© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

MITTEILUNGEN
DER
GEOLOGISCHEN GESELLSCHAFT
IN WIEN.

VIII. Jahrgang 1915. Heft 1 und 2.

Schwundspalten (Schlechten, Lassen).

Von Dr. H. v. Höfer.

Mit 2 Tafeln (I und II) und 1 Figur im Text.

Alle die Gesteine durchsetzenden Spalten — Lithoklase — sind durch Zerreißen entstanden. Der Impuls hiezu kann im Gestein selbst oder auch außerhalb desselben liegen. A. W. Stelzner nannte, dieser Entstehungsweise entsprechend, die erstere Art entokinetische, die andere exokinetische Spalten. Studiert man jedoch die entokinetischen Spalten eingehender, so findet man, daß in vielen Fällen zu dem inneren Impuls auch ein äußerer kam, der den ersteren auslöste. Die entokinetischen Spalten sind somit zumeist dikinetischer Entstehung. Statt diese neue Gruppe zu schaffen, wodurch die erstere schier bedeutungslos würde, ziehe ich es vor, die Definition der eingangs erwähnten beiden Spaltengruppen etwas schärfer zu fassen, und zwar: Die entokinetischen Spalten hatten ihren Initialimpuls im Gestein, während die exokinetischen Spalten ausschließlich durch eine von außen auf das Gestein wirkende Kraft entstanden sind.

Die von Daubrée[1]) eingeführte Zweiteilung dürfte von ähnlicher Voraussetzung ausgegangen sein, ist jedoch nicht direkt genetisch; er unterscheidet nämlich Diaklase (englisch: Joints), welche sich ohne Verschiebung (Verwerfung) gebildet haben, und Paraklase, kurz gesagt Verwerfungen. Wenn auch die entokinetischen Spalten, speziell die Schwundspalten, Diaklase sind, so sind z. B. die Druckspalten exokinetische Diaklase.

Die Paraklase gehören durchwegs in die Gruppe der exokinetischen Spalten. Die Bezeichnungen Stelzners und

[1]) Synthetische Studien zur Experimental-Geologie; deutsch von Dr. A. Gurlt 1880, S. 269.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Daubrées decken sich in den meisten Fällen, doch nicht durchwegs.

Cleavage ist die Bezeichnung für die Pressungs- oder Druckspalten, für transversale Schieferung, kurz Schieferung, und sollte hierauf beschränkt bleiben. Irrigerweise wurden auch ähnliche Erscheinungen, welche jedoch entokinetische Ursache haben, manchmal hieher gerechnet, die nun auszuscheiden sind.

Die Lithoklase verdienen durchwegs das Interesse des Geologen, im vollsten Maße jedoch das des Montangeologen und des Bergmannes. Die großen Verwerfungen, die Spalten, die ausgefüllt als Gänge und Trümmer erscheinen, bis hinab zu den kaum sichtbaren Haarklüften, welche als Lassen oder Schlechten die Kohlenflöze durchsetzen, sind für den Bergmann wichtige Erscheinungen, über welche er vom Montangeologen Aufklärung verlangt.

Die exokinetischen Spalten haben in der allgemeinen, doch ganz besonders in der praktischen Geologie seit langem Beachtung und eingehendes Studium gefunden. Die entokinetischen Klüfte jedoch blieben meist unbeachtet und die allgemeine Geologie beschäftigte sich zumeist nur mit den Absonderungsformen der Eruptivgesteine. Da diese Art der Spalten bisher von der deutschen Geologie meist stiefmütterlich in den Winkel gestellt wurde, mehr Beachtung fanden sie in England und Nordamerika, so erlaube ich mir, Ihnen dieses wenig bekannte Kind vorzustellen, in der Absicht, für dasselbe bei Ihnen Interesse, und zwar nicht bloß für heute, zu erwecken.

Die entokinetischen Klüfte haben, wie erwähnt, die erste Entstehungsursache, den Initialimpuls, in sich oder richtiger gesagt im nachbarlichen Gesteine; es waren Molekularkräfte tätig, welche zusammenziehend wirkten; es entstanden sonach Schwund- oder Kontraktionsklüfte.

Das Schwinden des Gesteines, wobei dasselbe auf absolute Festigkeit beansprucht wird, kann bedingt sein durch Stoff- oder durch Wärmeverlust; im ersteren Falle ist entweder Wasser verdunstet, das Gestein ist ausgetrocknet, es erlitt eine Metamorphose mit Stoffverlust (Metaklase). Es ergibt sich folgende Gliederung:

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Schwundklüfte:

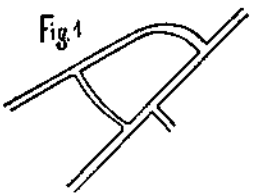
Verlust an:

Stoff	Wasser (mechanisch) . .	Austrocknungsspalten
	Bestandteilen (chemisch) .	Umwandlungsspalten
Wärme		Abkühlungsspalten

Wir wollen uns jedoch nur mit den Stoffverlustklüften (Apodosiklasen) näher beschäftigen.

I. Austrocknungsspalten.

1. Beobachtet man eine austrocknende Pfütze, deren Boden mit Schlamm bedeckt ist, so sieht man Spalten sich bilden, die in dem Maße, als die Austrocknung fortschreitet, sich erweitern und vermehren. Alle diese Spalten stehen zur austrocknenden Fläche ganz oder nahezu normal und reichen nicht tiefer als der Schlamm. Man wird weiter finden, daß eine neu entstandene Spalte von beliebigem Verlauf sich in der Nähe der älteren Spalte meist zu dieser ganz oder annähernd senkrecht umbiegt. (Fig. 1.) Diese erwähnten Regel-



mäßigkeiten kann man häufig auch an anderen austrocknenden Substanzen beobachten, z. B. an dem Lacküberzug von Blechtafeln u. a. m.

Andere Regelmäßigkeiten treten nicht auf, wohl darum, weil der Pfützenlehm gering und ungleich dick ist, am Boden klebt und verschieden wasserhaltig ist, da der Rand früher trocknen wird als die tiefste Stelle; es sind deshalb zu einer bestimmten Zeit die Austrocknungsverhältnisse in der ganzen Schlammasse verschieden.

In der Pfütze war der Wasserverlust durch die Wärme und zum Teil auch durch die Bewegung der Luft, also durch außerhalb des Schlammes liegende Ursachen, bedingt.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Erdwärme konnte in den bereits in der Erdkruste befindlichen Gesteinen ebenfalls die Ursache der Schwundklüfte sein, weshalb die Austrocknungsklüfte dikinetischen Ursprunges sind oder sein können.

2. Die Erscheinungen, welche die Pfütze im kleinen zeigt, finden wir im großen verschiedentlich wieder, so z. B. in den Strontianitgängen zwischen Hamm und Münster in Westfalen. Sie waren bald nach ihrer Inangriffnahme Gegenstand eines lebhaften Abbaues, der 1882 mehr als 1200 Arbeiter beschäftigte. Die Ursache des Erliegens des Bergbaues wird verschiedentlich angegeben, und zwar starker Wasserzudrang, Konkurrenz- und bergrechtliche Schwierigkeiten, Abnahme der Güte des Strontianits mit zunehmender Tiefe; die eigentliche Ursache dürfte jedoch das Auskeilen der Gänge in der Tiefe sein, wie dies die „Strontianitgräber übereinstimmend voraussagten" (v. d. Marck).

Die Literatur über dieses Vorkommen ist ziemlich reich; O. Volger, v. d. Marck,[2]) P. Menzel,[3]) E. Venator,[4]) Götting[5]) und J. Beykirch[6]) u. a. schrieben darüber, wobei sich mancher auf seine Vorgänger stützte.

Die Strontianit-Kalzitgänge treten im weißgrauen, ziemlich festen, an der Luft leicht verwitterten Mucronatenmergel (Senon) auf, der in fast söhligen, 25 bis 30 cm starken Bänken geschichtet ist. Dieser verhärtete Kalktonschlamm ist im nördlichen Teil toniger, im südlichen kalkiger, woselbst der Mergel auch von Plattenkalk überlagert wird.

Der Mucronatenmergel ist innerhalb einer Fläche von etwa 16 Quadratmeilen von vielen größeren und geringeren Gängen durchzogen, von welchen jedoch verhältnismäßig nur wenige als Strontianitgänge bauwürdig waren. Die hangenden Plattenkalke wurden von der Spaltenbildung nicht berührt.

Die Hauptgänge zeigen nach Venator zwei Streichungsrichtungen, eine südwestlich-nordöstliche (2—5h) und eine

---

[2]) Verhandl. naturhist. Vereine in Preuß.-Rheinland und Westfalen **31**, 98, 1874.

[3]) Jahrb. der kgl. preuß. geol. Landesanstalt 1882, II. Teil, S. 125.

[4]) Berg- und Hüttenm.-Ztg. 1882, S. 1—4.

[5]) Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 1889, S. 150.

[6]) 13. Beilageband zu Neues Jahrb. f. Min., Geol., Pal. 1899—1901.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

nordwest-südöstliche (9—12^h); die ersten Gänge fallen ziemlich regelmäßig mit 65—70^0 nach SE, die anderen ebenso regelmäßig, aber steiler nach SW. Menzel sagt ebenfalls, daß sich die Gänge der Mucronatenschichten fast rechtwinkelig durchschneiden. Die Mächtigkeit der Hauptgänge (bis 25 m) bleibt im Mergel in der Tiefe meist unverändert, zeigt jedoch im Streichen Verdrückungen und Erweiterungen. Es sind auch nicht immer einheitliche Gänge, sondern zwei Parallelgänge sind durch Trümmer verbunden. Scharungen und Durchkreuzungen fehlen nicht; hingegen gehören Verwerfungen der Gänge zu den größten Seltenheiten. Die Gänge bilden auch Gangzüge, wovon einer von SW nach NE 10 km lang verfolgt wurde; die Kreuzrichtung ist jedoch häufiger und ein derartiger Gangzug wurde auf 4·5 km aufgeschlossen.

v. d. Marck erklärte diese Strontianit-Kalzitgänge als Schwundspalten in dem von dem Meere entblößten und austrocknenden schlammigen Mergel, welcher Ansicht sich auch Venator, Menzel und Götting anschlossen und welche auch ich für richtig halte. Es wurde bereits erwähnt, daß diese Schwundspalten nicht in die hangenden Plattenkalke fortsetzen; bezüglich des Liegenden liegen keine bestimmten Angaben, sondern nur die Ansicht der Strontianitgräber vor, nach welch letzterer, voraussichtlich auf einige Beobachtungen gestützt, die Gänge nicht in das Liegende fortsetzen. Sie sind also an den schwindenden Mucronatenmergel gebunden, ebenso wie die Spalten im austrocknenden Schlamm der früher betrachteten Pfütze. Wie in dieser stehen auch hier in der Kreide die Spalten nahezu senkrecht zur austrocknenden Oberfläche, die zur Schichtung parallel ist. Und ebenso wie in der Pfütze bemerken wir wenigstens bei den Hauptspalten des Mergels die Tendenz, sich gegenseitig unter rechte Winkel zu stellen.

Es sei noch bemerkt, daß die Ausfüllung der Mucronatenspalten nur mit der Lateralsekretionstheorie erklärt werden kann, da die Spalten weder in die Tiefe noch in das Hangende fortsetzen. Daß der Kalzit aus dem nachbarlichen Mergel stammt, ist naheliegend, doch bezüglich des Strontianits könnte eingewendet werden, daß v. d. Marck in seiner Analyse eines Mergels von hier kein Strontium fand. Demgegenüber sei jedoch bemerkt, daß das Strontiumkarbonat im kohlen-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

säurehältigen Wasser bedeutend leichter löslich als Kalziumkarbonat ist, daß also ersteres aus dem Mergel gänzlich extrahiert wurde; vielleicht hätten mehrere Analysen, besonders spektroskopische, im Mergel Strontium noch in geringen Mengen als Extraktionsrückstand nachgewiesen.

Hat man erkannt, daß die Gänge ausgefüllte Schwundspalten, also an ein bestimmtes Gestein gebunden, sind, so läßt sich die Zukunft des hierauf umgehenden Bergbaues viel sicherer beurteilen, als dies sonst der Fall ist. Es ist somit *jene Erkenntnis von großer praktischer Bedeutung.*

In einer Reihe von Fällen treten die Regelmäßigkeiten der Austrocknungsklüfte unvergleichlich vollkommener als in den bisher besprochenen Beispielen auf. Es sind viele zueinander parallele Spalten, oft auch Spaltensysteme vorhanden, die ziemlich nahe liegen und sich unter nahezu 90° schneiden. Sie stehen, wie in den früheren Fällen, normal zur austrocknenden Fläche, bzw. Schichtung und sind auf ein gewisses Gestein beschränkt.

