgegangenen Periode bei der Nähe des Eises und den dadurch bedingten grossen täglichen Temperaturschwankungen vor allem ein ausserordentlich intensiver Zerfall der Gesteine, die Bildung mächtiger Trümmerhalden vorgegangen, so setzte nun in der Steppenperiode bei der Trockenheit des Klimas und dem Fehlen eines schützenden Pflanzenkleides eine Zeit absoluter Herrschaft des Windes ein. Allenthalben wurden die lockeren Detritusmassen aufgewirbelt, gegen die Felsen geschleudert und von neuem vom Winde erfasst; erst an den der vorherrschenden Windrichtung abgewandten Böschungen von Tälern und im Wind-

¹⁾ *Middendorff*: a. a. O. Seite 389.

²⁾ *Gr. v. Helmersen*: Reise nach dem Ural und der Kirgisensteppe 1833—35. Beiträge zur Kenntnis des russischen Reiches. Fünftes Bändchen, Seite 164, St. Petersburg 1841.

³⁾ *C. C. Goebel*: Reise in den Steppen des südlichen Russlands. Dorpat 1838 Bd. I. Seite 138 und 202 (Zitiert nach *Nehring*: Tundren und Steppen, Seite 127).

⁴⁾ *A. Hettner*: Die Felsbildungen der Sächsischen Schweiz. Geographische Zeitschrift IX. Jahrg. Leipzig 1903, Seite 609.

schatten der Höhenzüge gelangten die leicht beweglichen Sand- und Staubmassen zur dauernden Ablagerung. In dieser Zeit entstanden die lössartigen Lehme, welche in ganz Mitteleuropa eine so häufige Erscheinung bilden, entstanden in Schlesien jene Lössmassen, die den flachen Rücken des Pless-Rybniker Hügellandes polstern (Annaberg), jene zusammenhängende Lössdecke, welche sich auf dem linken Ufer der Oder bis gegen Kosel und Neisse erstreckt, sowie zahlreiche Lössablagerungen in Mittel- und Niederschlesien, entstanden endlich im Norden der Provinz jene ansehnlichen Lössmassen, die, bisweilen 8—10 m mächtig, die Flanken der Trebnitzer Hügel umhüllen.¹⁾

Mit welcher Heftigkeit die Sandstürme der diluvialen Steppenperiode jedes ihnen entgegenstehende Hindernis bepeitschen, lassen mit grösster Deutlichkeit die harten nordischen Moränenblöcke erkennen, welche durch die Korrasion zu Dreikantern geschliffen wurden. Und wenn schon in dem von den schlammigen Fluten der Abschmelzwässer getränkten Vorlande sich die Vegetation nicht in dem Masse entwickeln konnte, um einer Entfaltung des Windes erfolgreich entgegenarbeiten zu können, um wieviel mächtiger musste sich dann die Wirkung des Windes auf den kahlen, felsigen Höhen der deutschen Mittelgebirge gestalten! Ganz besonders aber war unser Kreidegebirge dem Winde preisgegeben. Hier fand er die lockersten Verwitterungsprodukte vor, die er leicht mit sich fortreissen konnte, und hier wurde, mehr als bei allen anderen Gesteinen, durch den intensiven mechanischen Zerfall der Quaderfelsen immer wieder neues Schleifmaterial, harter Quarzsand, geliefert.

Es kann demnach wohl kaum ein Zweifel darüber bestehen, dass im Diluvium (sowohl während der Nähe des Inlandeises als in der Steppenperiode) eine überaus bedeutungsvolle Umgestaltung des Reliefs der Kreidelandschaft vorsichgegangen ist und dass der Wind in diesem Prozess eine massgebende Rolle gespielt hat. Und wenn wir bei der Betrachtung der Oberflächenform zu dem Ergebnis gelangten, dass einzig und allein der Wind imstande gewesen sein kann, ein derartiges Relief herauszuarbeiten, wenn wir weiterhin jetzt erkannt haben, dass zu Beginn der Quartärzeit Perioden bestanden haben, in welchen bei starken täglichen Temperaturschwankungen der Wind eine intensive modellierende Kraft entfalten konnte und entfaltet hat, so werden wir, ohne leichtfertig

¹⁾ Die schlesischen Lössfunde sind angeführt nach *J. Partsch* : Schlesien Seite 168.

zu handeln, die Behauptung aufstellen können, dass die Herausbildung der inselartig aufragenden Quaderruinen sowie die über weite Gebiete sich erstreckende Freilegung des Plänersockels im Diluvium unter der Herrschaft des Windes vorsichgegangen ist.

Mit dem Klima der geologischen Gegenwart und seinem Einfluss auf Verwitterung und Abtragung haben wir uns bereits in dem zweiten Teil dieser Arbeit ausführlich beschäftigt. Je weiter wir uns vom Diluvium entfernen, um so mehr verschwinden die grossen täglichen Temperaturschwankungen; der Feuchtigkeitsgehalt der Luft beginnt zu steigen, und langsam aber stetig ergreift ein immer dichter werdendes Pflanzenkleid Besitz von jenen Gebieten, aus denen es die herannahenden Gletschermassen einst vertrieben. So bildeten sich allmählich klimatische Verhältnisse aus, die für eine energische Wirksamkeit der mechanischen Verwitterung¹⁾ die denkbar ungünstigsten Bedingungen schufen, so dass, wie wir gesehen, in der Gegenwart sowohl die Verwitterung als auch die Abtragung auf ein äusserst geringes Mass reduziert worden sind.

Nach diesem kurzen Rückblick auf die klimatischen Faktoren, die in der geologischen Vergangenheit für die Modellierung der schlesisch-böhmischen Kreidelandschaft massgebend gewesen sind, wenden wir uns nun den im Gelände beobachteten Verwitterungsformen der Quadersandsteinfelsen zu.

Die erste Frage, der wir begegnen, ist die: welche Kräfte haben die gewaltigen Schutthalden erzeugt, die sich am Fusse der senkrechten Quaderwände angehäuft haben und dem Landschaftsbilde einen so eigenartigen Stempel aufdrücken? Wir können nach unseren obigen Darlegungen keinen Augenblick im Zweifel sein; die Tatsache, dass wir bei dem heutigen Klima die Bildung derartiger Trümmerhalden nicht beobachten können, im Diluvium aber die klimatischen Verhältnisse durchaus danach angetan waren, gewaltige Blockmeere entstehen zu lassen, zwingt uns förmlich den Schluss auf, dass die Schutthalden mit ihren eckigen Quaderblöcken nicht in der Gegenwart entstanden sind, sondern in jener Periode, wo die extremen täglichen Wärmeschwankungen und der durch die Kälte der Nacht immer wieder unterbrochene Schmelzungs Vorgang des in die Schluchten hineingewehten Schnees notwendigerweise ein Zerbersten der Schichtenmassen, ein Absprengen ganzer Quaderreihen zur Folge haben mussten.

¹⁾ Diese kommt für den Quadersandstein ausschliesslich in Betracht. Die chemische Verwitterung wird aller Wahrscheinlichkeit nach im Gegenteil intensiver geworden sein.

Im engsten Zusammenhange mit der Bildung der Trümmerhalden am Fusse der Quadermauern stehen die grotesken Felspfeiler, die wir besonders an der Wünschelburger Lehne und in Adersbach und Weckelsdorf beobachten; denn auch sie verdanken ihre Entstehung vorzüglich dem Zerbersten der Kreidesandsteine. Nachdem die durch die tektonischen Bewegungen hervorgerufenen feinen Risse ganz besonders im Diluvium zu klaffenden Spalten erweitert worden waren, begann die Verwitterung, die scharfkantigen, quaderförmigen Klötze zu bearbeiten. Spaltenfrost und Wind, gelegentlich wohl auch das aufprallende Regenwasser, sie alle arbeiteten daran, die scharfen Kanten abzurunden, bis schliesslich aus den eckigen Quaderklötzen die zierlichen Felsnadeln entstanden. Wir wollen hiermit keineswegs behaupten, dass diese Formen ausschliesslich im Diluvium entstanden sind und in der Gegenwart keinerlei Modellierung ausgesetzt seien. Im Gegenteil mögen die häufig wahrzunehmenden vertikalen Rillen, welche von dem kuppenförmigen oberen Ende der Pfeiler ausgehen, sehr wohl rezente Bildungen darstellen und durch die Erosion des oberflächlich abfliessenden Regenwassers entstanden sein; aber die wesentlichste Herausarbeitung wird doch zweifellos im Diluvium sich vollzogen haben. — Wie bedeutungsvoll übrigens die verschiedene Härte der Gesteine für die Modellierung der Felsen ist, beleuchtet die Tatsache, dass die Felspfeiler fast ausschliesslich auf den cenomanen und mittelturonen Quader beschränkt sind, im Emschersandstein dagegen infolge der intensiven Kornbindung durch ein kieseliges Kontaktzement ungleich eckigere Formen vorherrschen.

