

## Zur Entstehung von Kohlenmulden.

Von Josef Stiny.

(Mit zwei Textfiguren.)

Viele unserer Kohlenflötze sind ausgesprochen muldenförmig gelagert; daß diese nach unten zu ausgebauchte Form keine ursprüngliche sein kann, zeigen die auf das heutige Verflächen senkrecht stehenden Baumstrünke, welche unter anderen auch Stutzer<sup>1)</sup> abgebildet hat. In vielen Fällen läßt sich leicht nachweisen, daß das Kohlenflötz seine heutige Muldenform durch Faltung, also durch Wirkung von Kräften erworben hat, die vorwiegend in wagrechter Richtung wirksam sind; dies trifft vor allem für sehr viele Steinkohlenmulden zu. Bei nicht wenigen Braunkohlenmulden versagt aber diese althergebrachte Erklärung; denn gar manche Braunkohlenmulde liegt in einem Gebiet, das nachweisbar seit Ablagerung der Kohlenmassen von Faltungsvorgängen nicht betroffen wurde, sondern in seinem Bau von Brüchen und annähernd lotrecht erfolgten Schollenbewegungen überhaupt beherrscht wird.

Eine solche Kohlenmulde, deren heutige Lagerungsform nach dem derzeitigen Stande unserer geologischen Kenntnisse durch seitliche, faltende Zusammenpressung wohl kaum erklärt werden kann, stellt die Hödlgrube nördlich der Eisenbahnstrecke Voitsberg—Köflach in der Weststeiermark dar. Ich will dieses seit langem in Abbau stehende Kohlenvorkommen kurz schildern und daran anknüpfend die Bildung von Mulden durch Kräfte, die in annähernd lotrechter Richtung wirken, erörtern. Dabei braucht es sich nicht immer, wie im gegenständlichen Falle, um Kohlenmulden zu handeln; die bei diesen gewonnenen Erkenntnisse lassen sich mit der gebotenen Vorsicht auch auf alle Absatzgesteinschichten übertragen.

Die Hödlgrube bildet, wie das beigegebene Kärtchen (Abb. 1) und das Schnittbild (Abb. 2) zeigen, eine kleine Mulde für sich; ihre Länge mißt kaum 1000 m und ihre Breite ungefähr halb soviel. Sie ist erfüllt mit Ablagerungen der ersten Mittelmeer-

<sup>1)</sup> Stutzer, Die wichtigsten Lagerstätten der Nicht-Erze, Berlin 1914, II. Band.

stufe (Altmiozän), welche ein sehr mächtiges Braunkohlenflöz umschließen. Dieses lagert im Muldentiefsten eine Strecke weit annähernd sählig und zerschlägt sich gegen den Rand in drei, nach außen immer steiler aufsteigende und schließlich auskeilende Bänke. Das Oberflöz wurde früher bereits zum größten

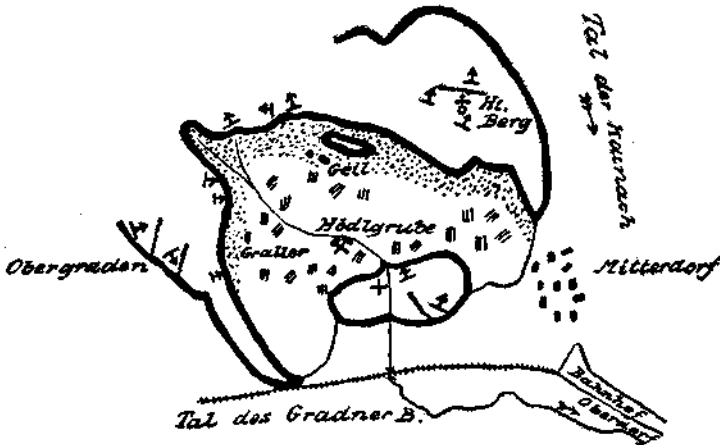


Abb. 1. Kärtchen der Kohlenmulde der Hödlgrube. 1:25.000.  
Stark umrandet: Unterdevon. Punkte: Sande, Sandsteine, und Konglomerate des Tertiärs. Striche: Tertiäre Tegel (Untermiozän).