Um den Uebergang von den Erscheinungen in der austrocknenden Pfütze zu dieser neuen Gruppe der Schwundklüfte leichter zu vermitteln, sei zuerst gleichsam eine Riesenpfütze

3. der Bonneville-See[7]) in Utah besprochen, woselbst eine weithin gedehnte, mächtige, geologisch junge Schlammasse austrocknete.

Südlich von der großen Salzwüste in Utah liegt die Sevier-Wüste und an deren tiefster Stelle ein gleichbenannter Salzsee. Während der Eiszeit waren beide Wüsten von Wasser bedeckt; beide Wasserflächen hingen mittels vieler breiter Kanäle zusammen, so daß sie eigentlich einen einzigen großen See bildeten, der 300 englische Meilen lang (von N nach S) war und 180 miles größter Breite hatte. Diesen „fossilen See" nannte G. K. Gilbert Bonneville. In ihm sank der Schlamm nieder, welcher jetzt den Boden der Wüsten bildet. Zu Ende der Glazialzeit verdunstete das Wasser, wie es scheint, beim großen Salzsee rascher als beim Sevier-See, weshalb dieser durch einige Zeit in jenen abfloß. Dieser Abflußkanal ist heute noch deutlich sichtbar und mehr als

[7]) G. K. Gilbert, Post glacial joints. (Americ. Journ. Science. 3. ser. Vol. 23, S. 75, 1882; 24, S. 50, 1882.) — G. K. Gilbert, Lake Bonneville. (Monographs U. S. Geol. Survey, Vol. 1, 211, 1890.)

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

30 m tief. In den Schlammassen (weißer Mergel und gelber Ton) beobachteten G. K. Gilbert und J. C. Russel ein ausgedehntes System rechtwinkelig zueinander stehender Spalten, welche dem jetzigen spärlichen Niederschlagswasser den Lauf vorschreiben. Das N—S gerichtete Spaltensystem ist gegenüber dem E—W gerichteten vorherrschend. Alle Spalten sind vertikal, also senkrecht zur Oberfläche, beziehungsweise Schichtung. Alle Seitentäler des alten Abflußkanales zeigen deshalb einen auffallenden Parallelismus und nehmen rechtwinkelig eintretende Tälchen auf. Die Klüfte bedingen rechteckige Pilaster und Säulen.

Verwerfungen fehlen in diesen Sedimenten, die Klüfte sind somit Diaklase. Die Oberfläche dieser postglazialen Ablagerung ist eben, ihre Schichtung ungestört. Gilbert meinte in seiner ersten Arbeit (Amer. Journ. of Science), die Erklärung des Entstehens dieser Spaltensysteme müsse erst gefunden werden; in seiner zweiten Studie (Monographs) schloß er sich der Erklärung W. O. Crosbys[8]) an, dahingehend, daß jedes dieser Spaltensysteme als eine Folge einer Erdbebenwelle, welche dieses Wüstengebiet durchschritt, aufzufassen sei, weshalb zur Erklärung der Kreuzklüfte zwei zueinander senkrecht verlaufende Erdbebenwellen, bzw. zwei Beben angenommen werden müssen. Und daß das Bonneville-Becken wiederholt von großen Erdbeben heimgesucht ward, beweisen nach Gilbert die Verwerfungen, welche in den älteren Schichtgesteinen nachgewiesen wurden, während ihr Fehlen in den postglazialen Ablagerungen, um welche es sich doch hier handelt, von Gilbert selbst hervorgehoben wird. Es ist bekannt, daß bei manchen Erdbeben parallele Spalten entstanden sind, die jedoch das Terrain stufenförmig verwarfen, was im Bonnevilleschlamm nicht der Fall ist. Erdbeben erzeugen Paraklase, während im Bonnevilleschlamm typische Diaklase vorhanden sind. Diese Widersprüche hätten ausgereicht, Crosbys Erklärung abzulehnen, die auch dadurch sehr unwahrscheinlich ist, daß die Klüfte trotz horizontaler Lagerung offen sind und daß zwei zueinander senkrecht verlaufende Erdbeben angenommen werden müßten. Berücksichtigt man ferner, daß solche zueinander senkrechte Kluft-

[8]) On the Classification and Origin of Joint-Structures. (Proc. Boston Soc. Natural. Hist. V. 23, 72, 1882—1883.)

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

systeme, welche mit Verwerfern nichts gemein haben, weit über die Erde verbreitet und im verschiedensten Maßstabe entwickelt und stets auf ein bestimmtes Gestein beschränkt sind, so muß man Crosby-Gilberts Erklärung ganz entschieden ablehnen. Damit verlieren jedoch die von Gilbert mitgeteilten Beobachtungen, Tatsachen, nichts an Wert. Diese sind, kurz zusammengefaßt, folgende: In postglazialem mergelig-tonigen weitgedehnten, über 30 m mächtigen Sediment sind zwei zueinander rechtwinkelig gestellte, offene Kluftsysteme vorhanden, welche zur horizontalen Schichtung (Oberfläche) normal stehen und das hydrographische Netz bedingen. Sie sind nach der Sedimentation entstanden.

4. Kalifornien. In den bis 20 m mächtigen Schlammsedimenten des Sakramentos und anderer kalifornischer Flüsse bildeten sich unter ähnlichen Verhältnissen, wie im Bonneville-See, Spalten, über welche J. Le Conte[9]) berichtet. Auf sandiger Unterlage liegen 3 bis 5 m mächtige Schlammassen, welche durch und durch von Spalten durchsetzt sind, so daß der Schlamm in einzelne quadratische und sechseckige Pfeiler, die bis zum Sand hinab, doch nicht in ihn hinein reichen, getrennt sind. In diesen Spalten kann man bequem gehen; Le Conte erklärt sie durch Schrumpfung (shrinkage) infolge der Einwirkung der Sonnenwärme entstanden und vermutet dasselbe von den Bonneville-Spalten. Dies lehnt jedoch Gilbert damit ab, daß beide Erscheinungen verschieden seien; am Sakramento stehen quadratische und sechseckige prismatische Blöcke, während es sich in der Salzwüste von Utah um eine ganz regelmäßige Anordnung von Klüften handelt. Doch gibt diese daselbst nach den eigenen Mitteilungen Gilberts[10]) Anlaß zur Säulenbildung. Leider ist in keiner dieser Publikationen die Entfernung der Spalten, auch nicht in den Grenzwerten, angegeben, ebenso fehlen Bilder, aus welchen möglicherweise manches Detail entnommen werden könnte. Der übrige Teil von Gilberts Widerlegung ist zumeist spekulativer Art; seine dabei eingestreuten Behauptungen, wie „die Schwundklüfte kreuzen sich nicht" oder „sie

---

[9]) Origin of jointed Structure in indisturbed Clay and Marl Deposits. (Americ. Journ. Sciences, ser 3, Vol. 23, 233, 1882.)

[10]) Americ. Journ. Sciences, ser. 3, Vol. 24, S. 50.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

seien nicht parallel" sind hinfällig. Für Kalifornien stimmt Gilbert der Erklärung Le Contes zu.

5. New York. In den posttertiären Tonen in der Umgebung von Albany (New York) treten nach einer Mitteilung James Halls an W. O. Crosby[11]) ebenfalls zwei sich unter rechten Winkeln kreuzende Kluftsysteme auf, welche ersterer als Schwundspalten erklärt, während letzterer auch hierauf seine Erdbebenhypothese anwenden will.

Wir haben bisher die Kreuzklüfte in drei amerikanischen mehr oder weniger weichen Schlammassen angetroffen; wir finden sie aber auch in erhärteten Schlämmen, wie z. B. im Mergel, und in Sandsteinen aller Formationen, in welchen sie schon wegen ihres übereinstimmenden Verhaltens und Vorkommens ebenfalls als Austrocknungsklüfte angesehen werden müssen; sie sind zweifelsohne Diaklase und da keine chemische Umwandlung, wohl jedoch sicher ein Wasserverlust vorausgesetzt werden darf, Austrocknungsklüfte. Hieher gehörende Beispiele könnten aus der Literatur reichlich beigebracht werden, woselbst sie vielmals an charakteristischen Bildern erläutert werden. Die nachgenannten Fälle dürften genügen, das Wesen und die Bedeutung der Kreuzklüftung in festen Gesteinen verschiedenster Art zu erklären.

6. Mudstone in Tasmanien (Australien). Die wörtliche Übersetzung von Mudstone wäre Schlammstein. Archibald Geikie[12]) definiert ihn: „Ein feines, gewöhnlich mehr oder weniger sandiges, toniges Gestein ohne Spaltbarkeit und von etwas größerer Härte als irgendeine Tonart" und rechnet ihn zu den Tongesteinen; wir würden ihn sandigen Mergel heißen. Nach Rob. M. Johnston[13]) ist er „längs der östlichen Küstenlinie der Tasmanischen und Forestier Halbinsel gut entblößt". Er zeigt „die gewöhnlich kühnen, vertikalen Schlechten (Faces) und die horizontalen Bänder (bands)" ..... „An der Stelle, welche als ‚Tesselated Pavment' (Würfelpflaster) berühmt ist, ist die Regelmäßigkeit der Kreuzklüftung, welche mehr oder weniger erodiert ist, wunderbar vollkommen." (S. 125.) Das von Johnston in seinem sehr wertvollen Werk mitgeteilte Bild dieses Würfelpflasters zeigt etwas verkleinert

[11]) L. c. S. 80.

[12]) Text-Book of Geology 1882, S. 164.

[13]) Systematic Account of the Geology of Tasmania. Hobart 1888.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Fig. 2, Taf. I; man sieht daraus, daß die Küstenlinie im Detail von der Kreuzklüftung beeinflußt ist, daß sich zwei kleine Baien mit rechtwinkeligen Ufern, den zur Schichtung normalen Kreuzklüften entsprechend, bildeten. Nach den im Mudstone vorgefundenen karbonen Versteinerungen, wie *Productus*, *Spirifer*, *Fenestella fossula* usw., ist er ein marines Sediment. Da auf S. 119 meiner Quelle erwähnt wird, daß in der Mudstonezone auch mächtige Bänder weißen Kalkes auftreten, so darf um so mehr vorausgesetzt werden, daß hier der Mudstone ein sandiger Mergel ist.

7. Ein anderes instruktives Beispiel des Einflusses der Kreuzklüftung auf die Küstenbildung gibt Archibald Geikie in Fig. 162 seines Textbook of Geology (London 1885, S. 416). Dieses Bild (Fig. 3, Taf. I) ist das eines höheren Steilabsturzes an der nördlichen Caithness-Küste (Schottland), welcher einer der parallelen vertikalen Spalten entspricht. Die Schichtklüfte sind horizontal im Flagstone, d. i. ein dünn geschichteter Sandstein, der hier dem old red (Devon) angehört. Die Zerstörung der Küste erfolgt hier besonders vom Tage aus, von oben herab. Ein Teil der Wand ist abgestürzt, dahinter ist dadurch eine parallele Wand entblößt. Die Ruine der stehen gebliebenen Wand zeigt infolge der Kreuzklüfte in der Mitte einen parallelepipedischen Aufbau und an den Rändern die Treppenbildung.

In der Höhe des Meeresspiegels sieht man eine Höhle, deren Tor, der Kreuzklüftung und Schichtung entsprechend, ganz rechtwinkelig begrenzt ist. Geikie gibt in den Figuren 164 und 218 noch sehr hübsche Bilder von der Kreuzklüftung des old red-Sandsteins dieses Gebietes; stets stehen diese Kluftsysteme normal zur Schichtung und zueinander senkrecht.

8. Ein sehr hübsches Bild der Kreuzklüftung gibt uns auch W. v. Gümbel auf S. 258 seiner „Grundzüge der Geologie" vom Buntsandstein bei Kulmbach (Bayern). Auch hier stehen die beiden rechtwinkeligen Kreuzklüfte normal zur Schichtung. v. Gümbel gibt zu seinem Bilde keine weitere Erläuterung, sondern bemerkt nur: In den Konglomeratbänken der Kulmschichten des Fichtelgebirges sind z. B. die zahlreichen Gerölle so scharf wie mit einem Messer durchschnitten oder gespalten."