Handelte es sich bei den bisher betrachteten Verwitterungserscheinungen um verhältnismässig einfache Formen, so betreten wir jetzt mit dem Studium der eigentümlichen Lochbildungen ein Gebiet mannigfacher Komplikationen, und nur monatelang fortgesetzte Beobachtungen im Gelände ermutigen mich, diesen Punkt ausführlich zu behandeln. — In den grossen, meist hohlkugelförmigen Löchern mit glatter Innenwand (Tafel VII. Abb. 13) erkennen wir unschwer die sogenannten Sandlöcher wieder, welche wir oben bereits eingehend besprochen haben. Die meisten dieser Löcher enthalten von dem sie einst erfüllenden Sand keine Spur mehr und verleihen den Felsen ein sehr eigenartiges Aussehen, besonders wenn mehrere dieser Hohlräume im festen Gestein dicht beieinanderstehen. Bisweilen berühren sich zwei Sandlöcher, so dass sich dann an der Hinterwand des einen eine neue Vertiefung ansetzt.¹⁾ Im Friedersdorfer Steinbruch war

¹⁾ Ein solcher Fall liegt in dem untersten Loch der Abbildung vor. In meinem Tagebuch finde ich hierüber folgende Notiz: Dieses Loch besteht aus

in dieser Weise sogar eine ganze Reihe von Sandlöchern aneinandergegliedert. Was mir bei derartigen Bildungen dann besonders auffiel, war die Tatsache, dass auch die weiter nach dem Innern zu gelegenen Löcher ausnahmslos wie ausgefegt erschienen. Endlich beobachtete ich auf dem Heuscheuergipfel an mehreren Stellen Sandlöcher, deren Oeffnung an der Felswand nur 2—3 cm betrug, während sich nach dem Innern zu eine Höhlung von ebenso viel Dezimeter Durchmesser auftat, auch hier war der Sand bis auf das letzte Körnchen entfernt. Ich wüsste für die Fortführung des Sandes aus all diesen Löchern keine andere Kraft anzuführen als den Wind; nur ihm kommt die Fähigkeit zu, auch durch kleine Oeffnungen in die dahinterliegenden Vertiefungen einzudringen und die Sandkörner zu entführen.¹⁾

Wie bereits oben erwähnt, liegen aus der Sächsischen Schweiz Beschreibungen derartiger Sandlöcher nicht vor²⁾; vielmehr haben alle Forscher, welche dort die Lochbildungen studiert haben, diese mannigfaltigen Formen als einheitliche Erscheinung zusammengefasst. —

Mit grosser Begeisterung hat sich Gutbier³⁾ dem Studium der Verwitterungserscheinungen in der Sächsischen Schweiz gewidmet. Er ist bei seinen Untersuchungen zu dem Ergebnis gekommen, dass die Zone stärkster Zerfressenheit der Wände vor allem am Fusse der Felsen zu beobachten sei, und dass diese Zone aller Wahrscheinlichkeit nach im Zusammenhang steht mit den sogenannten Fichtendickichten, in welchen die jungen Nadelhölzer so dicht zusammengewachsen sind, dass sie tiefen Schatten verursachen und jeden Luftstrom verhindern. „In dieser Zone schlagen sich an vielen Tagen im Jahre die Nebel nieder und können nicht entweichen. Die Feuchtigkeit hängt sich in Tropfen an das Gestein und wird zum grossen Teile von demselben aufgenommen. Ein kieselig-toniges

einer Vorhöhlung, welche 40 cm breit und 41 cm hoch ist. In einer Tiefe von 30 cm erweitert sich die Innenwandung zu einem zweiten Loch, welches am Eingang 24 cm breit und 26 cm hoch ist, im Innern aber eine Breite von 45 cm und eine Tiefe von 55 cm erreicht.

¹⁾ Natürlich wird man aber nicht in jedem einzelnen Falle auf die diluvialen Stürme zurückzugehen haben; denn an besonders begünstigten Stellen wird selbstverständlich auch heute noch der Wind deflatierend wirken können.

²⁾ Dass sie trotzdem auch in der Sächsischen Schweiz vorhanden sind, scheint mir mit einiger Sicherheit aus den Abbildungen *Gutbiers* und *Runges* (Monographien zur Erdkunde XVI) hervorzugehen.

³⁾ *Gutbier*: a. a. O. Seite 90 ff.

Mitteilungen XXIV

12

Bindemittel widersteht am besten der Zerstörung; waltet aber der Ton vor, so nimmt er begierig das Wasser auf, welches ihn mechanisch aufweicht und ausführt“.¹⁾ — Für die Lochbildungen unseres Gebietes ist dieser Erklärungsversuch Gutbiers zum mindesten unzureichend; denn abgesehen davon, dass bei der Mehrzahl der Quadersandsteine die Kornbindung eine viel zu intensive ist, um eine so leichte Zerstörbarkeit zu ermöglichen, steht der Vermutung Gutbiers vor allem die Tatsache entgegen, dass die mannigfach genarbten Stellen sich ebensowohl an den frei in den Himmel hineinragenden Wänden zeigen wie am Fusse der Felsen. So geistvoll die Beschreibung Gutbiers von dem Wogen und Wallen des Nebelmeeres ohne Zweifel ist, so wenig können die Resultate seiner Forschung einer wissenschaftlichen Nachprüfung standhalten. —

Zu wesentlich anderen Ergebnissen gelangt Hettner in seinen Studien der Felsbildungen in der Sächsischen Schweiz²⁾ Zwar betont auch er das zonare Auftreten der Lochbildungen; da sie sich aber an freigelegenen Wänden ebenso wie in engen Schluchten finden, da sie ferner über manchen Schichtenfugen in langen Reihen auftreten, während sie darüber oder darunter ganz fehlen, so spricht Hettner die Vermutung aus, dass sie dem Sickerwasser zuzuschreiben seien, „das gerade an den Schichtenfugen etwas reichlicher hervorkomme und dabei hauptsächlich zur Zeit des Frostes Sandkörner mitnehme.“³⁾ In dieser Vermutung wird Hettner bestärkt durch die zahllosen kleinen Eiszapfen, die man im Winter von der Decke dieser Nischen und Grotten und Ueberhänge herabhängen sieht.

Wir können uns aus verschiedenen Gründen dieser Theorie nicht anschliessen. Den ersten Stützpunkt seiner Hypothese erblickt Hettner in der nicht zu verkennenden Anhäufung der Lochbildungen längs der Schichtenfugen. Wir haben nun aber in dem zweiten Teil unserer Abhandlung wiederholt darauf hingewiesen, dass die Schichtenfugen infolge der Anreicherung an leicht zerstörbarer Bindemittelsubstanz die am wenigsten festen Stellen am Felsen darstellen. Hier muss also auf jeden Fall die intensivste Zerstörung einsetzen, gleich ob Sickerwasser, Spaltenfrost oder Windkorrasion die modellierenden Kräfte sind, denn sie alle zielen darauf hin, die Härteunterschiede im Gestein herauszuarbeiten. Man kann daher unseres Erachtens aus

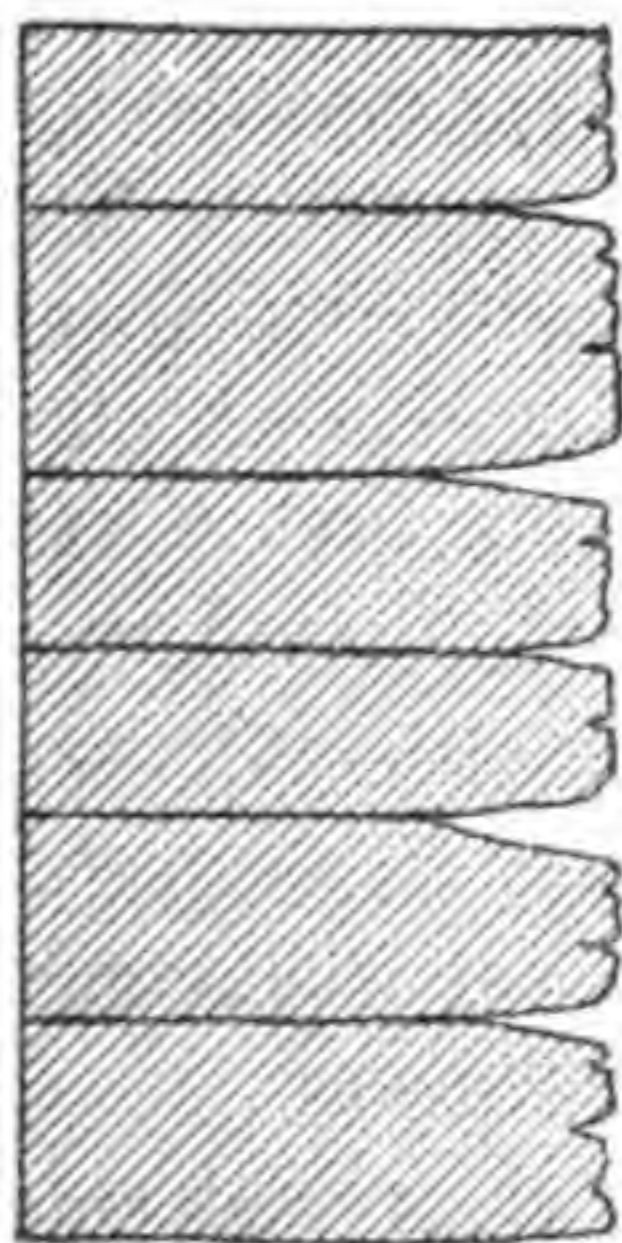
¹⁾ Gutbier: a. a. O. Seite 99.

²⁾ A. Hettner: Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der Sächsischen Schweiz. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde II. Bd. 4. Heft, Stuttgart 1887 und A. Hettner: die Felsbildungen in der Sächsischen Schweiz. Geogr. Zeitschrift 9. Jahrgang 1903, 11. Heft.

³⁾ A. Hettner: die Felsbildungen in der Sächsischen Schweiz. Seite 614.

der Tatsache, dass gerade die Schichtenfugen besonders angegriffen erscheinen, dass die Lochbildungen an einzelnen Stellen massenhaft auftreten, während sie in den Schichten darüber und darunter ganz fehlen, nicht die mindesten Rückschlüsse auf die Kräfte ziehen, welche jene sonderbaren Gebilde geschaffen haben. Und was die von den kleinen Nischen und Grotten herabhängenden Eiszapfen anbetrifft, von denen Hettner sagt, sie erhöhen seine Vermutung fast zur Gewissheit,¹⁾ so kann ich auch an dieser Stelle nur meine oben²⁾ bereits mitgeteilten Beobachtungen wiederholen. In keinem einzigen Falle war es mir möglich, mit Sicherheit zu erkennen, dass das Wasser, aus welchem sich der Eiszapfen bildete, aus dem Innern des Felsens hervorsickerte; dagegen sah ich häufig deutlich das Schmelzwasser der Schneekappe, die dem Felsen aufgesetzt war, an der Aussenwand herablaufen.

Lassen sich also aus der Verteilung der Lochbildungen, ihrem Auftreten an bestimmten Stellen der Felsen keine sicheren Rückschlüsse auf ihre Entstehungsweise ziehen, so werden wir umsomehr erwarten dürfen, durch die Form der einzelnen Löcher Aufschluss darüber zu erhalten, welche Kräfte vorwiegend an ihrer Herausbildung mitgewirkt haben. Es ist ohne weiteres klar, dass, vorausgesetzt, die Löcher sind durch die erodierende Kraft des Sickerwassers entstanden, eine allmähliche Verjüngung der Lochwandungen nach dem Innern zu uns den Kanal andeuten müsste, welchen das Sickerwasser benutzt hat. (Figur 5.) Werfen wir nun



Figur 5. Schematischer Querschnitt durch eine vom Sickerwasser modellierte Felswand.