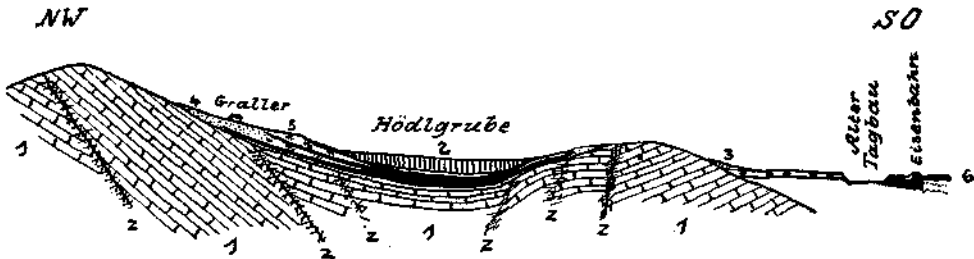


Abb. 2. Geologischer Schnitt durch die Hödlgrube. Schwarz: Kohle; z: Zerrüttungsstreifen, z. T. mit Verwerfungen oder Schichtenknickungen verbunden; 1 = Unterdevon; 2 = Ausgekohlte Oberbank samt Hangendmittel; 3 = Gehängelehm; 4 = untermiozäne Sande; 5 = untermiozäne Tegel; 6 = junge Schotter der Talaue (Gradnerbach).

Teil ausgekohlt; Mittelbank und Unterflöz stehen gegenwärtig in Vorrichtung und Abbau. Die Unterbank lagert auf einem 0.3 bis 4.5 m mächtigen, teils sandigen, teils tegeligen Liegendmittel auf, welches seinerseits von hellem, zuweilen bläulich-

grau und weiß gehändertem, vorwiegend aber gelblichweißem; devonischem Dolomit unterteuft wird. Ganz ähnliche, aber vorwiegend tegelige Beschaffenheit zeigen auch die tauben Zwischenmittel zwischen den einzelnen Kohlenbänken. Gegen das Hangende und gegen die Muldenränder zu vergrößern im allgemeinen die Ablagerungen merklich; so findet man beispielsweise in der Nordwestecke, am ganzen Nordrande der Bucht und an der Grenze gegen die Dolomite des Hl. Berges obertags keine Tegel mehr, sondern nur noch braune Sandsteine mit zahlreichen, eisenschüssigen Zusammenwachsungen und Konglomerate, in welchen Urgebirgsgeschiebe weitaus vorherrschen.

Die Umrahmung der Tertiärmulde bildet fast überall der schon erwähnte helle Dolomit, dem devonisches Alter zugeschrieben wird (Dolomitsandsteinstufe des Unterdevons). Nur an zwei Stellen treten die Tertiärschichten der Mulde mit nicht-devonischer Umgebung unmittelbar in Verbindung; so im Süden gegen Untergraden zu und im Südosten nächst dem Weiler Mitterdorf. Im übrigen stellt die Hödlgrube eine schüsselförmige Einsenkung im Dolomit dar, der gegenüber den benachbarten Kohlenvorkommen eine ziemliche Selbständigkeit zukommt. An den Rändern der Mulde richten sich die einzelnen Bänke des Flötzes auf, so daß ihre Enden Winkel von 20 bis 25 Grad mit der Wagrechten einschließen. Die Aufbiegung der Schichten kann keine ursprüngliche sein; dagegen sprechen die Baumstrünke, welche, von der Lotrechten abweichend, senkrecht zum Mutterboden emporragen und auch die Erfahrung, daß bodenständige Kohlenbildungen — und das Flötz der Hödlgrube ist wohl zum größten Teile eine solche — keine steile, sondern nur eine sanft geneigte bis wagrechte Oberfläche besitzen können.