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

9. Der Quadersandstein der böhmisch-sächsischen Schweiz. Schon seit langem haben diese Sandsteingebilde, der oberen Kreide angehörend, wegen ihren malerischen Formen allgemeine Aufmerksamkeit erregt. Diese sind dadurch bedingt, daß hier der Sandstein von zwei zueinander senkrechten Kluftsystemen, welche zu den Schichtungsfugen normal stehen, durchschnitten ist, wodurch sich quader-, würfel- und säulenförmige Formen bilden.

Diese Kluftsysteme, jedes aus parallelen Klüften bestehend, haben seit langem auch das Interesse der Geologen gefunden, welche sie Absonderungsspalten hießen, womit man auch jene der prismatischen und plattigen Formen der Eruptivgesteine, also indirekt als Schwundklüfte, bezeichnet. Die meisten älteren Geologen, auch Gutbier,[14]) welcher diese Klüfte kartierte und eingehend studierte, erklärten sie als durch Austrocknung entstanden.

v. Kořistka[15]) führt die Entstehung jener Klüfte, welche eine konstante, zu dem Hauptrücken des Gebirges parallele Richtung einhalten und meist durch eine bedeutende Länge und ziemliche Breite ausgezeichnet sind, auf tektonische Ursachen zurück, während die sie kreuzenden vertikalen Spalten durch Kontraktion bei Erhärtung des Sandsteines erklärt werden können. v. Kořistka scheint das erstere Kluftsystem als Paraklase, das letztere als Diaklase betrachten zu wollen, und zwar nur aus dem Grunde der Parallelität des Streichens, ohne seine Vermutung weiter zu unterstützen. Auch die zweifache Erklärungsweise ist eine Schwäche dieser Hypothese.

A. Hettner hat in seiner gediegenen, sehr eingehenden Studie „Gebirgsbau und Oberflächengestaltung der sächsischen Schweiz“[16]) (S. 43) der „quaderförmigen Absonderung“ des Sandsteines einen eigenen Abschnitt gewidmet. Die Klüfte, in Sachsen „Lose“ genannt, „sind in ihrer Anlage von vornherein im Gestein vorhanden, denn in Steinbrüchen treten sie entweder als schmale Risse oder doch wenigstens als Flächen verminderter Kohäsion auf, längs deren sich das Gestein am leichtesten trennt“. Diese „Schwäche-

[14]) Geognostische Skizzen, S. 27, 31.

[15]) F. Katzer, Geologie von Böhmen, S. 1248.

[16]) A. Kirchhoffs Forschungen, S. 278.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

flächen" sind gleichsam das erste Stadium der Lose (Lassen, Schlechten), sie verweisen auf einen inneren Zug im Gestein. Hettner sagt weiter: „Da Verwerfungen mit ihnen nicht verbunden sind, gehören sie zu den ..... Diaklasen Daubrées. Die Lose stehen im allgemeinen senkrecht auf den Schichtflächen und schneiden einander in ganz oder nahezu rechten Winkeln. Mitunter sind sie gegen die Schichtebene unter einem schiefen Winkel geneigt; es kommt sogar vor, daß eine senkrechte Kluft sich nach oben schräg fortsetzt und sich in zwei schräge Klüfte teilt. Auch die Streichrichtung der Klüfte, besonders der großen, ist im allgemeinen eine geradlinige, oft ist sie sanft gekrümmt (Richtungsunterschiede bis 30°) und sie kann sich auch gabeln. Im nördlichen Teile der sächsischen Kreide sind die Klüfte im ganzen parallel zur Granitüberschiebung. Dies sind die allgemein gültigen Beobachtungen Hettners.

Er ist geneigt, die Kluftbildung im Sinne Daubrées auf eine Torsionswirkung zu beziehen, eine Ansicht, der man hie und da auch in anderen Gebieten begegnet. Daubrées sehr interessante Versuche[17]) werden jedoch nicht immer entsprechend in die Natur übertragen. Seine drei Versuche: Zerreißung durch Torsion, durch einfachen Druck und infolge von Faltung erzeugen Paraklase; hieran könnte nur im zwei zueinander senkrecht verlaufende Erdbebenwellen, bzw. ersten Falle gezweifelt werden. Auch bei der Torsion muß der Drehschlüssel des Versuches um einen gewissen Winkel gedreht werden, bis die Glas- und Gipsplatte zerbricht. Dieser Winkel wird bis zu den festen Klemmbacken hinab bis auf Null verkleinert; der diesem zunächst liegende Teil der Platte kann also nur dann zerrissen werden, wenn eine sehr weitgehende Torsion erfolgt. Unter allen Umständen wird bei jeder Glasspalte eine kleine Verschiebung (Verwerfung), dem jeweiligen Torsionswinkel entsprechend, stattfinden, die einzelnen Teile müssen sich wendeltreppenartig anordnen, es werden also Paraklase gebildet. Auch Daubrée[18]) sagt ausdrücklich zu dem von ihm gegebenen Beispiel der Torsions-

[17]) Synthetische Studien zur Experimental-Geologie; deutsch von Doktor A. Gurlt, Braunschweig 1880, S. 235.

[18]) L. c. S. 249. Die Figuren 101 und 102 zeigen Klüfte, die im Seigerriß, zu einander und zur Schichtung schief stehend, sich schneiden, also mit den Klüften des Quadersandsteines gar keine Ähnlichkeit haben.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

klüfte in der Uferklippe zu Tréport: „Alle diese Klüfte zeigen die bei Verwerfungsspalten bekannten Eigenschaften. Hie und da sieht man auf den Kluftflächen horizontale Reibungsstreifen."

Hettner erklärt die Quadersandsteinklüfte selbst als Diaklase, weil keine Verwerfungen vorhanden sind, weshalb seine Erklärung als Torsionsspalten nicht zutreffen kann. In diesen treten beim Versuch auch Strahlenbündel auf, welche in der sächsischen Kreide fehlen. Die Torsionsklüfte stehen auch nicht senkrecht auf der Platte (Schichtung).

Die Bedenken Hettners gegen Austrocknungsspalten beziehen sich einerseits auf die unrichtige Annahme Gutbiers, welcher diesen die Kugelform zugrunde legen will, anderseits auf manche Beweise Daubrées, die nicht haltbar sind; so zum Beispiel, daß die beiden Kluftsysteme im Streichen und Verflächen der Schichten liegen, was im Quadersandstein, wie auch andernorts, nicht durchwegs zutrifft; ferner, daß die Klüfte in verschiedenen Gesteinen dieselbe Richtung bewahren, worüber Hettner uns keine Beweise erbringt. Meine Anfragen, ob im Quader und Pläner die Klüfte ganz gleich orientiert sind, blieben in der Literatur und bei persönlicher Erkundigung bei meinen Fachgenossen in Böhmen ungelöst. Daß die Gerölle von den Klüften durchschnitten und Versteinerungen in der Nähe der Klüfte verzogen werden, kann durch jedwede zerreißende Kraft bedingt werden, also auch durch den Schwund.

Die von Hettner gegebenen sehr wertvollen Beobachtungen deuten wir mit ihm dahin, daß die Klüfte im Quadersandstein Diaklase sind.

Daß hier die Kreuzklüftung den landschaftlichen Charakter der Kreideformation und die malerischen Felsformen der böhmisch-sächsischen Schweiz, bei Adersbach usw. bedingt, ist ja auch in weiten Kreisen bekannt.

10. Idria. Die wunderbare Regelmäßigkeit der Kreuzklüftung, welche uns z. B. das tasmanische Würfelpflaster im großen zeigt, spiegelt sich in dem vorliegenden Mosaikstein (Fig. 4, Taf. II) im kleinen ebenso herrlich wieder. Dieses plattenförmige, 16 cm im Gevierte messende und 4—5 cm dicke Prachtstück stammt aus der Triasformation von Idria und zwar aus dem Hauptmannsfeld, VII. Horizont im Glanonigg-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Revier, und ist Eigentum der Lehrkanzel für Geologie der k. k. montanistischen Hochschule in Leoben. Der größte Teil dieser Platte ist ein feinkörniger, lichtgrauer, undeutlich geschichteter Sandstein, der von einer oberen, 4—5 mm starken, dunkelgrauen Mergelschicht bedeckt und von der Unterlage fast durchwegs scharf abgegrenzt wird. Dieses dünne Mergellager macht den Eindruck eines aus lauter kleinen quadratischen und rechteckigen Stückchen zusammengesetzten Mosaiks. Die Seitenlänge dieser Stückchen, welche gegen ihre Mitte hin gewöhnlich ganz sanft gewölbt erscheinen, schwankt zwischen 8 und 12 mm. Das Mosaikgebilde ist bedingt durch zwei sich rechtwinkelig schneidende Fugen, welche an die Mergellage gebunden sind, in den Sandstein nicht fortsetzen und zur Oberfläche normal stehen.

Diese Regelmäßigkeit ist nur an einer Stelle durch eine dünne, 7 cm lange Spalte gestört, welche das eine Fugensystem unter einem Winkel von 20^0 schneidet; an dieser Stelle ist der Mergel nicht scharf von dem darunter liegenden Sandstein getrennt, wodurch vielleicht die erwähnte Unregelmäßigkeit bedingt ist.

Dieses Prachtstück ist auch ein handlicher Beweis für die Unzulässigkeit der früher besprochenen Hypothese Crosby-Gilberts; denn wären hier zwei rechtwinkelig zueinander gerichtete Erdbebenwellen tätig gewesen, so hätten sie gewiß den spröderen Sandstein ebenso gespalten, wie die dünne Mergellage; in dieser mußte sonach der Impuls zur Spaltenbildung gelegen gewesen sein.

Die leichte Wölbung der einzelnen Mosaikstückchen verweist ebenfalls auf Schrumpfung, welche die schrumpfende Masse gegen die Mitte der Stückchen zog und dadurch die Erhöhung bedingte.

Bei den Schwundklüften, entstanden durch Austrocknung in den Sedimentgesteinen, konnte für alle übereinstimmend festgestellt werden:

1. Sie sind auf das schwindende Gestein beschränkt und setzen in das petrographisch anders geartete Gestein nicht fort. Gänge, welche diese Spalten ausfüllten, sind deshalb ebenfalls auf ihr Nebengestein beschränkt und setzen nicht in die Tiefe, was bergmännisch wichtig ist. Sie sind durch Lateralsekretion entstanden.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

2. Sie stehen entweder ganz oder nahezu normal zur austrocknenden Oberfläche, bzw. zu der hiermit parallelen Schichtung.

3. Sie zeigen die Tendenz, sich rechtwinkelig zu begegnen.

4. Längs der Schlechten findet keine Verschiebung statt; sie sind Diaklase.

5. Die Mächtigkeit der Austrocknungsklüfte, die Beschaffenheit ihrer Grenzflächen, ist verschieden und wie es scheint, von der Korngröße des Gesteines abhängig. Auch ihr Anhalten im Streichen und die Entfernung der einzelnen Spalten ist verschieden, die bedingenden Einflüsse sind bisher nicht genügend bekannt.

In vielen Fällen tritt zu diesen allgemein gültigen Regelmäßigkeiten und Eigenschaften noch hinzu:

6. Die Spalten sind auf weite Erstreckung hin parallel.

7. Sind zwei solcher Spaltensysteme vorhanden, so schneiden sich dieselben meist unter einem rechten Winkel.

Ferner sei bemerkt:

Ist nur ein System von Spalten vorhanden, so ist dieses primär; treten jedoch zwei Systeme auf, so setzt das eine auf größere Entfernung fort (primär), während das andere häufig absetzt und oft auch rauhere Flächen hat (sekundär), gleichsam nur die einzelnen primären Platten weiters rechtwinkelig teilt.

Die Schwundspalten verdienen auch das Interesse des Geographen, da sie den landschaftlichen Charakter, den Verlauf der Küstenlinie, der Bäche und Flüsse bestimmen können.

Durch die Schwundspalten werden wasserundurchlässige Gesteine, wie zum Beispiel der Mergel, wasserlassend, ja selbst völlige Wassersäcke, wie dies A. Middelschulte[19]) von den weißen, turonen Mergeln des Ruhrbeckens berichtet, welche von Klüften durchzogen sind, die SW—NE und NW—SE streichen, sich also nahezu rechtwinkelig schneiden.

Bei der Gewinnung der Gesteine wird man die Spalten berücksichtigen, nicht bloß zur Erleichterung der Arbeit, sondern auch um große Werkstücke zu erhalten, wobei die Keilarbeit zur Anwendung gelangen kann.