Figur 6. Schematischer Querschnitt durch eine der vielen im Gelände anzutreffenden Felswände mit Lochbildungen.

¹⁾ Hettner: a. a. O. Seite 614.

²⁾ Seite 128 dieser Abhandlung.

aber einen Blick auf die netzartig zerfressenen Wände (Figur 6 und Abb. 20 und 21), so bemerken wir an keiner einzigen der zahllosen napfförmigen Vertiefungen jenen Kanal nach innen, welcher auf eine von innen nach aussen wirkende Kraft hinweisen würde; vielmehr grenzen mehr oder minder glatte Wände jene in den Felsen hineingreifenden Höhlungen auch nach dem Innern zu scharf ab. Die Form der eigentümlichen Narben und kleinen Höhlchen, „die wie ein zierliches Netzwerk in Hochrelief erscheinen“¹⁾, widerspricht somit einer Entstehung durch Sickerwassererosion. — Eine Reihe weiterer Ueberlegungen wird uns zu demselben Resultat führen. Vorausgesetzt, die Hettnersche Hypothese bestünde zu Recht, so wird man aus ihr die Schlussfolgerung ziehen dürfen, dass überall dort, wo an Sandsteinwänden ein Ausschwitzen des Sickerwassers zu beobachten ist, dieselben oder wenigstens ganz ähnliche Verwitterungserscheinungen sich herausbilden müssten. Ich habe von diesem Gesichtspunkte aus an verschiedenen Stellen Beobachtungen gesammelt. In der Nähe des Wünschelburger Steinbruchs konnte ich wiederholt ein Ausschwitzen des Sickerwassers aus dem mittelturonen Sandstein wahrnehmen. Während die oberen Bänke absolut trocken waren, trat in der Mitte der Felswand das Bergwasser deutlich heraus. Nirgends aber fanden sich an diesen Stellen zierliche Steingitter oder Schichtenfugenlöcher, wie man nach der Hettnerschen Hypothese erwarten sollte. — Dieselbe Erfahrung machte ich auf dem Heuscheuergipfel, in Cihak und in Nesselfleck sowie in den Kreidegebieten von Lähn und Löwenberg. Besonders hier bot sich mir oft Gelegenheit, den von Hettner vermuteten Zusammenhang zwischen dem Austreten des Sickerwassers und der eigenartigen Modellierung der Felswände nachzuprüfen, da Lähn lange Zeit mein Wohnsitz war. Zwar bemerkt man auch hier an den Quaderwänden ein lebhaftes Hervortreten des Sickerwassers; nach steingitterartigen Verwitterungsformen aber forscht man vergeblich. Die Wände sind im Gegenteil auffallend wenig modelliert; nicht nur die Lochbildungen, auch die Hohlkehlen und Leisten fehlen hier vollständig.

Fassen wir also jetzt kurz die Tatsachen zusammen, welche gegen die Hettnersche Sickerwassertheorie sprechen:

1. Das Austreten des Sickerwassers vollzieht sich nicht in der Weise, dass das Wasser nur an den Schichtenfugen oder aus einzelnen Löchern heraustropft; vielmehr findet ein stets über

¹⁾ *R. Beck*: a. a. O. Seite 543.

- eine grössere Fläche der Felswand verteiltes Ausschwitzen in der Form winzig kleiner Wasserkügelchen statt, deren Erosionskraft naturgemäss minimal ist.
2. Die Form der Löcher widerspricht einer Entstehung durch eine von innen nach aussen wirkende Kraft.
 3. An sehr vielen Felswänden, an denen ein Aussickern des Wassers deutlich erkennbar ist, fehlen die eigenartigen Lochbildungen vollständig.

Einen wesentlichen Fortschritt in der Erforschung der eigentümlichen Verwitterungserscheinungen der Quadersandsteinfelsen bedeuten die Darlegungen Beck's, der bei seinen Kartierungsarbeiten für die Königlich Sächsische Geologische Landesuntersuchung auch den Verwitterungsformen seine Aufmerksamkeit zuwandte und hierbei zu überaus interessanten Resultaten gelangte. Die zelligen Gebilde (Tafel X. Abb. 19) betrachtet Beck allerdings im wesentlichen als die Erzeugnisse der „normalen“ Verwitterung und bekennt sich somit in diesem Punkte wohl zu der Hettnerschen Ansicht.¹⁾ Die Form der zierlichen, sanduhrförmigen Pfeilerchen aber, welche an den Schichtenfugen zwischen den kleinen Höhlen stehen geblieben sind, weist nach der Überzeugung Beck's mit aller Deutlichkeit auf eine Entstehung durch Windkorrasion hin.²⁾ Indes kommen Beck sehr bald Bedenken, ob wirklich alle Felspfeilerchen als Korrasionserscheinungen anzusprechen sind. Er geht nämlich von der Voraussetzung aus, dass es sich auf jeden Fall um rezente Korrasion handeln müsse, findet dann aber an einzelnen Felsen dieselben Gebilde unter Umständen, „die jede Mitwirkung des Windes ausschliessen“³⁾, und fügt daher die einschränkende Bemerkung hinzu, dass die Sanduhrform zwar im allgemeinen sicherlich eine Folge starken Sandgebläses sei, in anderen Fällen aber analoge Formen wohl „auch im Laufe der ausschliesslich wirkenden normalen Verwitterung unter anderen günstigen Nebenumständen“ entstehen könnten.³⁾

Ausschliesslich durch die Korrasion des Windes aber sind nach Beck jene horizontalen Furchen und hervortretenden Leisten entstanden,

¹⁾ Es ist sehr zu bedauern, dass es Beck im Rahmen seiner Arbeit (Über die korradierende Wirkung des Windes im Gebiet des Quadersandsteins der Sächsischen Schweiz) nicht möglich war, auf diese „normale“ Verwitterung näher einzugehen; die von uns gegen die Entstehung dieser Gebilde durch Sickerwassererosion geltend gemachten Einwände hätten sonst auch Beck nicht entgehen können.

²⁾ R. Beck: a. a. O. Seite 541 ff.

³⁾ R. Beck: a. a. O. Seite 543.

welche sich besonders auf den nach O und SO zugekehrten Flächen¹⁾ vorfinden. „Der Schichtung parallele, jedoch schwach wellig verlaufende, zarte, wegen ihres grösseren Eisenoxydgehaltes widerstandsfähigere Gesteinslagen haben hier dem Sandgebläse grösseren Widerstand geleistet und springen deshalb als schwache Leisten hervor.“¹⁾ (Tafel VIII. Abb. 16 und Tafel XI. Abb. 21).

Nachdem wir nunmehr die verschiedenen Ansichten kennen gelernt haben, die für die Entstehung der Verwitterungserscheinungen des Quadersandsteins der Sächsischen Schweiz ausgesprochen worden sind — für unser schlesisch-böhmisches Kreidegebirge existieren keinerlei derartige Untersuchungen, — wird es am Platze sein, anschliessend an einige kritische Bemerkungen zu Beck's Ausführungen unsere eigene Ansicht über diese problematischen Gebilde darzulegen, und zwar werden wir am zweckmässigsten mit der Betrachtung der seltsamen Hohlkehlen und vorspringenden Leisten beginnen, weil ihre Entstehung am einfachsten zu entziffern ist. Diese Formen lassen auf das klarste erkennen, dass weder das Sickerwasser noch der Spaltenfrost, noch irgend welche anderen in der Gegenwart vorherrschende Verwitterungskräfte ihre Bildner gewesen sein können; nur eine einzige Kraft kann jene glattwandigen Furchen in den Felsen eingemeisselt, kann die feinen Härteunterschiede der einzelnen Gesteinslagen mit solcher Schärfe herausgearbeitet haben: die Korrasion des mit Sand beladenen Windes.²⁾ So sehr wir uns also in diesem Punkte in Übereinstimmung mit Beck befinden, wenn wir die Hohlkehlen und Leisten ausschliesslich als Korrasionsskulpturen ansehen, so sehr müssen wir die Richtigkeit des zweiten Teiles seiner Hypothese bezweifeln, dass nämlich jene Formen das Produkt von in der Gegenwart zu beobachtenden Sandstürmen seien. — Wir haben bereits oben³⁾ die Ansicht ausgesprochen, dass uns bei der Dichtigkeit des Pflanzenkleides und den übrigen klimatischen Bedingungen eine auch nur einigermaßen bedeutungsvolle Entfaltung der Windkorrasion unmöglich erscheint.⁴⁾ Und gerade die Hohlkehlen und Leisten bestärken uns in dieser Anschauung.

¹⁾ R. Beck: a. a. O. Seite 543.

²⁾ Hettner ist auf die Entstehung dieser Formen nicht näher eingegangen, sondern hat sich mit der Feststellung begnügt, dass „vortretende Leisten und Höcker oder Zapfen zeigen, dass die Verwitterung (?) wirksam gewesen ist“. (Hettner: a. a. O. Seite 613.)

³⁾ Seite 160/161.

⁴⁾ Wenn wirklich an ganz besonders begünstigten Stellen in der Gegenwart Windkorrasion stattfinden sollte, so wird ihre Wirkung zweifellos eine äusserst geringe bleiben.