An wagrecht zusammenbiegende Kräfte als Ursache der Muldung kann in vorliegendem Einzelfalle schwerlich gedacht werden; beherrschen doch lotrechte Bewegungen, die uns die tertiären Ablagerungen erhalten halfen, den geologischen Bau des Gebietes seit dem Anbruche des Miozäns; die faltenden und zusammenschiebenden Bewegungen hatten sich anscheinend in früherer, Faltengebirge schaffender Tätigkeit bereits erschöpft und waren mehr oder minder zu einer gewissen Ruhe gekommen. An ihre Stelle traten gewaltige Hebungen und stellenweise auch Einbrüche und Senkungen. Es ist aber gar nicht nötig, die heutige Muldenform des Flötzes durch die Annahme wagrechter,

gebirgsbildender Kräfte zu erklären; man reicht mit den mehr lotrechten Schollenbewegungen des Jungtertiärs vollkommen aus, wenn man an jene Erscheinungen anknüpft, welche sich in Bergbaugebieten<sup>2)</sup> auf Schritt und Tritt darbieten.

Überall nämlich, wo die Tagdecke über einem künstlich erzeugten Hohlraum sich senkt und, ihn wieder schließend, sich auf die Sohle des Hohlraumes legt, drängt vom Rande der obertags entstehenden Pinge her das Gestein nach und erzeugt Bewegungen in annähernd wagrechtem bis schräg nach abwärts gerichtetem Sinne, die sich den lotrechten Absenkungen zugesellen. Diese in Bergbaugebieten gefürchteten und die größten Zerstörungen verursachenden Schubbewegungen gegen die Mitte einer Pinge zu sind so bekannt, daß ich von einer näheren Schilderung absehe. Ganz ähnliche Wirkungen müssen sich einstellen, wenn Schollen durch geologische Ereignisse sinken oder, was auf dasselbe hinausläuft, wenn ihre Umrahmung gegenüber einem unbeweglichen oder im Ausmaß der Hebung zurückbleibenden Block emporsteigt; solchen treibenden Kräften werden besonders weiche, bildsame, nachgiebige, in sich leicht verschiebbare Gesteine gehorchen, die unnachgiebigen, spröden auflagern. Die spröden, festen Gesteine der bewegten Schollen werden in der Nähe der Verwerfungslinien und Abbeugungsknicke mehr oder minder zerstückelt, zerrüttet und zermalmt, die weicheren Deckschichten aber schieben sich von den Rändern her in die entstehende Mulde hinein und stellen sich, je nach dem Betrage der wirklichen oder scheinbaren Absenkung, mehr oder weniger stark schräg, wobei sie naturgemäß ziemlich kräftigen Pressungen unterliegen können, welche unmittelbar von seitwärts her zu kommen scheinen, in Wirklichkeit aber nur sozusagen umgerichtete Teilkräfte der lotrechten Verschiebungen sind. Ob in den weicheren Deckschichten nur randliche Aufkrepelungen erfolgen oder Verwerfungen ausgelöst werden, oder schließlich beide Erscheinungen sich miteinander paaren, das hängt ganz von der Art der Gebirgsbewegungen ab, die bald mehr echten Verwerfungen, bald aber Kniefalten ähneln und auch im Betrage und in ihrem Ablauf (mehr oder minder schnell, beziehungsweise gewaltsam) große Verschiedenheiten aufweisen.

<sup>2)</sup> Vergl. u. a.: Goldreich, Die Theorie der Bodensenkungen in Kohlengebieten. Berlin 1913.