---

[19]) Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen in Preußen 1902, S. 337.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

II. Umwandlungsklüfte (Metaklase).

Ihre Entstehung ist, wie dies bereits einleitungsweise erwähnt wurde, durch einen chemischen Vorgang, durch eine Gesteinsmetamorphose bedingt, mit welcher ein Substanzverlust verbunden war; nebenher konnte auch eine Wasserabgabe stattgefunden haben.

A. Die Schlechten in den Kohlenflözen.

Das Auftreten der Schlechten in den Kohlenflözen ist schon lange bekannt und wurde frühzeitig von den Engländern beachtet, was wohl daraus erklärlich ist, daß sich dort der Kohlenbergbau früher entwickelte. Man kennt sie dort unter den verschiedensten Namen, wie zum Beispiel cleat, bord, face, end usw. Darunter versteht man ebenflächige, sehr dünne, parallele Klüfte, welche das Flöz, meist zu diesem normal, häufig mit konstantem Streichen durchsetzen und gewöhnlich sehr nahe beieinander liegen.

Sie sind für den Kohlenbergbau sehr wichtig, da der Abbau senkrecht zu den Schlechten getrieben werden muß, um einen großen Stückkohlenfall und große Häuerleistung zu erzielen. Bei diesem Arbeitsprinzip wird auch an Zimmerung, an Holz erspart. Auch bezüglich der Sicherheit der Arbeiter können sie von Bedeutung sein, weshalb in den vortrefflichen Berichten der preußischen Unfallverhütungskommission dem Vorkommen der Schlechten in den einzelnen Kohlengebieten stets Beachtung geschenkt wird. Diese große praktische Bedeutung der Lassen (Schlechten) berechtigt dazu, ihre Einzelheiten weiter und eingehender zu beachten und sich nicht damit zu begnügen, ihre allgemeine Richtung, ihr Streichen zu kennen, das ja schon der Häuer bei der Gewinnung der Kohle sehr bald festgestellt hat. Die Schlechten bieten auch interessante geologische Probleme.

Die kuboidische oder parallelepipedische Form der Stücke mancher Kohlen ist durch die Lassen bedingt. Besieht man ein solches Stück näher, so erkennt man rauhere, etwas schmutzige Flächen, welche der Bänderung der Kohle parallel und Schichtflächen sind. Hierauf normal stehen hellglänzende ebene Flächen, die Schlechten.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Lassen sind oft schon bei der Ausfahrung des Flözes als feine offene Klüfte sichtbar; sie werden jedoch deutlicher, wenn das Ort durch einige Zeit kalt steht, da der Druck einerseits, die freie Fläche anderseits diese Haarrisse erweitert. Manchenorts ist im Flöz eine solche Spannung vorhanden, daß es ganze Kohlenplatten abwirft, wenn der Vortrieb senkrecht zu den Lassen erfolgt (Bergschläge). Manchmal findet man auch in der einen und anderen Schlechte Schwefelkies, Kalkspat, Gips, Eisenocker, Hartit usw. ausgeschieden, wodurch sie ebenfalls deutlicher sichtbar werden.

Die Schlechten zeigen in den Kohlenflözen gewisse Regelmäßigkeiten, ja fast Gesetzmäßigkeiten; es sind das dieselben, welche bereits von den Austrocknungsspalten festgestellt werden konnten. Ergänzend sei noch hinzugefügt

8. Sie streichen oft in wenigen Zentimetern Entfernung zueinander parallel, oft auf weite Entfernung hin dasselbe Streichen beibehaltend.

9. Ihr Streichen ist von jenem des Flözes ganz unabhängig. Es sind Fälle bekannt, in welchen das Streichen der Lassen ganz unverändert Flözwindungen durchsetzt. Es ist also zwischen der Tektonik des Flözes und den Schlechten gar kein Zusammenhang. Meist ist das Streichen der einen von jenem der anderen verschieden. Geikie, welcher die Übereinstimmung beider Streichen behauptet, hat dies jedenfalls auf Grund vereinzelter Beobachtungen in England angenommen, von wo auch gegenteilige Beobachtungen, zum Beispiel von Yorkshire, vorliegen. (S. Seite 18.)

10. In manchen Kohlenflözen treten zwei Systeme von Schlechten auf, wovon das eine deutlicher ausgesprochen und im Streichen anhaltender ist (primäre Klüfte), als das andere (sekundäre); gewöhnlich stehen beide zueinander und zur Flözebene annähernd senkrecht. In den jüngeren Kohlen, besonders vom chemischen Standpunkte aus so benannt, pflegt nur ein System aufzutreten.

11. Ist das Flöz durch taube Bergmittel in zwei oder mehrere Bänke getrennt, so setzen durch dieses die Lassen gewöhnlich nicht durch.

12. Die Schlechten pflegen in den meisten Fällen in den einzelnen Bänken eines Flözes gleich gerichtet zu sein; sel-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

tener ist das Gegenteil oder daß sie zur Flözebene schief stehen.

13. Die Lassen setzen in das Hangende und Liegende des Kohlenflözes nicht fort. In vielen Fällen fehlen in den Gesteinen des Hangenden und Liegenden überhaupt Schlechten oder wenn sie auftreten, so sind sie anders orientiert. Sehr bemerkenswerte Beispiele dieser Art veröffentlichte P. F. Kendall[20]) aus dem Kohlenbecken von Yorkshire: Im Southowran bei Halifax streichen die Lassen in der Kohle nach N 37° W = 22h 13°, im Hangenden nach N 63° W = 19h 12° und N 39° E = 2h 9°, also im Hangend vollends anders wie in der Kohle, in welcher nur ein System von Schlechten auftritt, während im Hangenden zwei vorhanden sind, die sich fast rechtwinkelig (78°) durchschneiden. Ein zweites Beispiel gibt er von Hodin Hood Steinbruch bei Wakefield, in welchem das Flöz mit 3° nach S 4 W (12h 4°) einfällt und in ihm die Hauptlassen nach N 65 W (19h 10°) streichen. Über dem Kohlenflöz folgt Schieferton ohne Lassen und über diesem eine Sandsteinbank mit N 70 E (5h 0°) und S 15 E (11h 0°) Schlechtenstreichen.

In der Johann Maria-Grube zu Polnisch-Ostrau treten im Hangenden und Liegenden eines jeden der vier Flöze Schlechten auf, welche im Streichen nie mit jenen in der Kohle übereinstimmen.

14. Nach englischen Berichten ist das Lassenstreichen der verschiedenen übereinander liegenden Flöze übereinstimmend; dies konnte ich im Ostrau-Karwiner Revier zwar für die Flöze des Hohenegger Schachtes (Karwin) nachweisen, doch trifft es im Robert-Schacht (Hruschau) nicht oder nur für einige Flöze und deren Bänke und im Johann Maria-Schacht (Polnisch-Ostrau) nicht zu. Für das ausgedehnte Kohlenvorkommen in West-Virginien läßt sich für manche Counties die Richtigkeit dieser Regel feststellen; für andere Teile dieses Staates jedoch stimmt dieselbe gar nicht, da in jedem Flöz das Schlechtenstreichen variiert und jenes der übereinander liegenden ebenfalls verschieden ist.

15. Die Schlechten sind in demselben Flöz nicht immer durchwegs gleich deutlich entwickelt.

---

[20]) Geological Magazine, Dec. 6, Vol. I, Nr. 11, Nr. 596, S. 50, February 1914.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

16. Die Bildung und weitere Entwicklung der Schlechten im Flöz hängt mit dem Kohlungsprozeß zusammen.

17. Die Schlechten im Hangenden und Liegenden des Flözes sind bedeutend später als jene in der Kohle entstanden.

Aus diesen Eigentümlichkeiten der Lassen, welche ich aus vielen und verschiedenen Beobachtungen in verschiedenen Kohlengebieten ableitete, geht unzweifelhaft hervor, daß die Schlechtenbildung keinen erkennbaren Zusammenhang mit der Tektonik des Gebietes zeigt, sondern daß sie dem Kohlenflöze eigentümlich ist. Es mußte somit der Impuls zur Lassenbildung im Flöz selbst gelegen sein, um so mehr, da sie auf das Flöz beschränkt ist, da, wenn auch selten, das Streichen der Lassen in den einzelnen Bänken desselben Flözes verschieden sein kann und mit jenem des Hangendgesteins gar nicht übereinstimmt, wenn dasselbe Schlechten besitzt.

Daß die Kohlenflöze eine stete Metamorphose durchleben ist allbekannt. Zuerst ist der Verlust an Wasser vorherrschend; der Wassergehalt wird, und zwar anfänglich rasch, kleiner, die Ausscheidung der Kohlensäure und der Methane, welche mit der Luft die verhängnisvollen Schlagwetter bilden, schreitet fort bis zur Anthrazitbildung. Dieser Stoffverlust, unterstützt durch die Umlagerung der Kohlenstoffverbindungen zu neuen Gruppen während des Kohlungsprozesses (Inkohlung), ist somit bei der Steinkohle im Laufe der unzählbaren Zeiten ein ganz bedeutender, es war somit reichlich Anlaß zum Schwinden der Kohle, zur Bildung von Schwundklüften.

Einige Beispiele sollen die früher genannten Leitsätze belegen.

1. Im miozänen Lignitflöz des Voitsberg-Köflacher Reviers (Steiermark) wurden in den Gruben der Graz-Köflacher Eisenbahn- und Bergbaugesellschaft folgende Beobachtungen gemacht, die ich der Güte des Zentraldirektors, Herrn J. Rochlitzer, zu danken habe. Im Flöz zu Rosental und Köflach sind gar keine Schlechten entwickelt.

In dem Oberdorfer Werk streichen Flöz und Schlechten im Nordfeld gleich mit $12^h 5^0$, hingegen im Südfeld fast um einen rechten Winkel verschieden, nämlich das Flöz nach $6^h 0^0$ und die Lassen nach $11^h 10^0$; letztere stehen

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

durchwegs zur Flözebene mit 80 bis 90°, also nahezu oder ganz normal und sind voneinander 30 bis 100 cm entfernt. Die Schlechten setzen durch die eingelagerten Bergmittel nicht durch und auch nicht in das Hangende und Liegende. In den Schlechten findet sich ab und zu etwas Schwefelkies und Kalkspat, in nassen Partien Eisenocker.

Im Zangtal-Werk streicht das Flöz zwischen $13^h 10^0$ und $16^h 3^0$, im westlichen Flözflügel $23^h 6^0$, die Schlechten hingegen streichen $17^h 5^0$ bis $17^h 10^0$, hingegen im östlichen Flözflügel $21^h 10^0$; sie treten in Entfernungen von 20 bis 100 cm auf. Sehr bemerkenswert ist es, daß im tieferen Teil der Mulde die Lassen verschwinden. Die Schlechten fehlen in den Bergmitteln, im Hangenden und Liegenden und haben manchmal einen Anflug von Schwefelkies oder Eisenocker.

In der Köflacher Mulde ist das liegendste Flöz lignitische Braunkohle, somit gegenüber den früher genannten Ligniten im Kohlungsprozeß vorgeschritten. Ueber dieses Vorkommen verdanke ich dem Herrn k. k. Bergrat J. Lidl von Lidlsheim nachfolgende Mitteilungen:

In Piberstein bei Lankowitz streicht das Flöz im allgemeinen Ost—West, ändert infolge der muldenförmigen Ablagerung sein Streichen bis nach NS. Trotzdem ist das Streichen der Lassen, welche zur Flözebene normal stehen, durchwegs dasselbe, nämlich in der Richtung des Verflächens des Flözes. Und da die Ablagerung des Flözes eine muldenförmige ist, so gehen die Lassen von der Muldenmitte radial auseinander; sie sind in Entfernungen von 25 bis 122 cm deutlich sichtbar, durchsetzen die eingelagerten Bergmittel nicht und setzen auch nicht im Hangenden und Liegenden, welche keine Lassen zeigen, fort. Es ist nur ein System der Schlechten, welche weiße Anflüge von Hartit enthalten, vorhanden.