Denn diese seltsamen Skulpturen stellen eine so allgemein verbreitete Eigentümlichkeit der Felsen unseres Gebietes dar und treten so häufig an Stellen hervor, wo eine Mitwirkung des Windes in der Gegenwart unbedingt auszuschliessen ist, dass nur zwei Möglichkeiten in Betracht kommen können: entweder entstehen diese Hohlkehlen und Leisten in der Gegenwart; dann müssten Sickerwasser und Spaltenfrost und die übrigen in der Gegenwart vorherrschenden Kräfte jene Formen herauszuarbeiten imstande sein, oder aber es sind in der Tat Korrasionsskulpturen; dann aber müssen sie Relikte aus einer Zeit vorstellen, in der bei fehlender Vegetation Sandstürme nicht wie heute eine Ausnahme, sondern die Regel bildeten, wo sie ganz allgemein einen wichtigen Faktor in der Modellierung der Felswände darstellten, Relikte also aus der Periode der diluvialen Sandstürme. Da nun aber, wie wir oben gesehen, die erste Möglichkeit absolut ausgeschlossen erscheint, so gelangen wir zu der notwendigen Schlussfolgerung, dass wir jene Gebilde in der Tat als Reste der diluvialen Verwitterungserscheinungen ansehen müssen. In dieser Anschauung werden wir bestärkt durch eine Beobachtung Beck's, die auch mit der unsrigen übereinstimmt, dass nämlich diese Formen mit besonderer Schärfe an den nach Osten und Südosten gekehrten Wänden hervortreten, d. h. an Flächen, die der in der Gegenwart vorherrschenden Windrichtung abgewandt sind, den scharfen, mit Sand beladenen Ostwinden der Diluvialperiode dagegen am stärksten ausgesetzt waren.

Haben wir aber erst einmal durch diese Untersuchung die Überzeugung gewonnen, dass diluviale Verwitterungserscheinungen noch mit Sicherheit nachzuweisen sind, so werden wir mit Hilfe dieser Erfahrung eine Reihe von Formen zu erklären imstande sein, welche zuvor mehr oder minder rätselhaft erschienen. Dahin gehören in erster Linie die sanduhrförmigen Felspfeilerchen. Wenn diese Gebilde, wie Beck theoretisch bewiesen hat, durch Korrasion des mit Sand beladenen Windes entstanden sein müssen, sich aber andererseits häufig an Stellen finden, wo an eine Einwirkung rezenter Sandstürme nicht im entferntesten gedacht werden kann, so werden wir jetzt nicht mit Beck unsere Zuflucht nehmen zu jener hypothetischen Bemerkung, dass analoge Formen wohl auch im Laufe der ausschliesslich wirkenden normalen Verwitterung unter anderen günstigen Nebenumständen entstehen können, sondern werden vielmehr in dieser Tatsache den Beweis dafür erblicken, dass auch die Felspfeiler Relikte aus der Sandsturmperiode des Diluviums darstellen.

Was endlich die Lochbildungen an den Schichtenfugen und die steingitterähnlichen, netzförmigen Gebilde anbetrifft, so gehen hier die Meinungen am weitesten auseinander. Wir haben oben den Nachweis dafür zu erbringen versucht, dass die heute vorwiegend an der Modellierung der Felsen sich beteiligenden Kräfte nicht imstande sind, derartige Formen zu schaffen. Wenn wir nun aber aus den Reisebeschreibungen Walthers und anderer Forscher ersehen, dass in der Wüste, wo der Wind der massgebende Faktor für die Modellierung der Felsen ist, überaus ähnliche Gebilde häufig anzutreffende Verwitterungserscheinungen darstellen (Vergleiche Abb. 20 und 21 mit Abb. 15), wenn wir weiterhin in Betracht ziehen, dass in unserem Kreidegebirge und zwar in der jüngsten geologischen Vergangenheit der Wind annähernd dieselbe Rolle gespielt hat, wie heute in den Wüsten, so kann unserer Überzeugung nach kaum ein Zweifel darüber obwalten, dass die Lochbildungen an den Schichtenfugen sowie die zierlichen Steingitter zum grössten Teil, wenn nicht ausschliesslich den Winden der Diluvialperiode ihre Entstehung verdanken.

Die letzten rätselhaften Erscheinungen in unserem Gebiete sind die Pilz- und Hammerfelsen (Tafel IX. Abb. 17 und 18). Die Grundlage für die Entstehung dieser Formen werden wir zweifelsohne in dem Wechsel einer härteren Schicht oben und weicherer, sie unterlagernder Schichten zu erblicken haben. Soweit sich Härteunterschiede im Gelände mit Hilfe des Hammers bestimmen lassen, fand ich diese Vermutung bestätigt. Neben diesem Härteunterschied wird natürlich auch die Zerklüftung für die Entstehung dieser Riesenpilze heranzuziehen sein. Aber sie zerspaltete, wie wir gesehen, die Kreidedecke in quaderförmige Klötze; es erhebt sich also die Frage, welche Kräfte die durch die Zerklüftung gelieferten Quader zu jenen rätselhaften Gebilden mit ausgeprägter Schmal- und Breitseite umarbeiteten. Der Spaltenfrost kommt nicht in Betracht; ich habe gerade an diesen Felsen im Winter wiederholt nachgeforscht, ob sich ein Lossprengen von einzelnen Körnchen beobachten lässt; bei keinem einzigen ist dies der Fall. Und wenn man im Sommer jene Felsgruppen aufsucht, wird man durch das Fehlen von Verwitterungsprodukten an ihrem Fusse darauf aufmerksam gemacht, dass die Herausarbeitung dieser Formen überhaupt kaum in der Gegenwart sich vollzogen haben kann. Denn wer sollte die bei der Modellierung entstehenden Detritusmassen fortgeschafft haben? Die Felsen stehen mitten im Walde, wo weder Wasser noch Wind augenblicklich abtragend wirken können, und für die Annahme, dass in der Gegen-

wart etwa die Vegetationsverhältnisse jemals wesentlich andere gewesen wären als heute, fehlt jeglicher Anhaltspunkt.

Eine kennzeichnende Eigenart aller Hammerfelsen, wo immer man ihnen begegnen mag, ist die konstante Richtung ihrer Längsachse, nämlich $N 70^{\circ} - 80^{\circ} W$; es liegt daher der Gedanke nahe, aus der stets gleichbleibenden Längsrichtung der Felsen die Schlussfolgerung zu ziehen, dass eine in dieser Richtung wirkende Kraft die Hammerfelsen herausmodelliert habe. Die einzige Kraft aber, welche in einer bestimmten Richtung besonders stark modellierend wirken kann, ist der Wind. So führt uns das Studium dieser sonderbaren Felsgestalten zu der Vermutung, dass starke von OSO wehende Winde in einer der geologischen Gegenwart vorausgegangenen Periode diese Formen geschaffen haben.

In dieser Vermutung werden wir bestärkt durch die Verwitterungserscheinungen, die wir an den Hammerfelsen wahrnehmen können. Zierliche sanduhrförmige Pfeiler heben sich deutlich ab an der Einschnürung zwischen Kopf und Stiel dieser Riesenpilze, und schwach vorspringende, etwas wellig verlaufende Leisten, welche Beck als sicheren Beweis für Windkorrasion anführt, modellieren die Seitenflächen. Alle Erscheinungen fügen sich also zusammen zu dem Schluss, dass auch die Hammerfelsen in der Periode der diluvialen Sandstürme entstanden sind. Mit ungeheurer Gewalt bepeitschte immer und immer wieder das scharfe Sandgebläse die Quaderklötze, so dass die unten lagernden weicheren Schichten der Zerstörung mehr und mehr anheimfielen, während sich die darüber befindliche härtere Schicht allmählich zu einem allseitig herüberragenden Schirm ausbildete.

Eine Frage für sich bleibt es aber noch, ob wir aus der Längsrichtung dieser Hammerfelsen einen Schluss auf die Richtung der in der Diluvialperiode vorherrschenden Luftströmungen ziehen dürfen. Denn wir dürfen nicht vergessen, dass die eine der beiden Hauptkluftrichtungen etwa in derselben Richtung streicht wie die Längsachse der Hammerfelsen, dass also von OSO nach WNW verlaufende Schluchtengassen entstehen mussten, die dem Winde die Richtung mehr oder minder vorschrieben und ihn zwangen, die vorhandenen Wege zu benutzen, also von OSO nach WNW zu wehen, selbst wenn er als reiner Ostwind das Kreidegebirge betrat. — In diesem Zusammenhang ist eine Wahrnehmung von Interesse, welche Solger bei seinen Dünenstudien im norddeutschen Flachlande machte, dass nämlich, nach der Richtung der Dünen zu schliessen, nicht genau

östliche Winde jene Bildungen schufen, sondern vielmehr aus OSO wehende Luftströmungen.¹⁾ Und da auch Beck die Exposition der Korrasionsskulpturen nach Osten und Südosten hervorhebt, so gewinnt es in der Tat den Anschein, als hätten ostsüdöstliche Winde in der Diluvialperiode die Vorherrschaft gehabt.

Nachdem wir nunmehr gesehen haben, von welcher Bedeutung für die Oberflächengestaltung der schlesisch-böhmischen Kreidelandschaft und die Modellierung der Felsen die Diluvialperiode mit ihren starken Sandstürmen gewesen ist, bleibt uns zum Schluss noch die Aufgabe, Stellung zu nehmen zu einigen Einwänden, welche gegen unsere Anschauung geltend gemacht werden könnten. So hat z. B. Hettner in seinen Studien über die Felsbildungen der Sächsischen Schweiz die von uns vertretene Anschauung, welche damals allerdings noch nicht ausführlich begründet war, damit zu widerlegen versucht, dass er den Einwand erhob²⁾, dass, wenn jene Bildungen in einer geologischen Vergangenheit unter anderen klimatischen Bedingungen entstanden wären, sie durch die heute wirksamen Kräfte längst wieder zerstört worden wären. Ein solches Bedenken wäre im vollstem Masse berechtigt, wenn es sich um Gesteine handelte, welche bei einer chemischen Verwitterung, die doch in der Gegenwart bei weitem überwiegt, leicht zerfallen. Wir sind aber in dem zweiten Teile unserer Arbeit zu dem Resultat gelangt, dass die Sandsteine fast ausschliesslich nur mechanischer Verwitterung unterliegen, und dass bei der beträchtlichen Härte, welche der Mehrzahl von ihnen eigen ist, und bei dem absoluten Fehlen scharfer Temperaturgegensätze zwischen Tag und Nacht die mechanische Verwitterung in dem Klima der Gegenwart auf ein Minimum reduziert ist. Es erscheint daher sehr wohl möglich, dass sich gerade am Quadersandstein Verwitterungserscheinungen aus der der geologischen Gegenwart unmittelbar vorausgegangenen Periode erhalten haben. Natürlich arbeitet die Verwitterung in der Gegenwart daran, die vorhandenen Skulpturen zu vernichten, und hier und dort wird durch Sickerwasser, Spaltenfrost und die sprengende Kraft der kleinen Wurzeln pflanzlicher Ansiedler ein Quarzkorn gelockert. In Schneckentempo steuert die rezente Verwitterung ihrem Ziele entgegen: mehr oder minder ebenflächige Felswände und ein Fusshang, nicht aus aufeinandergetürmten, eckigen Blöcken, wie ihn die extremen Temperaturverhältnisse der Diluvialperiode erzeugt haben, sondern aus Sand- und

¹⁾ *E. Solger*: Die Entstehung des brandenburgischen Odertales. Monatsberichte der Deutschen Geolog. Gesellschaft No. 10/11 1907 Seite 243.