Für beide Erscheinungen, sowohl für die lotrechten Schollenverstellungen und -abbeugungen, als für die hiedurch ausgelösten wagrechten Drücke und Bewegungen bietet die Umgebung des Bergbaues Hödlgrube mehrfache Belege. Bereits beim Aufstieg zur Grube vom Bahnhof Oberdorf aus bemerkt man ein öfteres Wechseln im Streichen und Fallen der Dolomite; besonders auffällig aber ist die wiederholte Änderung des Einschießens dem Betrage und der Richtung nach in der Nordwestecke der Tertiärmulde; beim „Graller“ fallen die Bänke des Dolomits unter etwa 30 bis 32 gegen 117, beziehungsweise 90 Ost ein; nordwestlich des „Geil“ dagegen bald nach Norden, bald unter 55 gegen 280 West. Am Gehänge des Hl. Berges wiederum herrscht Nordnordost und Nordeinschießen vor. Dabei zeigen sich die Dolomite, die stellenweise durch leichtes Brausen freien Kalkgehalt erkennen lassen, kaum irgendwo ganz heil und unbeeinflußt von Pressungen; nahezu überall sind sie mehr oder weniger stark zertrümmert und zerhackt, ja stellenweise verstärkt sich die Zerrüttung des ursprünglichen Gefüges bis zur gänzlichen Zermalmung; die Dolomite erscheinen dann „sandig“. Diese Wirkungen stattgefundener Schollenbewegungen treten besonders eindringlich und deutlich in den Steinbrüchen am Aufgang zum Bergwerk und bei Obergraden sowie auf der Kuppe des Hl. Berges in Erscheinung; hier kann man den Verlauf der mit Rutschstreifen bedeckten Harnische und der Streifen stärkster Zertrümmerung des Dolomits genau verfolgen; so streicht zum Beispiel im Obergradner Steinbruche die Hauptverwerfung mit etwa 55° Osteinfallen ungefähr Nord—Süd. Im großen und ganzen empfängt man bei der Begehung den Eindruck, daß die Bruchlinien des Gebietes den Rändern der Tertiärmulde folgen und ihren Verlauf bedingen; indem die Bewegungslinien im Westen ungefähr nordsüdlich, im Norden westnordwestlich und im Süden ostnordöstlich gerichtet sind, kommt eine annähernd dreieckige, äußere Form der Hauptmasse des Tertiärs zustande, das bei Untergraden und Mitterdorf obertägige Ausläppungen in die Nachbarschaft entsendet. Anzeichen starken, seitlich wirksam gewesenen Druckes, begegnet man in der Grube selbst um so überzeugender, je mehr man sich den aufgerichteten Randteilen des Flötzes nähert. Während die Kohle in der flach gelagerten Muldenmitte guten Zusammenhalt zeigt, zerfällt sie in den Muldenflügeln in kleinere Stücke und sieht wie zerhackt aus; zahlreiche Harnische

durchziehen das Flötz und ihre wagrecht verlaufenden Rutschstreifen lassen keinen Zweifel an der Richtung der stattgefundenen Kleinbewegungen. Von untergeordneter Bedeutung ist dabei die Beobachtung, daß einer der auffälligsten Schnitte in den Vorrichtungsbauen nächst dem „Graller“ ungefähr nord-südlich streicht, und damit anzudeuten scheint, daß die Pressung hier hauptsächlich von der nördlichen und südlichen Rahmenmasse der Mulde ausgegangen ist. Eine weitere Wirkung des Druckes, die dem Muldentiefsten der Hödlgrube fehlt, ist die fast glanzkohlenähnliche Beschaffenheit der Kohle der Flötzränder.

Man kann sich daher die Entstehung der betrachteten kleinen Kohlenmulde vielleicht so vorstellen: Einsetzende lotrechte Schollenbewegungen am Rande der Alpen, die damals noch ein Mittelgebirge mit sanften Formen waren, erzeugten eine flache Wanne mit frischem, den Baumwuchs begünstigendem Boden. Kleine Hebungen in der Nachbarschaft führten zur Einschwemmung von Sand und Ton von den Rändern her, während in der Mitte die Anhäufung von Pflanzenleichen sich nahezu ununterbrochen fortsetzte und beim Stillstande in der Aufwärtsbewegung der Ränder auch noch ein Stück weit über die abgelagerten Taubschichten übergriff; noch einmal wechselte dann Hebung mit Stillehalten; dabei bahnte jede kleine Verstellung der Rahmenblöcke auch schon die Muldung der vorher gebildeten Schichten an. Schließlich überdeckten verstärkte und den Baumwuchs erstickende Bodenbewegungen das ganze Gebiet mit Schlamm, Sand und Schotter, während die Holzmassen und sonstigen Pflanzenreste sich allmählich in Kohle umwandelten und entsprechend dem Fortschreiten der gebirgsbildenden Vorgänge immer mehr muldeten. Ähnliche Braunkohlenbildungen mochten auch vielen Orten in der Nachbarschaft stattgefunden haben, solange die Schollenbewegungen ganz langsam erfolgten und nicht ausarteten. Bei der endgültigen Herausbildung des Landschaftsbildes um Köflach und Voitsberg, das auffällig tektonisch bedingt ist, eilte das Gebiet der heutigen Hödlgrube dem Gelände unmittelbar im Norden, Süden und Osten im Empor-tauchen voraus; daher liegt die Kohle im Gradner Tale, wie die ersoffenen und die noch im Betriebe befindlichen Baue längs der Graz—Köflacher Eisenbahnlinie zeigen, tiefer als in der Hödlgrube; der Gradenbach und die Kainach folgen in ihren, dem Hl. Berge benachbarten Laufstrecken Bruch- oder Abbeugungslinien, welche bei der Erhaltung des Tertiärs und