Südlich von der Voitsberg-Köflacher Mulde ist jene von Wies-Eibiswald; sie ist ebenfalls, wie diese, miozänen Alters (I. Mediterranstufe), doch ist der Kohlungsprozeß noch weiter als in Piberstein vorgeschritten, da hier sogenannte Glanzkohle vorkommt; der Gehalt an Wasser ist von 38% (Zangtal) auf 15% (Steieregg), an Sauerstoff von 27·82% auf 22·48% gesunken, der an Kohlenstoff von 66·19% auf 70·8% und die

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Kalorienzahl von 3140 bis zu 5063 gestiegen.[21]) In Steieregg streichen das Flöz nach $9^h 5^0$, die Schlechten stets nach $11^h 0^0$, diese stehen normal zur Flözebene, sind nur 3 bis 10 cm voneinander entfernt. Die Lassen, welche manchmal Schwefelkies führen, setzen weder in den Bergmitteln, noch im Hangenden und Liegenden fort. Es ist bemerkenswert, daß sich hier die Lassen näher stellen, d. h. daß in der Längeneinheit mehr vorhanden sind, als in den Köflach-Voitsberger Flözen; es scheinen sich also mit dem fortschreitenden Kohlungsprozeß neue (zehnmal mehr) Schlechten, mit den früheren gleich orientiert, gebildet zu haben.

Überblickt man die voranstehenden, sehr bemerkenswerten Beobachtungen, so dürfen die folgenden Schlüsse große Wahrscheinlichkeit beanspruchen. In einem ersten Stadium des Lignits sind keine Schlechten vorhanden, welche zuerst vorwiegend durch Wasserverlust (Austrocknung) bedingt werden; damit ist es erklärlich, daß sie sich in den Flügeln einer Mulde bilden, sich jedoch in der wasserreicheren, tieferen Partie noch nicht entwickeln konnten. Mit dem fortschreitenden Kohlungsprozeß, dessen Produkt auch der Hartit C_nH_{2n-2} und eine auf den Schichtflächen der Kohle von Piberstein vorkommende erdölartige Substanz ist, ist die Zahl der Schlechten gestiegen, welche die frühere Orientierung beibehalten. Sie stehen fast ausnahmslos normal zur Flözebene und ihr Streichen fällt mit jenem des Flözes nicht zusammen, haben also mit der Tektonik desselben keine Beziehung. Weder in den tauben Einlagerungen, noch im unmittelbaren Nebengestein des Kohlenflözes sind Schlechten vorhanden.

2. Herr Oberberginspektor A. Frieser hat in einer sehr bemerkenswerten Studie über das tertiäre Falkenau-Elbogen-Karlsbader Braunkohlenrevier (Nordwest-Böhmen) auch den Schlechten der Kohlenflöze seine Aufmerksamkeit zugewendet und fand, daß in allen drei Flözen ihr Streichen durchaus mit der herzynischen Richtung (20^h bis 24^h), mit jenem der Quarzgänge, der Quellspalten und der Hauptklüfte im älteren Rand- und Grundgebirge übereinstimmt, welche Frieser als große Diaklase bezeichnet. Nur in der Nähe größerer Ver-

[21]) Nach Schwackhöfer: Die Kohlen Österreich-Ungarns, 2. Aufl. S. 200.

[22]) Österr. Zeitschr. f. Berg- und Hüttenwesen 62, 225, 1914.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

werfungen sind die Schlechten von ihrer regelmäßigen Richtung abgelenkt. Er schließt aus jener Übereinstimmung, daß die Lassen dieselbe Entstehungsursache haben wie die hiemit parallelen, erwähnten Spalten im Grundgebirge und durch einen von S oder SO ausgeübten Druck entstanden sind, der also zu den diaklasen Schlechten parallel wäre, was mir ohne Verschiebung (Paraklase) nicht leicht möglich erscheint.

Die Schlechten veranlassen manchmal völlige Bergschläge in der Kohle.

Herr Frieser hatte die Güte, mir brieflich mitzuteilen, daß auch ein zweites, weniger deutliches Lassensystem vorhanden ist, welches zu dem ersteren senkrecht steht. Er konnte ferner nachweisen, daß der Cyprisschiefer im Hangenden des Antoni-Flözes, als auch der Sohlletten des Agnes-Flözes von Schlechten mit herzynischem Streichen durchsetzt sind, daß aber die Lassen von der Kohle nicht in das taube Nebengestein fortsetzen. Im bituminösen Cyprisschiefer ist auch ein zweites zu dem ersteren senkrechten Schlechtensystem vorhanden, wodurch die kuboidischen Bruchstücke des Schiefers bedingt sind.

Da die herzynisch streichenden Quarzgänge, Quellspalten und Hauptklüfte des Grundgebirges in das Tertiär nicht fortsetzen, also entschieden älter als die Kohle sind, so müssen die Schlechten in der letzteren jüngerer Entstehung sein, und wollte man Friesers Anschauung annehmen, so müßte sie dahin ergänzt werden, daß jene dynamischen Vorgänge, welche im Grundgebirge die erwähnten exkinetischen Spalten aufrissen, späterhin während der Tertiärzeit abgeschwächt nachwirkten.

Sehr bemerkenswert ist auch die Beobachtung, daß die Schlechten dort am deutlichsten sind, wo die Kohle am festesten ist, am markantesten im Reichenauer Gasflöz (Agnesflöz). F. Schwackhöfer[23]) nennt diese Kohle Glanzkohle und gibt ihren Wassergehalt mit 16·58% an, während dieser im Lignit des nächsthöheren Flözes mit 43·11% gefunden wurde. Der Unterschied im Wassergehalt (= 26·53%) allein würde Schwundklüfte erzeugen, wozu jedoch der durch den Chemismus des Kohlungsprozesses bedingte Verlust tritt; dieser Prozeß wird durch folgende Zahlen erläutert:

[23]) Die Kohlen Österreich-Ungarns, 2. Auflg., S. 194.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

	In wasser- und aschefreier Kohle			WE.
	C	O	H	
Lignit	73·06	20·69	4·88	3300
Agneskohle	75·91	16·57	6·83	5747

Diese Zahlen beweisen, daß der Kohlungsprozeß in der Agneskohle weiter vorgeschritten ist, was allein genügend Anlaß zur besseren Schlechtenbildung wäre.

3. Herrn Zentraldirektor Dr. A. Weithofer verdanke ich ebenfalls eine Reihe sehr interessanter Beobachtungen über das Vorkommen der Schlechten in dem bekanntlich sehr gefalteten oligozänen Kohlenrevier bei Miesbach (Oberbayern). Sie treten nicht durchwegs auf, deutlich in der Glanzkohle, welche in Bänken vorkommt und „die regelmäßige Begleiterscheinung eines in seiner Mächtigkeit konstanten Flözes ist". Die Glanzkohle ist jedenfalls im Kohlungsprozeß chemisch weiter vorgeschritten. In der Penzberger Mulde stehen die Lassen meist normal zum Liegenden, also zur Flözebene, und schließen mit dem Flözstreichen verschiedene Winkel ein, so im Flöz Nr. 12 70°, Nr. 20 (Südflügel) 0°, Nr. 20 (Nordflügel) 30° bis 40°. In der Langsee-Mulde schließen die Lassen im Flöz Nr. 12 mit der Flözebene einen Winkel von 60° bis 70° ein, hingegen stehen sie in demselben Flöz, ferner im Haber- und im Neumayerflöz der Nonnenwaldmulde zur Flözebene normal. In den beiden letztgenannten Flözen ist das Streichen der Schlechten gegenüber jenem des Flözes nur 8° bis 10°, bzw. 20° verschieden.

Die senkrechte Stellung der Lassen zur Flözebene ist vorwiegend an die „lagige Glanzkohle" gebunden; in der anderen Kohle sind sie geneigt, „falls sie nicht ganz wirr verlaufen", was bei dieser stark gestörten Flözlagerung nicht befremdet. In den aufeinander folgenden Flözen desselben Muldenflügels ist das Streichen der Lassen nicht durchwegs übereinstimmend, da sie gegenüber dem Flözstreichen bald nach W, bald nach O geneigt sind.

Herr Ing. K. Baumgartner fand in der Haushammer-Mulde, daß die Lassen dort fehlen, wo Störungen (Verdrücke, Vertaubungen, Kohlensäcke, Verwürfe u. a.) vorhanden sind; die Kohle bricht hier in unregelmäßigen Stücken.

4. Aus dem Ostrau-Karwiner Steinkohlengebiet liegen mir folgende Beobachtungen vor.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Die Flöze im Hohenegger-Schacht (Karwin) fallen generell mit 9^0 bis 12^0 nach NW, zeigen jedoch stellenweise sehr bedeutende Windungen; überdies ist der nordwestliche Flözteil von dem südöstlichen durch eine NW—SE streichende Verwerfung getrennt. In demselben Flöz differiert das Streichen der Schlechten, welche nicht durchwegs gleich stark ausgeprägt sind, nur wenig, weshalb in der folgenden Tabelle die Mittelwerte eingesetzt sind; diese Messungen wurden von Herrn Ing. Knab vorgenommen, und zwar in den Grundstrecken nachgenannter Flöze:

Name des Flözes	Südwest		Nordost	
	vom Förderquerschlag in 212·8 m			
	Streichen der Schlechten			
	h	°	h	°
Johann	12	6	—	—
Karl-Roman	—	—	12	11
Wilhelm	11	12	12	11
Ludwig	12	2	—	—
Matthias	11	6	11	11
Durchschnitt	11	14	12	6

Aus dieser Tabelle geht die sehr bemerkenswerte Tatsache hervor, daß die Schlechten in fünf untereinander liegenden Steinkohlenflözen annähernd dasselbe Streichen, das in den beiden Grubenabteilungen im Mittel nur um 7^0 differiert, haben. Zu beachten ist, daß die Lassen im Matthiasflöz durchwegs etwas (8^0 bis 10^0) nach Ost abgelenkt sind.

Im südwestlichen Teile des Ludwig-Flözes tritt stellenweise und untergeordnet auch ein zweites Schlechtensystem mit dem Streichen $17^h\,11^0$ auf, somit mit dem herrschenden einen Winkel von $5^h\,9^0 = 84^0$ einschließend; beide Systeme stehen also zueinander fast genau senkrecht.

Im Karl Roman-Flöz stellt sich NE vom Querschlag ein sekundäres Lassensystem ein, das nach $20^h\,11^0$, das ist parallel zu dem früher erwähnten Verwerfer, streicht und mit den vorherrschenden Schlechten einen Winkel von 60^0 einschließt. Es dürften dies Paralleltrümmer des Verwerfers, eine Druckwirkung, sein.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Von ganz besonderem Interesse sind die Beobachtungen des Oberbergingenieurs Herrn K. Böhm in der gräfl. Wilczekschen Johann Maria-Grube (Poln.-Ostrau). Das Bemerkenswerteste ist zuerst die Tatsache, daß hier die Schlechten zwar steil, doch nicht immer normal zur Flözebene stehen, in verschiedenen Flözen verschiedene Neigungswinkel einschließen und verschieden streichen, ferner, daß das Hangende und Liegende ebenfalls Schlechten besitzen, die jedoch ganz anders als im Kohlenflöz orientiert sind. In der folgenden Tabelle ist eine Übersicht der Beobachtungen gegeben, welche das Gesagte beweisen und weiter erläutern.

Horizont	Des Flözes				Verflächen der Schlechten im								
	Name	Verflächen			Flöz			Hangenden			Liegenden		
		nach		Neigung	nach		Neigung	nach		Neigung	nach		Neigung
		h	°	°	h	°	°	h	°	°	h	°	°
VIII	Hugo	0	8	3	6	5	76	—	—	—	—	—	—
IX	»	19	3	12	6	5	65	10	11	80	8	0	80
VIII	Elisabeth	0	8	3	7	5	50	14	10	85	10	3	85
IX	»	20	0	14	6	7	75	10	3	55	6	1	55
VIII	Adolf	0	0	3	7	9	85	3	0	70	3	0	70
IX	»	19	9	14	8	11	45	11	7	60	10	4	60

Im Hugo-Flöz ist Hangendes und Liegendes Sandstein, im Elisabeth- und Adolf-Flöz Schieferton, der im Liegenden sandig ist.

Die Flöze im IX. Horizont bilden die sogenannte normale, jene im VIII. Horizont die gehobene Partie; beide Partien sind durch eine Flexur verbunden. Bei dieser Faltung fand auch eine Drehung des Flözstreichens um etwa 6^h, also um einen rechten Winkel, statt.