²⁾ *Hettner*: a. a. O. S. 610.

Lehmmassen, die allmählich bei der Verwitterung der diluvialen Blockmeere am Fusse der Quadersandsteinwände entstehen werden.

Aber, wird man vielleicht nun einwenden, zugegeben, die seltsamen Bildungen seien wirklich durch die Korrasion diluvialer Sandstürme herausmodelliert worden und als Korrasionskulpturen heute noch zu erkennen, warum sind diese Relikte diluvialer Verwitterungserscheinungen auf den Quadersandstein beschränkt?¹⁾ Wir müssen uns vorbehalten, in einer späteren Arbeit über den Einfluss der Diluvialperiode auf die Oberflächengestaltung des Riesengebirges und anderer deutscher Mittelgebirge diesen Einwand ausführlich zu behandeln, da es über den Rahmen dieser Arbeit hinausgehen würde, das bereits über diesen Punkt gesammelte Material an dieser Stelle wiederzugeben. Dass diluviale Verwitterungsformen in den kristallinen Gesteinen nicht beobachtet sind, hat zum Teil seinen Grund darin, dass diese Gesteine von der in der Gegenwart lebhaft wirkenden chemischen Verwitterung verhältnismässig leicht zerstört werden, dass also etwa vorhanden gewesene Verwitterungserscheinungen aus der Diluvialperiode inzwischen vernichtet worden sind; überdies wird berücksichtigt werden müssen, dass die kristallinen Gesteine nicht wie die Quadersandsteine nackte Felsflächen dem Sandsturm entgegensetzten, sondern vielmehr zum Teil in eine vor allem aus dem Tertiär stammende Lehmdecke eingehüllt waren. Und ob endlich nicht doch an einigen Stellen auch in anderen Gesteinen als den Quadern der Kreideformation die Spuren der Diluvialzeit mit ihren excessiven Temperaturverhältnissen und heftigen Sandstürmen zu erkennen sind, kann zurzeit weder in diesem noch in jenem Sinne entschieden werden, weil derartige Studien noch fast vollständig fehlen. Die Untersuchung der eigenartigen Lochbildungen im Granit des Riesengebirges, jener von Berendt²⁾ für Gletschertöpfe, von Partsch³⁾ für Vertiefungen stark angewitterter Felsstellen durch schweifendes Regenwasser gehaltenen Bildungen, sowie das Studium einer Reihe sonderbarer Felsgestalten, die allem Anschein nach im Zusammenhang mit der Diluvialperiode stehen z. B. Plattenstein-Heidentisch bei Geberschweier,⁴⁾ werden den Gegenstand der späteren Arbeit bilden.

¹⁾ *Hettner*: a. a. O. S. 610.

²⁾ *G. Berendt*: Spuren einer Vergletscherung des Riesengebirges. Jahrbuch der Kgl. preussischen geologischen Landesanstalt für das Jahr 1891. Berlin 1893 S. 37 ff.

³⁾ *J. Partsch*: Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. 8. Bd. Stuttgart 1894. Seite 103 ff.

⁴⁾ *L. G. Werner*: Megalithische Denkmäler im Oberelsass. Globus. Bd. XCV Nr. 4. 1909. Seite 56. Abb. 7.

Nachtrag.

Nach Niederschrift meiner Abhandlung erschien in Krakau eine sehr bemerkenswerte Arbeit von Dr. von Lozinski¹⁾ über die mechanische Verwitterung der Sandsteine. Für unsere Betrachtung ist von besonderer Wichtigkeit der zweite Teil dieser Abhandlung, in dem Lozinski sich mit den grossen Blockbildungen beschäftigt, die er an den Gehängen des ostkarpatischen Gorganyzuges, des südlichen Ural und des Heuscheuergebirges beobachtet hat. Seine Resultate lassen sich kurz in folgenden Sätzen zusammenfassen:²⁾

„Die tiefgehende mechanische Zertrümmerung der Sandsteine, wie sie uns z. B. im Gorganyzuge oder auf der Oberfläche der Heuscheuer entgegentritt, hat sich hauptsächlich im eiszeitlichen Klima vollzogen. Als das diluviale nordische Inlandeis seine Maximalausbreitung erreichte, war der Spaltenfrost in den an den Eisrand angrenzenden Gebieten mit bedeutend gesteigerter Intensität wirksam. Diese Gesteinszertrümmerung in der Umgegend des diluvialen Inlandeises nennt Lozinski die periglaziale Fazies der mechanischen Verwitterung. Sie hat sich heutzutage nur in den widerstandsfähigsten Gesteinsarten, grösstenteils Sandsteinen und Quarziten, erhalten. Am grossartigsten tritt die periglaziale Verwitterungsfazies in den Schuttregionen des ostkarpatischen Gorganyzuges und des südlichen Ural auf.“

Die Anschauungen Lozinskis stimmen mit den meinigen in vollstem Masse überein. In einigen weniger bedeutungsvollen Punkten, z. B. der Entstehung von Pilzfelsen durch löcherige Auswitterung der Sandsteine in Tyssa in Böhmen (Seite 6 ff. seiner Abhandlung) kann ich ihm allerdings nicht beipflichten.

¹⁾ *W. Lozinski*: Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemässigten Klima. Bulletin De l'Académie Des Sciences De Cracovie. Classe Des Sciences Mathématiques et Naturelles. Janvier 1909.

²⁾ Vergleiche das Referat des Verfassers im Geologischen Zentralblatt Band 13, No. 2. 15. Juli 1909. Seite 94. —

Literatur-Verzeichnis.

(Alphabetisch geordnet.)

1. *K. Andrée*: Der Teutoburger Wald bei Iburg. Inaugural-Dissertation Göttingen 1904.
2. *R. Assmann*: Über die Mitwirkung von Rauhreif und Glatteis bei der Abtragung von Gesteinsmassen in den Gebirgen. Naturwissenschaftliche Rundschau 2. Jahrgang No. 47. 1887.
3. *H. Basedow*: Note on Tertiary Exposures in The Happy Valley District. Transactions of the Royal Society of South Australia 1904.
4. *R. Beck*: Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte des Königreichs Sachsen. Sektion Königstein-Hohnstein. Blatt 84.
5. *R. Beck*: Über die korradiierende Wirkung des Windes im Gebiete des Quadersandsteins der Sächsischen Schweiz. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1894.
6. *G. Berendt*: Spuren einer Vergletscherung des Riesengebirges. Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt für das Jahr 1891. Berlin 1893.
7. *E. Beyrich*: Das Quadersandsteingebirge in Schlesien. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Band 1. 1849.
8. *E. von Drygalski*: Grönland-Expedition der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin 1891—93. Berlin 1897.
9. *K. Flegel*: Heuscheuer und Adersbach-Weckelsdorf, eine Studie über die obere Kreide im böhmisch-schlesischen Gebirge. Inaugural-Dissertation Breslau 1905.
10. *F. Frech*: Führer für die geologischen Exkursionen in die Grafschaft Glatz. Bearbeitet von K. Flegel und E. G. Friederich, herausgegeben von F. Frech.
11. *F. Frech*: Reinerz als Zentrum der Glatzer Mineralquellen.
12. *F. Frech*: Über den Bau der schlesischen Gebirge. Geographische Zeitschrift Band 8. 1902.
13. *F. Frech*: Über Eiszeiten und das Klima der geologischen Vergangenheit. Das Weltall, Jahrgang 3, Heft 16/17. Berlin 1903.
14. *K. v. Fritsch*: Allgemeine Geologie. Stuttgart 1888.
15. *K. Futterer*: Über Windkorrasion am Heidelberger Schlossturm. Mitteilungen der Grossherzoglich Badischen Geologischen Landesanstalt. Heidelberg 1899.
16. *E. Geinitz*: Das Quadersandsteingebirge in Deutschland. Freiberg 1849.
17. *C. Claus Göbel*: Reisen in den Steppen des südlichen Russlands. Band 1. Dopart 1838.
18. *H. R. Göppert*: Über die Seefelder in der Grafschaft Glatz. 32. Jahresbericht der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur. Breslau 1854.