seiner Kohlenschätze tätig gewesen sind. Jünger als die Kohlenbildung sind die Abkappungen, die man am Hl. Berge (539 m) und auf dem breiten, gegen Köflach hinziehenden Rücken gewahrt; diese Reste einer alten, vermutlich pliozänen Landoberfläche sind mit pontischen Urgebirgsschottern überstreut. Die verhältnismäßige Absenkung des Muldentiefsten gegenüber den Muldenrändern dürfte in der Hödlgrube etwa 40 m oder etwas mehr betragen haben. Die Störungslinien, nach welchen sie erfolgte, sind nur Maschen eines weit verzweigten, ausgedehnten Netzes von Verwerfungen und Kniefaltungsachsen, welche das Gebirge um Köflach und Voitsberg in einzelne Schollen zerlegten und zerstückelten.

Der Vorgang der Schichtenmuldung durch lotrechte Verstellungen kann für den besprochenen Fall der Hödlgrube so gut wie erwiesen gelten. Ich halte es für wahrscheinlich, daß lotrechte Schollenbewegungen aber auch zur Erklärung von Pressungs- und Faltungserscheinungen in anderen Kohlenvorkommen ausreichen, wo wagrechte Bewegungen aus geologischen Gründen ausgeschlossen sind. Wo steifere Schollen, gleichgültig ob tatsächlich oder nur im Verhältnis zur Umgebung, versenkt werden, sacken die weicheren Deckschichten in einen Raum nach, der sich nach unten zu mehr und mehr verjüngt; vermöge ihrer Bildsamkeit schlüpfen sie gewissermaßen in einen kegelstumpfähnlichen Hohlraum und erfahren dabei je nachdem bald eine einfache Muldung, bald eine Faltung, ja unter Umständen auch Verwerfungen und Überschiebungen des Muldenkernes. Gegenüber der herkömmlichen Auffassung handelt es sich also um eine gewissermaßen freiwillige, nicht erzwungene und den Massen durch wagrechte Kräfte von außen her aufgedrängte Faltung (Eigenfaltung). Es kommt also zu „Verschluckungs“- und „Einsaugungserscheinungen“, wenn ich diese Ausdrücke Ampferers hier anwenden darf.

Muldenform und Faltung eines Kohlenflötzes, oder allgemeiner ausgedrückt, einer nicht zu steifen Schichtfolge, können also grundsätzlich verschiedene Ursachen haben; sie können durch unmittelbar wirksame wagrechte Kräfte entstehen (Faltung im eigentlichen Sinne) oder durch in erster Linie lotrechte und erst mittelbar sich im wagrechten Sinne auswirkende Kräfte geschaffen werden (Keil- oder Pingenwirkung). Welcher von diesen Fällen zur Er-

klärung eines bestimmten Vorkommens sich eignet, wird stets Gegenstand einer besonderen geologischen Untersuchung der Örtlichkeit sein müssen. Übrigens würden die Grenzen zwischen Wirkung lotrechter und wagrechter gebirgsbildender Kräfte ineinander verfließen, wenn sich einmal herausstellen sollte, daß auch die großen, wagrechten Bewegungen unserer Erdrinde, wie Faltenbildung und Überschiebungen, im Grunde nichts anderes seien, als richtungsumgewandelte Wirkungen lotrechter Massenschiebungen und Massenwanderungen.