Die drei Schlechtensysteme in Flöz, Hangend und Liegend streichen also ganz verschieden. Wären sie durch eine exogene Kraft bedingt, so wäre wenigstens paralleles Streichen zu erwarten; wir werden somit auf eine entokinetische Ursache der Schlechtenbildung verwiesen. Im Flöz liegen die Schlechten schiefwinkelig zum Streichen, haben also auch mit der Tektonik keine Beziehungen.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

In der Nähe der Verwerfungen verschwinden im Flöz die Schlechten, da die Kohle mulmig ist; in der Flexur treten mulmige neben schlechtigen Partien auf. Die Schlechten zeigen manchmal einen Beschlag von Schwefelkies oder sind mit Kalk ausgefüllt, letzteres insbesonders in den wasserreichen Flözteilen, und zwar nicht bloß in der Nähe der Überlagerung, sondern auch einige hundert Meter tiefer.

In der Graf Wilczekschen Michaeli-Grube (Poln.-Ostrau) stehen die Schlechten in den meisten Fällen steil zur Flözebene, mit welcher sie Winkel von 75° bis 80° einschließen. Doch ist das Flöz IX östlich vom Michael-Schacht durch die flache Lage der Schlechten gekennzeichnet; das Flöz verflächt mit 8°, die Schlechten darin sind gleichsinnig mit 16° gegen die Flözebene geneigt. Über dem Flöz folgt ein 10 cm starkes Schiefermittel und über diesem eine 10 cm mächtige Kohlenbank, in welcher die Schlechten normal zum Hangendschiefer stehen. Westlich vom Schacht sind in diesem Flöze die erwähnten Schlechten nicht ausgeprägt, während dort die drei Hangendflöze (in Abständen von je 15 m) normale Schlechten führen.

Vorübergehend treten auch Nebenschlechten (sekundäre Lassen) auf, die bald verschwinden, so daß sie das Abbausystem nicht beeinflussen (Beobachter: Oberbergingenieur Herr Hugo v. Höfer).

Sehr interessant ist die von Herrn Ing. Jaroslav Jičinský am Jaklovec (Poln.-Ostrau) in dem 80 bis 90 cm starken Franziska-Flöz am VII. Horizont (470 m Tiefe) beobachtete Tatsache, daß in den beiden Bänken desselben die Schlechten verschieden streichen. An verschiedenen Orten wurde folgendes gefunden:

Streichen		
des Flözes	der Schlechten der	
	Ober-	Unter-
	Bank	
16h 10°	15h 5°	22h 0°
18h 5°	14h 5°	23h 5°

In keinem Falle stimmt das Streichen des Flözes mit jenem der Schlechten überein; diese schließen in der Ober- und Unterbank verschiedene Winkel ein, in der ersten Beob-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

achtung $6^h 10^0 = 100^0$, in der zweiten jedoch $9^h = 135^0$ oder in den Gegenstunden 10^0, bzw. 45^0. Das Streichen der Schlechten ist nur annähernd in jeder Bank dasselbe, der Unterschied beträgt in der Oberbank $1^h = 15^0$, in der Unterbank $1^h 5^0 = 20^0$. Falls der Unterschied im Lassenstreichen der beiden Bänke des Franziska-Flözes anhalten würde, könnte dies zur Flözidentifizierung dienen.

Die soeben besprochene Tatsache, daß in den Bänken eines Flözes verschiedenes Lassenstreichen vorkommt, ist um so mehr befremdend, als im früheren Beispiele (Hohenegger-Schacht) nachgewiesen wurde, daß in den untereinander liegenden Flözen die Lassen übereinstimmend streichen. Die Schlechten müssen durch eine für jede Bank individuelle Ursache (Schwindung) gebildet worden sein und nicht durch einen auswärts liegenden Einfluß.

Aus dem Hubert-Schacht der k. k. Kaiser Ferdinand-Nordbahn liegt eine Beobachtungsreihe vor, welche ich Herrn Ing. A. Kragner verdanke und zu welcher bemerkt sei, daß die Lassen fast durchwegs zur Flözebene ganz oder nahezu normal stehen.

Zahl	Streichen			
	des Flözes		der Schlechten	
	h	°	h	°
	Franziska-Flöz (neu)			
1	13	5	13	0
2	13	10	13	0
3	12	13	14	7
4	13	12	13	12
	Olga-Flöz (alt Franziska)			
5	14	0	12	0
6	8	0	14 12	5 5
7	14	10	11 15	12 12
8	12	1	14	0

Aus dieser Zusammenstellung kann entnommen werden, daß im Franziska-Flöz (neu) die Schlechten streichend sind, während im Olga-Flöz (Franziska alt) keine Übereinstimmung besteht. Es wurden auch hier, wie im Franziska-Flöz des Jaklovec an manchen Orten in den verschiedenen Bänken verschiedene Schlechtenstreichen beobachtet, so daß es scheint,

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

daß diese Eigentümlichkeit für dieses Flöz bezeichend ist. Das Lassenstreichen in den beiden Schächten ist nur teilweise übereinstimmend.

Eine andere Beobachtungsreihe aus der Hubert-Grube gibt an:

1. Franziska-Flöz:

33^0 Verflächen, 1·10 m mächtig, streicht	$14^h\,13^0$
Schlechtenstreichen darin	$23^h\;\;1^0$

2. David-Flöz:

39^0 Verflächen, 50 cm mächtig, streicht	$14^h\,12^0$
Schlechtenstreichen darin	$15^h\;\;6^0$

3. Olga-Flöz:

28^0 Verflächen, 90 cm mächtig, streicht	$14^h\,13^0$
Schlechtenstreichen darin	$23^h\;\;4^0$

Das Streichen dieser drei untereinander liegenden Flöze ist gleich, ebenso das der Lassen im ersten und dritten, während es im David-Flöz um $8^h = 120^0$ differiert.

Die frühere Tabelle sei in einer anderen Form wiedergegeben, welche das Verflächen der Flöze und Lassen beinhaltet.

Zahl	Verflächen					
	des Flözes			der Schlechten		
	nach		mit	nach		mit
	h	o	o	h	o	o
	Franziska-Flöz (neu)					
1	7	5	22	7	0	?[24])
2	7	10	16	19	10	65
3	6	13	11	20	7	74
4	7	12	17	7	12	90
	Olga-Flöz (Franziska alt)					
5	8	0	30	18	—	80
6	2	0	15	{20 {6	5 5	60 85
7	8	10	17	{5 {9	12 12	70 64
8	6	1	6	14	0	65

Während das Franziska-Flöz (neu) ein ziemlich konstantes Verflächen zeigt, ist dies bei seinen Schlechten nicht der Fall; ihr Streichen ist, wie die frühere Tabelle zeigt, durch-

[24]) Im Original undeutlich.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

wegs ziemlich gleich, doch das Verflächen ist teils östlich, teils westlich, letzteres entschieden vorherrschend. Die Lassen sind also windschief gebogen, was bei ihrer steilen Stellung weniger befremdet.

5. West-Virginien (Vereinigte Staaten von Nordamerika).

Die eingehenden County-Berichte dieses Staates, unter der sehr erfolgreichen Leitung des Staatsgeologen I. C. White, geben bei der Besprechung der Kohlenaufschlüsse, beziehungsweise -gruben, auch sehr häufig die Lage der Schlechten an, welche hier „butts" und „faces" genannt werden.

Die weitzerstreuten Einzelbeobachtungen seien hier für einige Counties zusammengefaßt; daraus ergibt sich als durchaus gültig, daß in allen Gruben, bzw. Kohlenflözen zwei Schlechtensysteme stets zueinander senkrecht stehend sind. Ihre Streichen werden sehr genau nicht bloß auf Grade, sondern manchmal auch auf Minuten angegeben.

a) Ich beginne mit den vier nördlichen Counties Preston, Marion, Monogalia und Taylor. Daselbst werden vorwiegend die höheren Flöze des Alleghanibeckens abgebaut; sie liegen im mittleren und östlichen Teile der Appalachischen Geosynklinale, welche von NE—SW streichenden sanften Falten durchzogen wird.

Das untere Kittanningflöz. Von demselben liegen nur einige Beobachtungen vor. Im Preston Cy ist das Streichen der

Butts	Faces
N 70° W	N 20° E
N 78° W	N 12° E
N 75° W	N 15° E

Aus den anderen Counties liegt nur eine Beobachtung, und zwar Butts N78°W — N12°E vor. Also wechselt das Schlechtenstreichen in größerer Entfernung nur um wenige Grade.

Das obere Kittanningflöz liegt 65 Fuß (19·8 m) über dem früheren. Die einzige Beobachtung hieraus lautet: Butts N78°W, Faces N12°E, stimmt also mit dem früher genannten sehr gut überein.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Das obere Freeportflöz folgt 112 Fuß (34·1 m) höher. Dieses wird im Preston County intensiv abgebaut. Daselbst schwanken die Streichen der Schlechten:

Distrikt	Zahl der Bergbaue		Butts	Faces
Valley	4	1	N 64° W	N 26° E
		3	N 66° W	N 24° E
Lyon	4		N 78° W	N 12° E
Kingwood	6	2	N 70° W	N 20° E
		2	N 74° W	N 16° E
		1	N 75° W	N 15° E
		1	N 80° W	N 10° E
Reno	2	1	N 70° W	N 20° E
		1	N 73° 52′ W	N 14° 8′ E

Hier beträgt der Unterschied der extremen Werte 16°, der Durchschnitt für die Butts ist N73°W, somit annähernd gleich dem Streichen in den beiden unteren Flözen, da die Differenz nur 5° ist.

Das Pittsburg-Flöz liegt um 600′ (152·4 m) über dem oberen Freeport-Flöz; es wird in den Counties Marion, Monogalia und Taylor abgebaut, wovon 53 Beobachtungen stammen. Diese ergaben:

Zahl der Bergbaue	Butts	Faces
1	N 69° 15′ W	N 20° 45′ E
1	N 71° W	N 19° E
1	N 71° 30′ W	N 12° 30′ E
1	N 71° 30′ W	N 18° 30′ E
1	N 72° W	N 18° E
1	N 74° W	N 16° E
1	N 75° W	N 15° E
2	N 76° W	N 14° E
1	N 76° 9′ W	N 13° 51′ E
26	N 77½° W	N 12½° E
2	N 77° 45′ W	N 12° 15′ E
11	N 78° W	N 12° E
1	N 80° 34′ W	N 9° 26′ E
1	N 82° W	N 8° E
1	N 84° W	N 6° E
1	N 85° W	N 5° E

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Von diesen Beobachtungen, deren Grenzwerte zwar um 15°45′ differieren, fallen 39 = 73·6% zwischen N 77° W und N 78° W, somit entsprechend übereinstimmend mit dem Schlechtenstreichen der tieferen Flöze.

Das Sewickley-Flöz liegt 105 Fuß (32 m) über dem Pittsburg-Flöz; es wird in denselben Counties wie dieses bebaut. Hieraus liegen nur zwei Beobachtungen über das Schlechtenstreichen, und zwar Butts N 78° W und N 71° W, Faces N 12° E, bzw. N 19° E. Auch diese Beobachtungen fügen sich den früheren entsprechend ein.

In den vier nördlichen Counties West-Virginiens, in jenen von Preston, Marion, Monogalia und Taylor, zeigen innerhalb einer Mächtigkeit von 238·2 m die fünf übereinander liegenden Flöze im großen ganzen ein übereinstimmendes Streichen der Schlechten, und zwar das eine System nach N 78° W = 18h12°, das andere nach N 12° E = 0h12°; beide stehen zueinander senkrecht. Leider ist in den Einzelbeobachtungen der Reports das Flözverflächen nicht angegeben.

b) Der Kanawha County liegt inmitten des Staates, etwa 40 km südlich von den früher besprochenen Counties; in ihm werden zum Teil liegendere Flöze abgebaut.

Die Kittanning-Flöze sind hier als No. 5 Blackcoal (Flöz) vereint. Die Schlechtenstreichen sind, und zwar in je einer Beobachtung:

Distrikt	Butts	Faces
Loudon	N 43° W	N 47° E
Elk	N 60° W	N 30° E
Big Sandy	N 51° W	N 29° E
Cabin Creek	N 50° W	N 40° E
Malden	N 50° W	N 40° E

Hiezu sei bemerkt, daß im Original das Streichen der Butts in der Gegenstunde im Elkdistrikt mit S 60° E, ebenso im Cabing- und Maldendistrikt mit S 50° E angegeben ist, womit ein Vergleich erschwert wird. Die Beobachtung im Big Sandy-Distrikt ist unter den vielen eine der wenigen, bei welcher die

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

beiden Streichen nicht 90°, sondern nur 80° einschließen. In diesem Flöze stimmen die örtlich verschiedenen Streichen nicht befriedigend überein.