19. *G. Göttinger*: Beiträge zur Entstehung der Bergrückenform. Geographische Abhandlungen Band 9, Heft 1. Leipzig 1907.
20. *G. Gürich*: Erläuterungen zu der geologischen Übersichtskarte von Schlesien. Breslau 1890.
21. *A. v. Gutbier*: Geognostische Skizzen aus der Sächsischen Schweiz. Leipzig 1858.
22. *W. Haack*: Der Teutoburger Wald südlich von Osnabrück. Inaugural-Dissertation Göttingen 1907.
23. *Gr. v. Helmersen*: Reise nach dem Ural und nach der Kirgisensteppe (1833 bis 1835). Beiträge zur Kenntnis des russischen Reiches. 5. Band. St. Petersburg 1841.
24. *J. F. Herding*: Der Acker. Entstehung der Bestandteile des Bodens. Hamburg 1907.
25. *A. Hettner*: Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der Sächsischen Schweiz. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. 2. Band, 4. Heft. Stuttgart 1887.
26. *A. Hettner*: Die Felsbindungen der Sächsischen Schweiz. Geographische Zeitschrift Band 9. 1903.
27. *J. Hirschwald*: Prüfung der natürlichen Bausteine. Berlin 1908.
28. *A. Jentsch*: Beiträge zum Ausbau der Glazialhypothese in ihrer Anwendung auf Norddeutschland. Jahrbuch der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt für das Jahr 1884. Berlin 1885.
29. *E. Kalkowsky*: Über einen oligocänen Sandsteingang an der Lausitzer Überschiebung bei Weinböhlen in Sachsen. Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden 1897.
30. *A. v. Koenen*: Erläuterungen zur geologischen Karte von Preussen. Lfg. 127. Blatt Alfeld. Geognostisch bearbeitet von A. v. Koenen, G. Müller und O. Grupe.
31. *A. v. Koenen*: Konkretionen aus Sandsteinen und Sanden. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft Band 43. Protokoll der Sitzung vom 12. August 1891.
32. *A. v. Koenen*: Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Preussen. Lfg. 62. Blatt Reinhausen.
33. *A. v. Koenen* und *Th. Ebert*: Erläuterungen zu der geologischen Spezialkarte von Preussen. Lfg. 62. Blatt Waake.
34. *F. Kossmat*: Palaeogeographie. Göschen. 1908.
35. *A. De Lapparent*: La mesure du temps par les phénomènes de sédimentation. Bulletin de la Société géologique de France. Band 18.
36. *A. Leppla*: Geologisch-hydrographische Beschreibung des Niederschlagsgebiets der Glatzer Neisse. Abhandlungen der Königlich Preussischen Geologischen Landesanstalt N. F. Heft 32. Berlin 1900.
37. *R. Michael*: Cenoman und Turon in der Gegend von Cudowa in Schlesien. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft. Band 45.
38. *A. Th. v. Middendorff*: Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens. Band 4, Teil 1. Petersburg 1867.
39. *A. Nehring*: Über Tundren und Steppen der Jetzt- und Vorzeit. Berlin 1890.
40. *A. Nehring*: Die Ursachen der Steppenbildung in Europa. Geographische Zeitschrift. Band 1. 1895.
41. *J. Partsch*: Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit. Forschungen zur deutschen Landes- und Volkskunde. 8. Band. Stuttgart 1894.

42. *J. Partsch*: Schlesien. Eine Landeskunde für das deutsche Volk. Breslau 1896.
43. *W. Petraschek*: Über eine Diskordanz zwischen Kreide und Tertiär bei Dresden. Abhandlungen der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis in Dresden. 1901. 2. Heft.
44. *W. Petraschek*: Zur Geologie des Heuscheuer Gebirges. Verhandlungen der Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt No. 13. Wien 1903.
45. *E. Philippi*: Deutsche Südpolar-Expedition auf dem Schiffe »Gauss« unter Leitung von E. von Drygalski. Veröffentlichung des Instituts für Meereskunde und des geographischen Instituts. Heft 5. Berlin Oktober 1903.
46. *F. Rinne*: Praktische Gesteinskunde. Hannover 1908.
47. *J. Roth*: Erläuterungen zu der geognostischen Karte vom Niederschlesischen Gebirge und den umliegenden Gegenden. Berlin 1867.
48. *L. Schultze*: Aus Namaland und Kalahari. Jena 1907.
49. *Th. Schube*: Aus der Baumwelt des Riesen- und Isergebirges. Der Wanderer im Riesengebirge. Band 11, No. 298.
50. *F. Solger*: Über fossile Dünenformen im norddeutschen Flachland. Verhandlungen des 15. Deutschen Geographentages in Danzig. Berlin 1905.
51. *F. Solger*: Die Entstehung des brandenburgischen Odertales. Monatsbericht der Deutschen Geologischen Gesellschaft. No. 10/11. 1907.
52. *F. Sturm*: Der Sandstein von Kieslingswalde in der Grafschaft Glatz und seine Fauna. Jahrbuch der Königlichen Preussischen Geologischen Landesanstalt. Berlin 1900.
53. *E. Suess*: Bau und Bild Österreichs. Wien 1903.
54. *M. Vahl*: De kvartaere Stepper i Melleuropa. Geografisk Tidsskrift 1, 1901 bis 1902. Kopenhagen 1902.
55. *J. Walther*: Gesetz der Wüstenbildung. Berlin 1900.
56. *J. Walther*: Geschichte der Erde und des Lebens. Leipzig 1908.
57. *K. A. Weithofer*: Der Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel des niederschlesischen-böhmischen Steinkohlenbeckens. Jahrbuch der Kaiserlich Königlichen Geologischen Reichsanstalt. Wien 1897. Band 47, Heft 3.
58. *L. G. Werner*: Megalithische Denkmäler im Oberelsass. Globus, Band XCV, No. 4. 1909.

Im Laufe des Jahres 1908 hat die Gesellschaft folgende Mitglieder durch den Tod verloren:

- | | |
|---|-----------------------|
| 1. Adolph Bieling. | 9. Karl Müller. |
| 2. Joh. Friedr. Böhl. | 10. Albert Panzer. |
| 3. Oberlandesgerichtsrat Dr. Herm. Gossler. | 11. Dr. A. Plagemann. |
| 4. Direktor A. Hane. | 12. H. Sprick. |
| 5. Admiralitätsrat Koldewey. | 13. Carl Suhrberg. |
| 6. Carl Meisner. | 14. Dr. Fr. Traun. |
| 7. Bürgermeister Dr. Mönckeberg. | 15. Th. Wohlwill. |
| 8. Eduard L. Moll. | |

Mitglieder-Bestand am 1. Januar 1909.

Ehrenmitglieder	15
Korrespondierende Mitglieder.....	8
Ordentliche Mitglieder:	
Bestand Ende 1907.....	628
Eingetreten in 1908	39
	667
Verstorben oder ausgetreten in 1908	35
Bestand am 1. Januar 1909	632
Gesamt-Bestand am 1. Januar 1909:	655

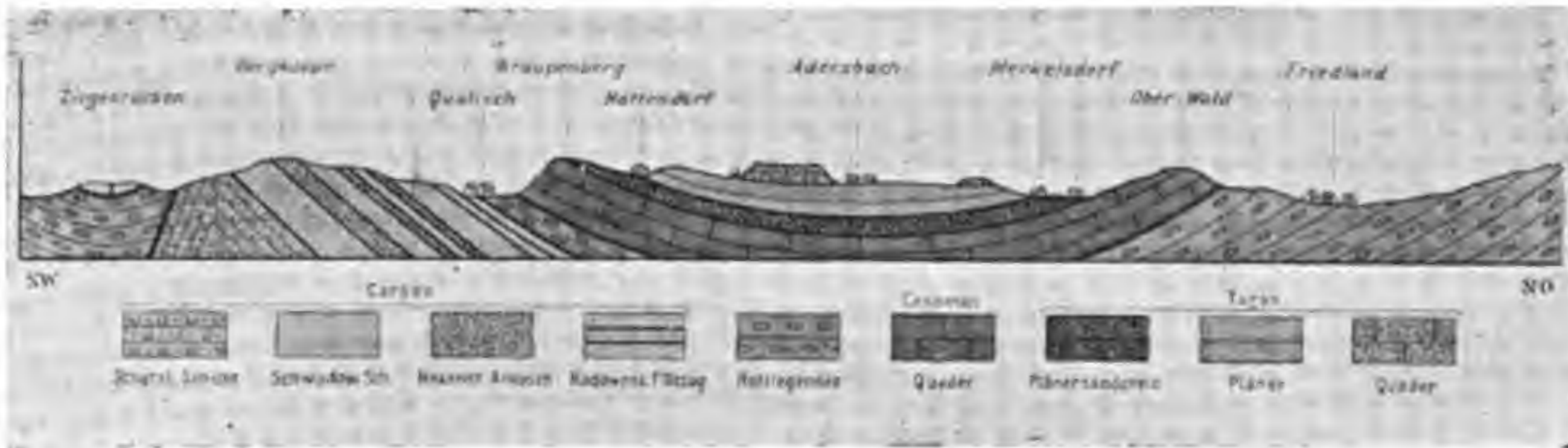


Abb. 1. Profil durch die Adersbacher Kreidemulde.
 (Nach A. Weithofer, der Schatzlar-Schwadowitzer Muldenflügel.)
 Masstab 1: 200000. Ueberhöhung 3:1.

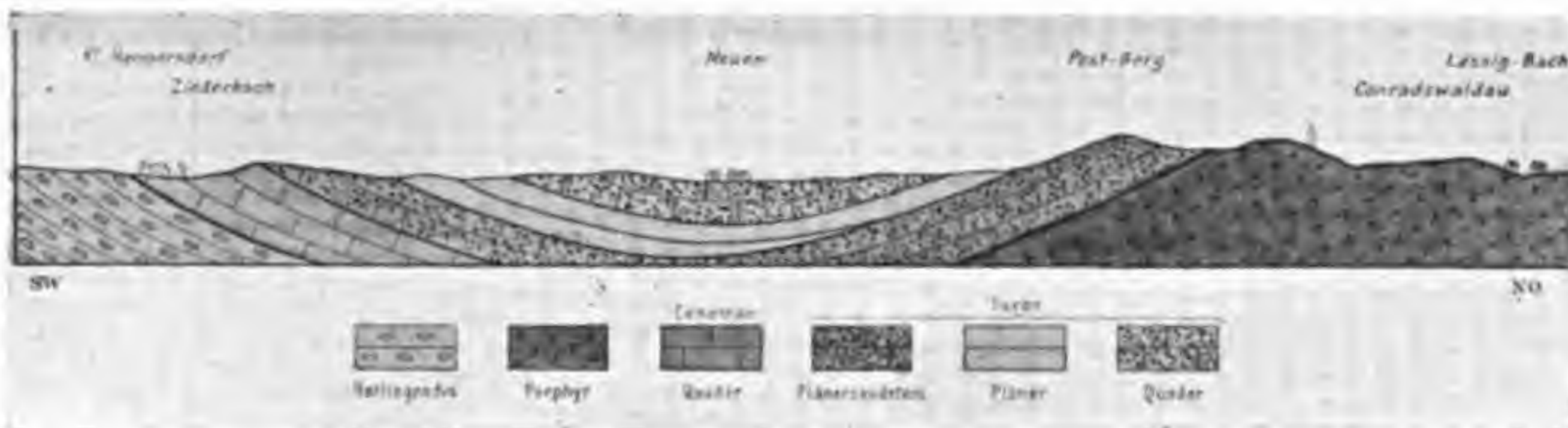


Abb. 2. Profil durch die nördliche Spezialmulde des Adersbach-Weckelsdorfer Beckens.
 (Nach K. Flegel, Heuscheuer und Adersbach-Weckelsdorf.)
 Masstab 1: 71000. Ueberhöhung 2 1/2: 1.