Nach Beendigung meiner Beobachtungen in der Weststeiermark und ihrer Verarbeitung zu einem Erklärungsversuche der Muldenform mancher Kohlenflötze wurde ich durch die neueste Auflage von Kaysers Geologie auf die geistreichen Arbeiten von K. Lehmann<sup>3)</sup> aufmerksam. Dieser zieht aus den Erscheinungen bei der Pingenbildung unter Abbauen sehr weitgehende, auf den ersten Blick ungemein bestechende Schlüsse, die aber weiterer Nachprüfung bedürfen. Unbestrittene Richtigkeit aber kommt auf jedem Fall den von ihm und anderen mitgeteilten Beobachtungstatsachen über Pressungen und Zerrungen im Gefolge der Pingenbildung zu; wenn solche Faltungen, wie sie Lehmann als Nebenerscheinungen bei Absenkungen beschreibt und abbildet, von mir in der Hödlgrube nicht festgestellt wurden, so kann dies möglicherweise mit der Langsamkeit der Schollenverstellungen zusammenhängen; die seitlichen Schübe wurden nicht bis zur Muldenmitte weitergeleitet, sondern wirkten sich bereits früher in Form von Zerknackung und Pressung der Kohle, sowie Beschleunigung des Inkohlungsvorganges aus; vielleicht deutet das Fehlen von Verfaltungen in der Hödlgrube neben der Langsamkeit der Rahmenverstellung auch darauf hin, daß die Blockbewegungen mehr kniefaltenähnlich vor sich gingen und weniger echten Verwerfungen glichen; im benachbarten Teigtischgebiet habe ich die Erfahrung gemacht, daß eigentliche Brüche in der Gegend selten sind und gleitende Verschiebungen und Abbeugungen, beziehungsweise Aufbiegungen weitaus vorherrschen.

---

<sup>3)</sup> K. Lehmann, Bewegungsvorgänge bei der Bildung von Pingen und Trögen. »Glückauf«, 1919, Nr. 48; das tektonische Bild des rheinisch-westphälischen Steinkohlengebietes, und das rheinisch-westfälische Steinkohlengebirge als Ergebnis tektonischer Vorgänge in geologischen Trögen, ebenda, 1920, Heft, 1, 2, 3 und 15.



Man wird aber auch in anderen Fällen die Stärke des möglichen, durch eine Mulde auslösbaren Faltenwurfes nicht überschätzen dürfen, wie Lehmann es zu tun scheint, welcher auch die Entstehung der Faltengebirge auf Trogwirkung zurückführen will. Man darf da nicht übersehen, daß die Höhe der Faltenwellen keinesfalls die Trogtiefe übertreffen kann, da, physikalisch gesprochen, keine Folge größer sein kann als ihre Ursache; die entstehenden Gebirge müßten im Riesentroge, für die Außenwelt unsichtbar, verhüllt bleiben. Zur Bildung oberflächiger Faltengebirge ist die Heraushebung der im Troggrunde gefalteten Schichten durch gewaltige, lotrechte Schollenverstellungen unbedingt erforderlich. Anzeichen solcher riesiger Hebungsvorgänge, welche den Faltungen und Überschiebungen nachfolgten, liegen nun allerdings in den Alpen an zahlreichen Punkten und in beweiskräftiger Gestalt vor; man denke da nur an die Gesteine der untersten Tiefenstufen, die nun vielfach vor unseren Augen entblößt daliegen, an die hochliegenden Tertiärreste in unseren Kalkalpen und an die gewaltigen Schottermassen, welche sich während des Tertiärs und während der Eiszeit aus den emportauchenden Alpen ins Vorland hinaus ergossen haben. Auch daran wird kaum ein Zweifel möglich sein, daß diese Hebungen, mit denen örtliche Senkungen (und bloße Zurückbleibungen in der Aufwärtsbewegung) Hand in Hand gingen, den Faltungs- und Überschiebungsvorgängen im allgemeinen zeitlich nachgefolgt sind. Ob sich aber das Bild, das uns die nächsten Forschungsjahre vom Bau der Alpen schaffen werden, völlig einfügen wird in die Anschauungen Lehmanns, muß künftigen Prüfungen überlassen bleiben. Meine Absicht war bloß zu untersuchen, ob die Erscheinungen, die sich an die Abwärtsbewegung von Schollen knüpfen, hinreichen, um die Muldenform mancher Schichtfolgen zu erklären, bei denen eine regelrechte Faltung durch in erster Linie wagrecht wirkende Kräfte nicht gut angenommen werden kann.

Bruck a. d. Mur, im Mai 1922.

---