Das Stockton-Lewiston-Flöz ist 90 bis 250 Fuß (27·4 bis 76·2 m) tiefer als das früher genannte. Hieraus liegt nur eine Beobachtung aus dem Cabin Creek-Distrikt vor, und zwar Butt N 30° E, Face S 30° E (= N 30° W). Diese beiden Streichen schließen nur 60° ein und weichen von jenen in den anderen Flözen grell ab.

Das Coalburg-Flöz liegt 20 bis 60 Fuß (6·1 bis 18·3 m) unter Stockton.

Zahl der Beobachtungen	Butts	Faces
3	N	E
1	N 15° W	N 75° E
2	N 30° W	S 60° E
2	N 40° W	S 50° E
7	N 70° W	N 20° E
1	N 75° W	N 15° E
2	N 80° W	N 20° E

Die beiden auf S bezogenen Facesstreichen sind zweifelsohne Druckfehler; es muß N heißen. Das Streichen der Butts mit N 70° W ist vorwiegend, beträgt aber doch nur 38·8% der Beobachtungen.

Das Winifrede-Flöz folgt 40 bis 160 Fuß (12·2 bis 48·8 m) tiefer. Die Schlechten haben darin folgende Streichen:

Distrikt	Zahl der Beobachtungen	Butts	Faces
Washington	6	N 50° W	N 40° E
Loudon	4	N 50° W	N 40° E
Cabin Creek	8	N 15° W	N 75° E
» »	3	N 26½° W	N 63½° E
» »	1	N 60° W	N 30° E
» »	1	N 70° W	N 20° E
» »	1	N 80° W	N 10° E

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Hier ist im Streichen der Schlechten nur im Washington- und im Louden-Distrikt volle Übereinstimmung, während sich im Cabin Creek-Distrikt große Verschiedenheiten zeigen.

60 bis 100 Fuß (18·3 bis 30·4 m) tiefer ist

das Chilton-Flöz, in welchem in zwei Gruben das Schlechtenstreichen mit N 30° W, bzw. N 60° E gefunden wurde. 60 Fuß (18·3 m) tiefer folgt

das Peerless-Flöz, das an zwei Orten übereinstimmend N 15° W, bzw. N 75° E Schlechtenstreichen zeigt.

Das Nr. 2-Gasflöz liegt 60 bis 70 Fuß (18·3 bis 21·3 m) tiefer. Die Schlechtenstreichen darin sind:

Zahl der Beobachtungen	Butts	Faces
1	S 85° W	S 5° E
7	N 15° W	N 75° E
5	N 18° W	N 72° E
3	N 30° W	N 60° E
3	N 36° W	N 54° E
1	N 40° W	N 50° E
5	N 50° W	N 40° E
1	N 55° E	N 35° W
1	N 63° E	N 27° W
1	N 78° E	N 12° W
1	N 80° E	N 10° W
1	N 85° E	S 5° E
3	E	N

Aus dieser Zusammenstellung erhellt, daß im Nr. 2-Gas-Flöz das Streichen der Schlechten sehr stark wechselt.

Das Eagle-Flöz liegt 130 bis 190 Fuß (39·6 bis 57·9 m) unter dem Nr. 2-Gasflöz. In sieben Bergbauen wurde im Cabin Creek-Distrikt übereinstimmend das Streichen der Butts mit N 75° E, der Faces mit S 15° E gefunden.

Im Kanawha County zeigt das Schlechtenstreichen der übereinander liegenden Flöze keine Übereinstimmung; innerhalb fast aller Flöze ist es örtlich verschieden und nur in dem tiefstgelegenen Eagle-Flöz konstant.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Im jüngst erschienenen County Report 1914 behandelt David B. Reger die Kohlenvorkommen in den Logan- und Mingo-Counties, den südlichsten West-Virginiens. In dem Buffalo Creek-Flöz stehen die Schlechten zueinander senkrecht und haben nahezu dasselbe Streichen, das bei den Butts zwischen N 50° W und N 40° W wechselt. Im Chilton-Flöz stehen in 16 Fällen die Schlechten ebenfalls zueinander senkrecht, doch wechselt das Buttstreichen zwischen N 71° W und N 35° W; in drei Fällen wird ihre Lage als irregulär angegeben. Im Cedar Grove-Flöz stehen in zwölf Gruben die Schlechten zueinander senkrecht, doch schwankt das Buttstreichen von N—S bis N 74½° E; im Magnolia-Distrikt jedoch sind die Schlechten irregulär, ohne daß hiefür ein Grund angegeben wäre. Von den anderen Flözen liegen nur wenige Beobachtungen vor, welche ebenfalls die Senkrechtstellung der Schlechten zueinander zeigen; an einzelnen Orten sind jedoch die Schlechten nicht deutlich ausgebildet.

In den Logan- und Mingo-Counties gelten dieselben Erfahrungen wie im Kanawha-County; doch zeigt in jenen das oberste Flöz ein nahezu konstantes Flözstreichen.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Schlechten manchmal Mineralien, wie zum Beispiel häufiger Schwefelkies, Kalkspat, Eisenocker, seltener Gips und in der lignitischen Braunkohle von Piberstein auch Hartit führen. Dies ist ein schlagender Beweis für die Richtigkeit der Anschauung, daß die Lassen ursprünglich im Flöz vorhanden seien, und nicht erst beim Aufschluß infolge des freiwerdenden Hangenddruckes entstehen.

G. Césaro[25]) beobachtete, daß in den Kohlenflözen bei Lüttich die Schlechten, welche im Verflächen des Flözes liegen und zu dessen Ebene nahezu normal stehen, mit Kalzitlamellen ausgefüllt sind. Diese sind aus Teilen zusammengesetzt, wovon der eine Rhomboederfläche, der andere die Basis parallel zur Lassenfläche hat. Beiderlei Partien sind durchzogen von zahlreichen Zwillingslamellen nach — ½ R, was ich als eine Druckwirkung beim Kristallisieren in den engen Schlechten halte, die bekanntlich im Kalzit sehr leicht die erwähnte Zwillingsbildung bewirkt. Nebenbei sei noch bemerkt, daß Césaro

[25]) Annal. soc. géol. Belg. 1890.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

auch Natronsalpeter zwischen zwei enggestellten Glasplatten auskristallisieren ließ und fand, daß eine Rhomboederfläche parallel zur Glaswand ist.

Vergegenwärtigen wir uns einzelne Vorgänge und Möglichkeiten, welche für die Schlechtenbildung von Bedeutung sein können.

Nach der herrschenden Vorstellung waren die Kohlenflöze ursprünglich Torflager, die sich allmählich verfestigten.

Da in den Schlechten kein Hangendmaterial eindrang, so muß ihre Bildung deshalb jünger als das unmittelbare Hangende sein, während dessen Sedimentation die Kohle noch weich gewesen sein dürfte.

Im weiteren Verlauf der Zeit wurde das Hangende stetig mächtiger, deshalb auch der Druck auf das Kohlenflöz stärker; es wurde komprimiert und gab einen bedeutenden Teil seines Wassers ab. Dadurch wurde die Kohle auch fester.

Der Kohlungsprozeß schritt stetig vor, mit ihm der Stoffverlust und die Schlechtenbildung.

Es begannen dann die großen tektonischen Störungen, Faltungen und Verwerfungen, welche die Richtung der Lassen in der Kohle nicht beeinflußten, weshalb diese durch solche terrestrische Bewegungen nicht bedingt sein können. Man könnte annehmen, daß zu dieser Zeit großer Störung die Kohle noch weich und deshalb zur Lassenbildung nicht geeignet war. Die letzten großen Bewegungen fanden jedoch in verschiedenen Kohlengebieten so spät statt, daß jene Annahme ganz unwahrscheinlich ist. Die Beobachtungen in der Köflacher Mulde und in der Johann Maria-Grube sprechen auch direkt gegen jene Annahme.

Gegen die Zuhilfenahme tektonischer Kräfte, wie zum Beispiel Beben, spricht die Tatsache, daß die Richtung der Lassen in einer Flözgruppe nicht übereinstimmt, ja daß dieselbe manchmal in den verschiedenen Bänken desselben Flözes verschieden ist. Damit sind auch die exokinetischen Einflüsse ausgeschlossen.

Zu derselben Überzeugung führt auch die Tatsache, daß in den Nebengesteinen andere Lassenrichtungen vorhanden sind, als in den Kohlenflözen. Die Annahme, daß jene Gesteine noch nicht verfestigt, die Sandsteine noch Sand waren, als die bereits spröde Kohle durch eine exogene Kraft „ge-

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

schlechtet" wurde, während die lockeren und sehr weichen Massen hiefür noch nicht fähig waren und erst viel später nach ihrer Verfestigung durch einen anders orientierten, neuen exokinetischen Einfluß ihre Lassen erhielten, — ist ebenfalls abzuweisen. Der zweite Einfluß hätte sich doch auch wieder in der Kohle äußern müssen, welche nachträglich die Lassenrichtung des Nebengesteines ebenfalls hätte annehmen müssen.

Tektonische Kräfte können also die Lassenbildung nicht bedingt haben.

Ein exokinetischer Einfluß, und zwar die Erdwärme, kann bei den tauben Gesteinen eines Kohlenbeckens insofern mitgewirkt haben, als er die Wasserverdampfung beschleunigte. Dies gilt für die Kohle nur für jene Stadien der Umbildung, in welchen die durch den Kohlungsprozeß erzeugte Umwandlungswärme noch nicht zur Geltung kam.

Wir sind bei der Bildung der Schlechten im Kohlenflöz auf entokinetische Vorgänge verwiesen, was schon der Umstand, daß die Schwundspalten aller Art an ein bestimmtes Gestein gebunden sind, vermuten läßt.

In jedem Kohlengebiet wird es eine Reihe ungelöster Fragen geben, welche nur durch eingehendes Studium der betreffenden Örtlichkeit beantwortet werden können. Ich will nur einige erwähnen:

1. Warum stehen manchmal, wenn auch seltener, die Schlechten schief zur Flözebene?

2. Warum ist die Schlechtenrichtung in verschiedenen Bänken desselben Flözes verschieden, was meines Wissens bisher nur zweimal beobachtet wurde?

3. Was veranlaßte, daß in einem Flöz mit ungeändertem Streichen die Lassenrichtung sich allmählich oder unvermittelt ändert?

4. Über dem Schwundmaß der Kohle herrscht volles Dunkel. Das Schwundmaß (S) ist das Verhältnis des Volumens aller Lassen (L) zu dem der ganzen Kohlenmasse (K). $S = \frac{L}{K}$. Es wird linear dadurch bestimmt, daß man in einem Kohlenstoß von bestimmter Länge die Mächtigkeiten aller darin auftretenden Schlechten bestimmt. Hiezu eignet sich ein sehr flacher Keil mit Schneide, auf welchem die Millimeter an seiner

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

jeweiligen Breite verzeichnet sind, deren Entfernungen, in Zehntelmillimeter geteilt, um so größer sind, je flacher der Keil ist. Wird mit diesem die Mächtigkeit jeder Schlechte an mehreren Stellen abgemessen und der Durchschnitt bestimmt, die Summe dieser durchschnittlichen Mächtigkeiten aller Lassen (l) zu der Länge des abgemessenen Kohlenpfeilers (k) in das Verhältnis gestellt, so erhält man das lineare Schwindmaß $s = \frac{l}{k}$, welches dort genügt, wo nur ein Schlechtensystem vorhanden ist.

Treten jedoch deren zwei auf, so wird man für jedes System das Schwindmaß bestimmen. Da die Höhe der Schlechten und der Kohle dieselbe ist, so ist nur das Flächenschwindmaß zu berechnen. Vielleicht bekommen wir damit eine Grundlage zur weiteren Beurteilung der beim Schwinden der Kohle stattgehabten Faktoren, wie zum Beispiel Schnelligkeit des Austrocknens, bzw. Verlauf der Metamorphose, Alter der Diaklase, Änderung des Materials. Dies gilt nicht allein für die Schlechten der Kohle, sondern für alle Schwundklüfte.