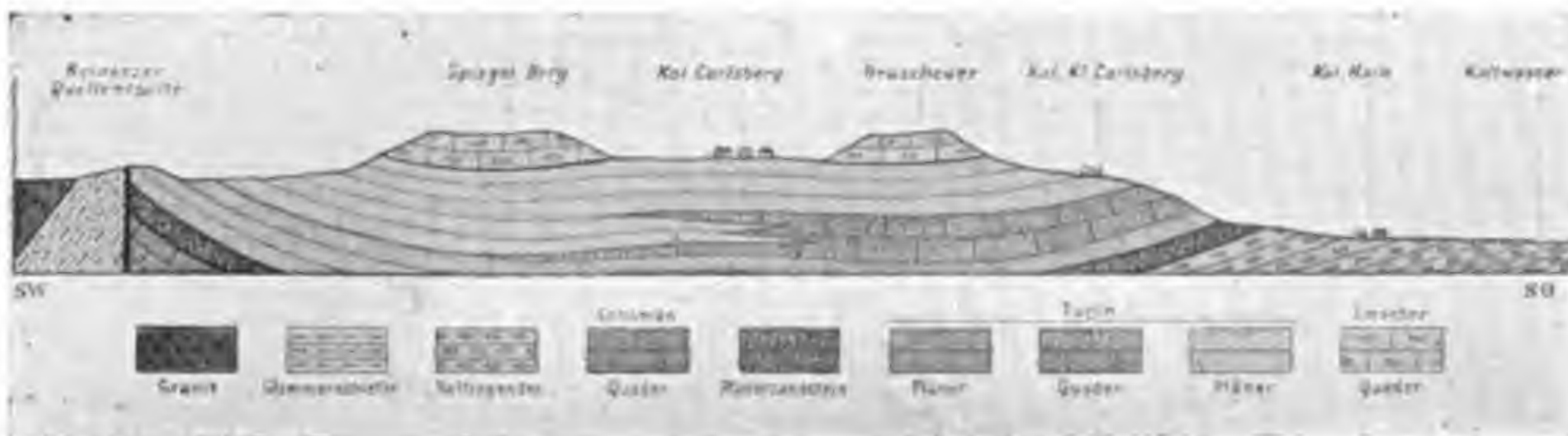


Abb. 3. Profil durch das Heuscheuergebirge.
 (Nach K. Flegel, Heuscheuer und Adersbach-Weckelsdorf.)
 Masstab 1: 68000. Ueberhöhung 2 1/2: 1.



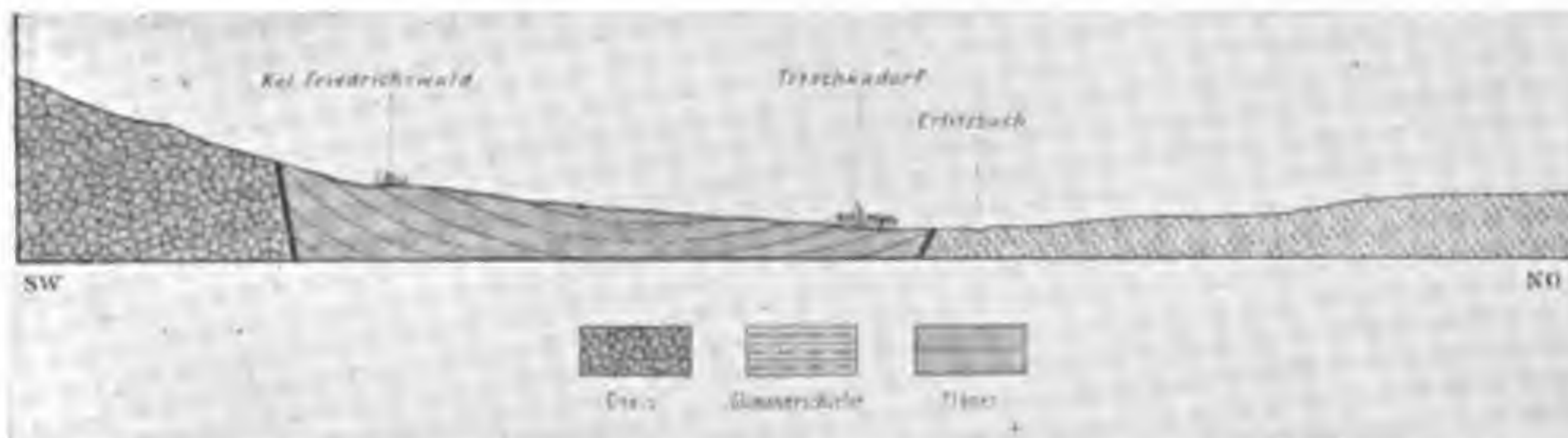


Abb. 4. Profil durch den Kreidegraben von Kronstadt i. B.

(Nach Aufnahmen von E. Obst.)

Massstab 1:32000.

Ueberhöhung $2\frac{1}{2}:1$.

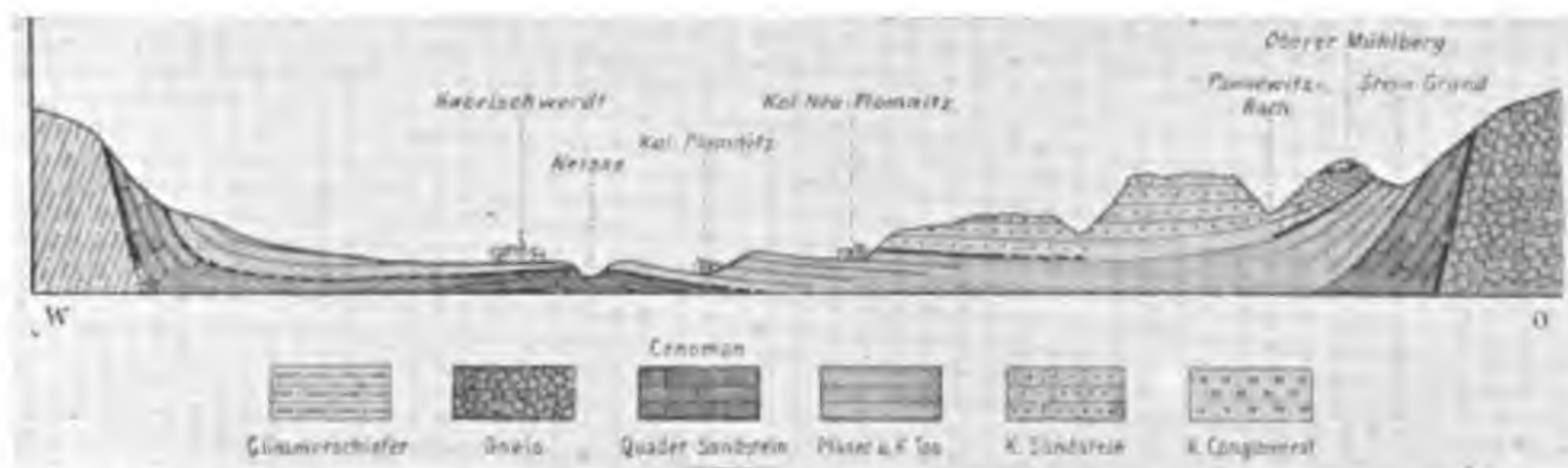


Abb. 5. Profil durch den Neissegraben bei Habelschwerdt.

(Unter Zugrundelegung der Leppla'schen und Sturm'schen Arbeiten und nach Aufnahmen von E. Obst.)

Massstab 1:117000.

Ueberhöhung 5:1.

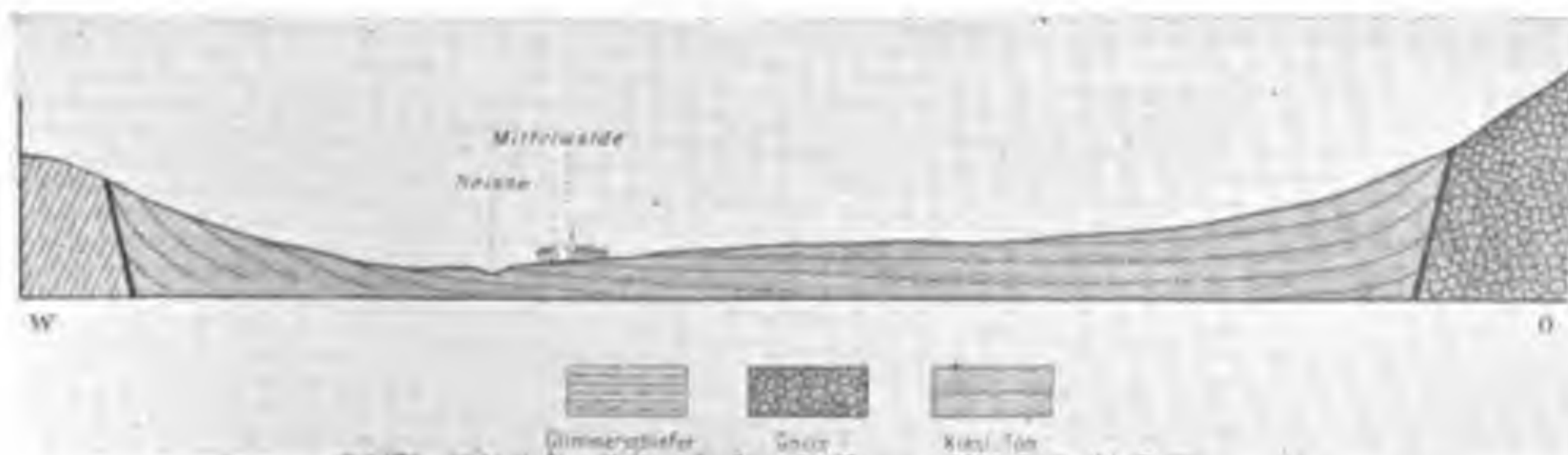
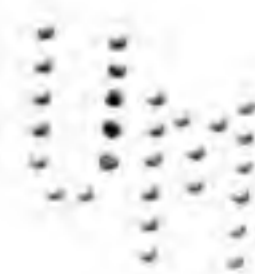


Abb. 6. Profil durch den Neissegraben bei Mittelwalde.