Auf meine Veranlassung hatte Herr Oberberginspektor A. Frieser die Güte, im Agnes-Flöz zu Reichenau in der Falkenauer Mulde (NW-Böhmen), mittels eines flachen Stahlkeils Messungen an drei Orten vorzunehmen; aus den mir vorliegenden detaillierten Aufschreibungen entnehme ich folgende Durchschnittswerte:

Beobachtungsort		I	II	III
Zahl der Beobachtungen		25	19	10
Breite des Flözkörpers	Maximum	151 mm	184 mm	265 mm
	Minimum	10 »	25 »	67 »
	Durchschnitt	79·36 mm	104·52 mm	163·7 mm
Breite der Schlechten	Maximum	3·6 mm	2·3 mm	1·9 mm
	Minimum	0·1 »	0·1 »	0·2 »
	Durchschnitt	0·644 mm	0·758 mm	0·88 mm
Lineares Schwindmaß		0·812%	0·725%	0·539%

Daß die Kohle auch durch den Hangend-, bzw. Gebirgsdruck komprimiert wurde, bedarf wohl keiner Erwähnung; dies war unter Berücksichtigung des kleinen Schwindmaßes die physikalisch wesentlichste Folge des Stoffverlustes, die sich

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

auch in der mit der fortschreitenden Inkohnung zunehmenden Dichte der Kohle äußert.

B. Schwundspalten im Limonit.

Es ist bekannt, daß bei der Umwandlung von Siderit in Limonit das Volumen fast um ein Viertel schwindet. Die bekannten brotlaibartigen Sphärosideritkonkretionen sind meist in Limonit umgewandelt und zeigen im Innern radiale und peripherische Schwundspalten (Septarien). Obzwar solche Schnitte schon häufig abgebildet wurden, so gebe ich dennoch in Fig. 5, Taf. II, das Bild einer Septarie, die in der Lagerstättensammlung der k. k. montanistischen Hochschule Leoben verwahrt wird und aus dem Steinkohlengebirge von Karwin (Österr.-Schlesien) stammt.

Die kreisförmige Scheibe hatte ursprünglich 12 cm Halbmesser und in der Mitte 7 cm Dicke. 7 cm vom Rande reichen die peripherischen Spalten, dem regelmäßigen Fortschreiten der Metamorphose gegen die Mitte hin entsprechend. Diese entstandenen Ringe sind durch kurze, schmälere Querrisse geteilt, welche auf den peripherischen senkrecht stehen, also der bekannten Gesetzmäßigkeit entsprechen. Der Kern (5 cm Radius) zeigt diese Regelmäßigkeit nicht, was verschiedene Ursachen haben kann, und zwar entweder ist die Metamorphose in diesem Teil nicht mehr regelmäßig vorgedrungen, oder es haben sich in der Mitte die vom Umfang herein gelangenden Zugspannungen zufällig, das ist unregelmäßig kombiniert.

Die erwähnte Regelmäßigkeit zeigen die Abbildungen von Septarienschnitten in den verschiedenen Lehrbüchern.

C. Schlechten im Dolomit.

Der Prozeß einer Metamorphose mit Stoffverlust spielt sich im großen Maßstabe in unseren Kalkalpen ab, — die Dolomitisierung. Der dolomitische oder magnesiahaltige Kalkstein verlor einen beträchtlichen Teil seines Kalziumkarbonates, wobei nach meinem Dafürhalten sein ursprünglicher Gehalt an Bitumen als Kohlensäurequelle eine beträchtliche Rolle spielte.

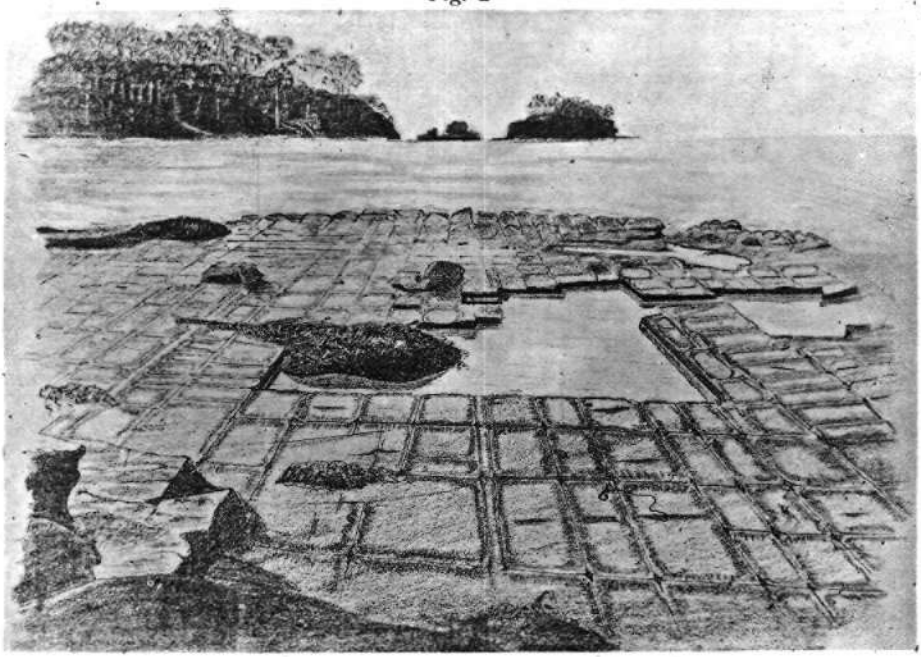
© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Wer zum Beispiel jemals das Glück hatte, den mächtigen Dolomitstock der Sella vom Pordojjoch (Südtirol) aus zu betrachten, wird dieses wunderbare Bild nie vergessen. Der Dolomit der Sella ist fast eben gebankt und hierauf senkrecht von zwei Kluftsystemen durchzogen, die auch zueinander ganz oder nahezu senkrecht stehen. Dadurch hat die atmosphärische Zerstörung Pilaster und Formen herausarbeiten können, welche lebhaft an den Grundgedanken der englischen Gotik mahnen. Auch hier sind es die Schwundklüfte, Schlechten, ebenso wie im Sandstein an der Küste von Caithness oder in der böhmisch-sächsischen Schweiz, welche die Architektur der Felsen und die Struktur der Kohlenflöze bedingen und unsere Bewunderung des großen Bauherrn der Natur herausfordern, — trotz Verschiedenheit des Stoffes die Einheit der Form.

Und diese Einheit läßt sich auf eine gemeinsame Ursache zurückführen, auf Stoffverlust.

© Österreichische
Geologische Gesellschaft/Austria; download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Fig. 2



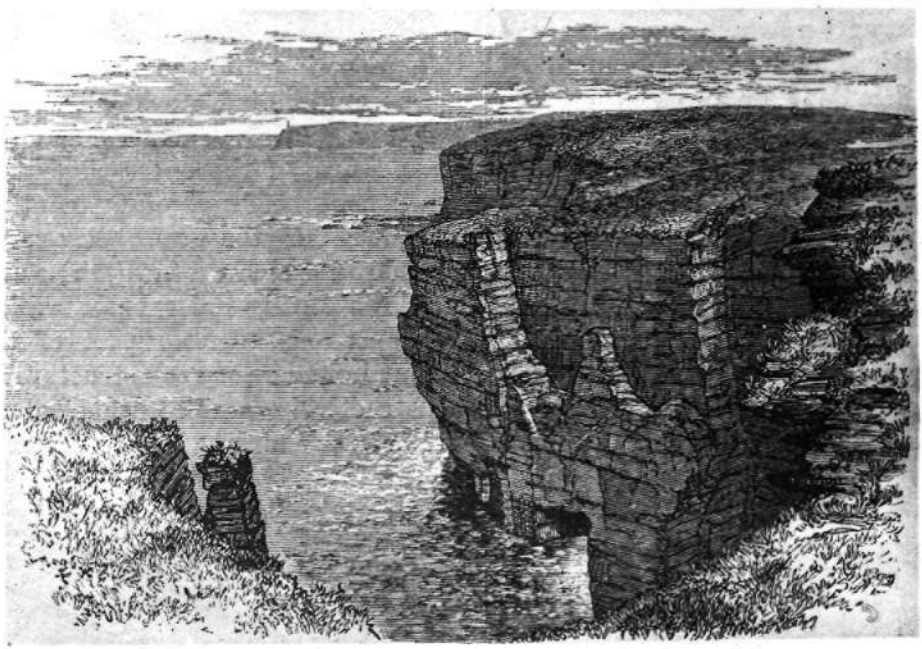
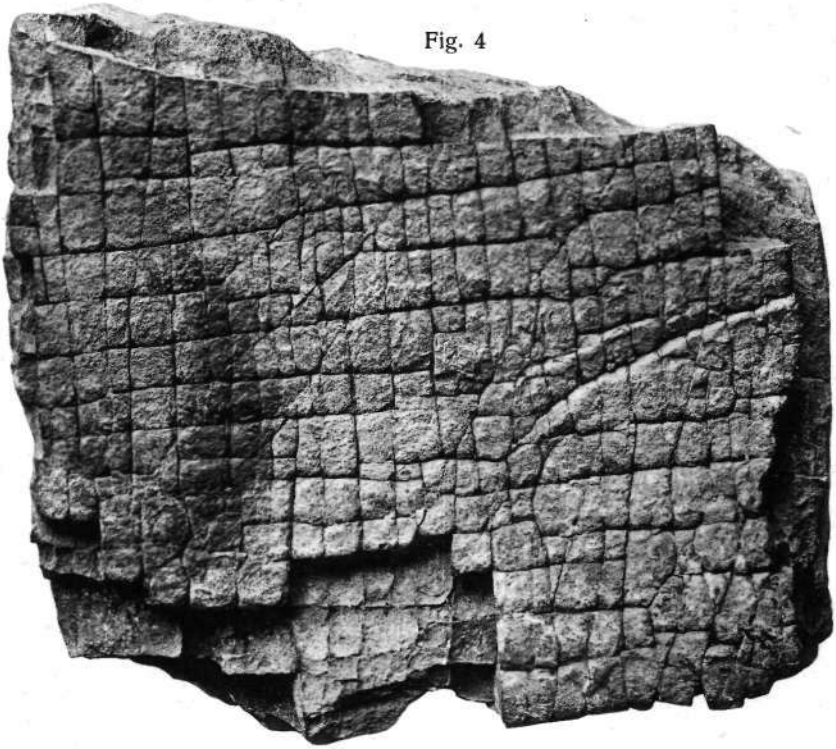


Fig. 3 Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

© Österreichische Geologische Gesellschaft, download unter www.geol-ges.at/ und www.biologiezentrum.at

Fig. 4



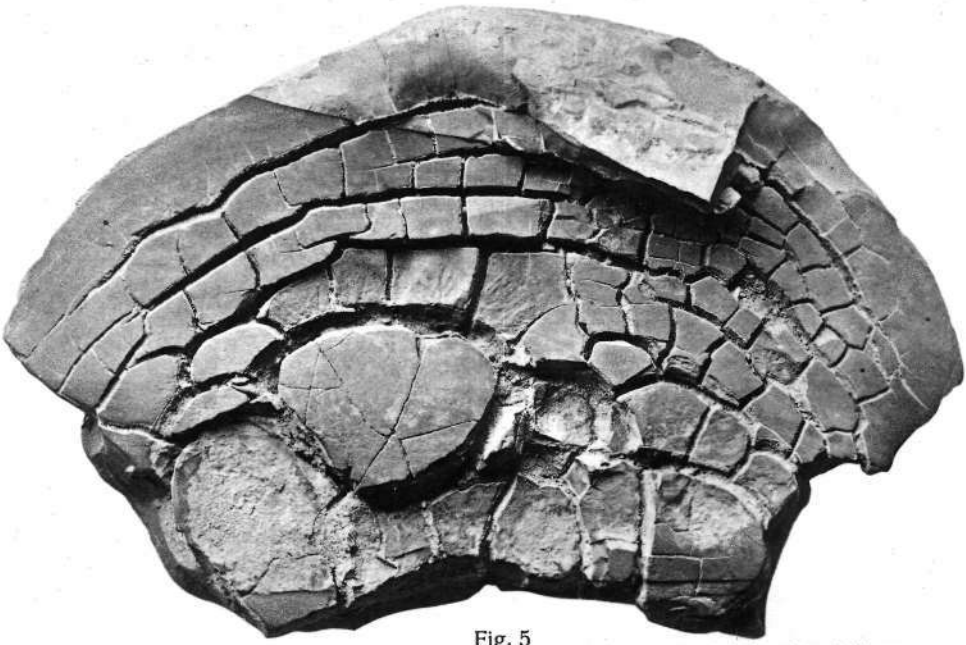


Fig. 5

Lichtdruck v. Max Jaffé, Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Austrian Journal of Earth Sciences

Jahr/Year: 1915

Band/Volume: 8

Autor(en)/Author(s): Höfer von Heimhalt Hans

Artikel/Article: Schwundspalten (Schlechten, Lassen). 1-39