(Unter Zugrundelegung der Leppla'schen Arbeiten und nach Aufnahmen von E. Obst.)

Massstab 1:59000

Ueberhöhung $2\frac{1}{2}:1$.



10





Abb 7. Steinbruch Jöh Roten Berge gegenüber Piltsch.
(Nach Frech-Flegel, Führer für die geologische Exkursion in die Grafschaft Glatz.)



Abb. 8. Steinbruch im Kieslingswalder Ton, südlich vom Bahnhof Mittelwalde.

11



Abb. 9. Geneigte Quader in dem Felsenlabyrinth
des Heuscheuergipfels.



Abb. 10. Pläneraufschluss auf dem Wege von der Karlsberg-Cudowaer
Chaussee nach Dörnrikau.







Abb. 11. Urgebirge und Carbon im Süden von Silberberg.

UN



Mitt. d. Geogr. Ges.

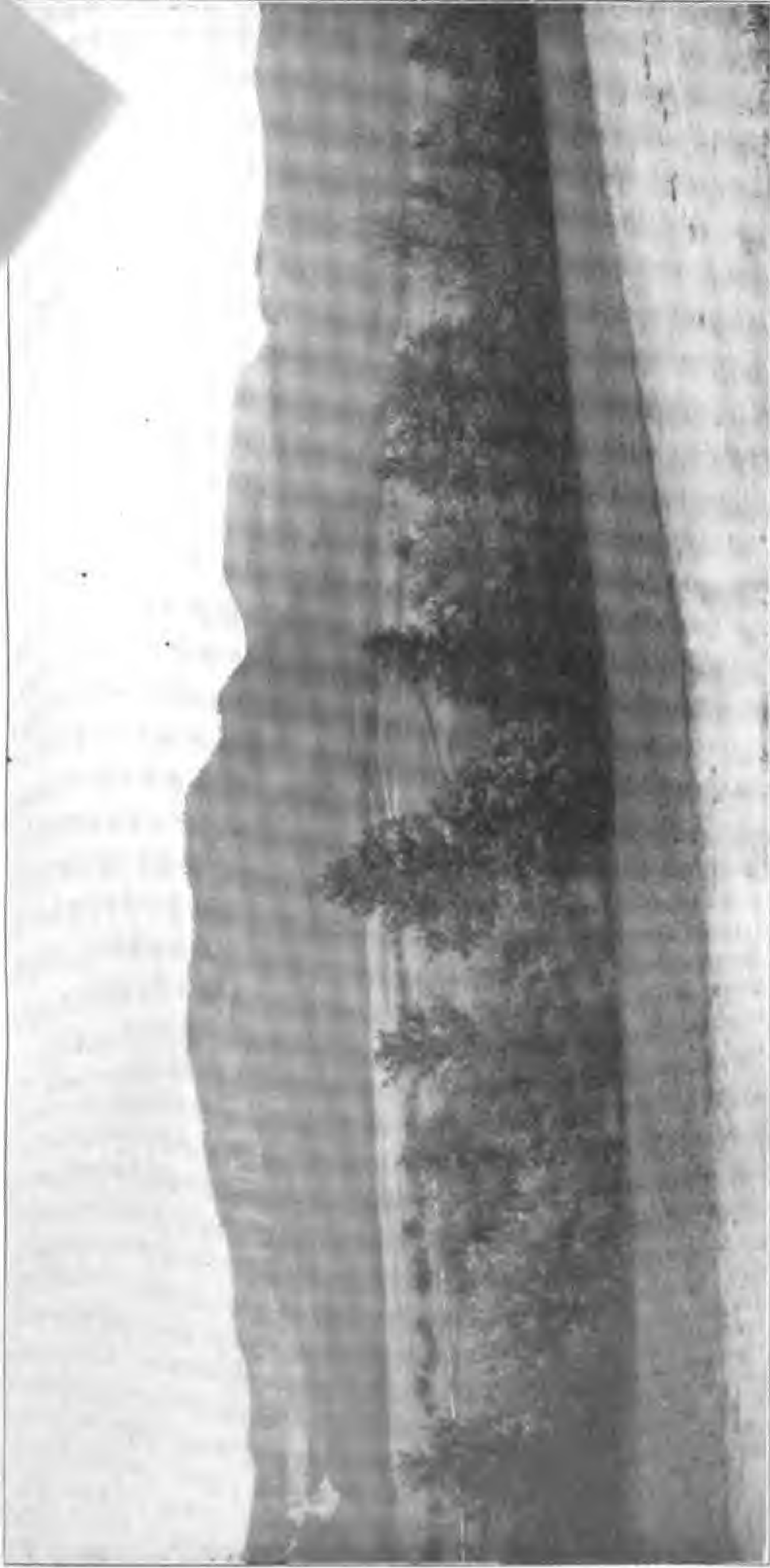


Abb. 12. Das Heuscheueergebirge vom Wünschelburger Steinsägewerk aus gesehen.



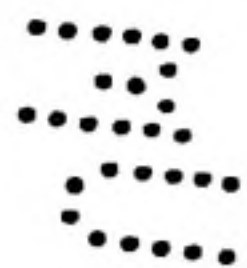




Abb. 14. Lochbildungen und Felspfeiler an den Felsen
des Heuscheucrgipfels.



Abb. 13. Sandlöcher an einem Quaderfelsen der Karlsberg-
Cudowaer Chaussee.





Abb. 15. Steingitter in Arizona.
(Nach J. Walther, Gesetz der Wüstenbildung.)



Abb. 16. Hohlkehlen und Leisten an den Felsen von Weckelsdorf.



Abb. 17. Hammerfelsen auf dem Hampelfelde
von Westen gesehen.



Abb. 18. Dieselben Felsen wie in Abb. 17
von Süden gesehen.

UNIVERSITY OF MICHIGAN



Abb. 19. Pilzfelsen auf dem „Käsebrett“ (Wünschelburger Lehne).

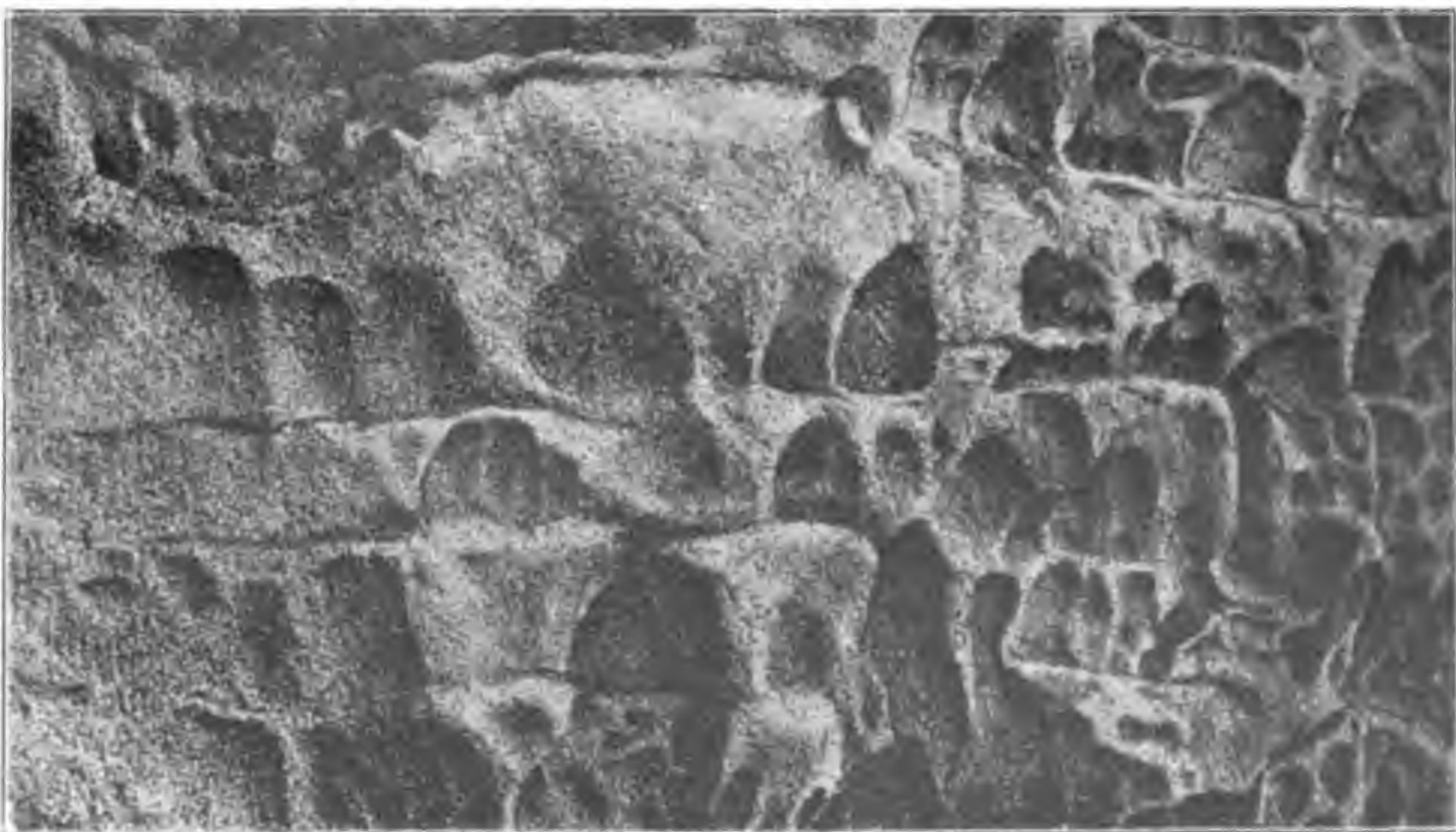


Abb. 20. Netzartige Verwitterung an den Sandsteinfelsen der Sächsischen Schweiz.
(Nach R. Beck, Ueber die korrodierende Tätigkeit des Windes in der Sächsischen Schweiz.)





Abb. 21. Verwitterungserscheinungen an den Sandsteinfelsen von Adersbach.
(Nach W. Petraschek, Oberflächen- und Felsformen in Adersbach-Weckelsdorf.)

Das Klichee stellte die Direktion der K. K. Geologischen Reichsanstalt in Wien gütigst zur Verfügung.

