

Zum Bewegungsbild des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes

Von OTTO AMPFERER, Wien.

(Mit 13 Abbildungen im Text.)

Durch das ausgezeichnete Werk von PAUL KUKUK „Geologie des Niederrheinisch-Westfälischen Steinkohlengebietes — Berlin 1938“ sind die eigenartigen Faltungen des Oberkarbons auch für Fernerstehende so anschaulich geworden, daß es insbesondere für alpine Tektoniker reizvoll geworden ist, Vergleiche mit dem Bau der Alpen anzustellen.

Während aber die Alpen durch ihre hohen Aufragungen in die Gletscherwelt und die Aussicht in weite Fernen unerschöpfliche Gegenstände offen zur Forschung feilbieten, liegen im Kohlengebiet die mächtigen Faltungen in der Erdtiefe verborgen und konnten erst durch die endlose Arbeit der Bergmänner und die Sorgfalt der Geologen und Markscheider offenbar werden.

Wenn man bedenkt, daß hier durch Schächte und Stollen etwa der oberste Kilometer erst genau erschlossen wurde, der Tiefgang der Kohlenmulden aber bis auf 10 km eingeschätzt wird, so kann man erfassen, welche Mühen die Eroberung der Kohlentiefen noch erfordern wird. Nimmt man das Werk von P. KUKUK zur Hand, so kann man es nur dankbar für die reiche Belehrung und die vorzüglichen Abbildungen studieren, seine Ergebnisse aber als einen dauernden Gewinn weiterverwenden. Ich habe mich nur mit wenigen Fragen der Tektonik, und dies nur in allgemeinen Umrissen, beschäftigen können, auf welche ich im folgenden kurz eingehen möchte.

Die Kohlenmulden, welche auf den Längs- und Querschnitten des Werkes von P. KUKUK in aller Deutlichkeit zu schauen sind, weichen von den Mulden der alpinen Faltung in mehrfacher Hinsicht ab.

Dabei ist vorauszuschicken, daß der Tiefgang der Kohlenmulden in dem Längsprofil 1 : 100 000 auf Tafel III und in den Querprofilen 1 : 60 000 auf Tafel VII nicht übereinstimmend beurteilt erscheinen. Auf Tafel VII sind wesentlich tiefere Mulden verzeichnet.

Wenn ich mich hier zunächst an die Angaben von Tafel III gehalten habe, so soll das keinerlei Entscheidung über den Tiefgang der Mulden enthalten, welche mir nicht zusteht. Die Annahme eines größeren Tiefganges könnte im übrigen meinen Überlegungen nur nützlich sein.

Die Kohlenmulden zeigen von unten gegen oben mit wenigen Ausnahmen eine starke und einseitige Abnahme des Faltenausschlages. Dies tritt auf Fig. 1 im Falle der Lippe- und Emschermulde aufs klarste hervor. Während die obersten Kohlenablagerungen nur schwache Verbiegungen von 200 bis 300 m erkennen lassen, weisen die untersten Faltenausschläge bis über 1000 m auf.

Außerdem kommen auf eine Mulde in der Höhe je 6 Mulden in der Tiefe. Es haben also nicht nur die Kraft des Ausschlages der Mulden, sondern auch ihre Anzahl tiefenwärts stark zugenommen.

Für den Bergbau bedeutet dies eine wertvolle Zunahme des Kohlenschatzes mit der Tiefe, welche wahrscheinlich auch noch mit einer Verbesserung der Qualität wegen des höheren Druckes verbunden sein dürfte.

Zeichnet man sich, wie es in Fig. 2 geschehen ist, die einzelnen übereinanderliegenden Muldenschalen heraus, so ist es leicht, das gegen die Tiefe zu steigende Maß des Zusammenschubes zu erkennen.

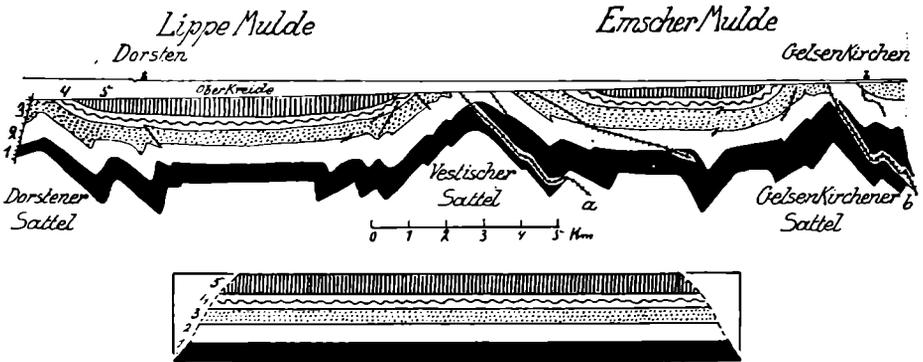


Fig. 1: Ausschnitt aus dem Querschnitt des Steinkohlengebietes 1:100 000 von P. KUKUK.

- 1 = Eßkohlen und Magerkohlen Sch.
- 2 = Fettkohlen Sch.
- 3 = Gaskohlen Sch.
- 4 = Gasflammkohlen Sch.
- 5 = Flammkohlen Sch.

Die symmetrische Ausbildung der beiden Muldenfaltungen tritt sehr klar hervor. Die Zaunlinien bedeuten Anschnitte von Schubflächen.

- a = Scholvenener Wechsel.
- b = Gelsenkirchener Wechsel.

Fig. 2: Geradestreckung der einzelnen Falten der Lippe-Mulde. — Man erkennt deutlich, um wieviel der Betrag des Zusammenschubes in den einzelnen Stockwerken von unten nach oben abnimmt. Die Abnahme des Zusammenschubes macht fast $3\frac{1}{2}$ km aus.

Die geologische Deutung dieses Bewegungsbildes kann wohl nur die folgende sein:

In der mächtigen Verschüttungsbucht des Oberkarbons bildeten sich von Anfang an Teilmulden mit einem von SO gegen NW gerichteten Streichen heraus. Der Gliederung dieser Mulden kann bei dem weithin gleichen Streichen auch nur eine einheitliche, großzügige Druckregelung zugrunde gelegen haben. Innerhalb der Einzelmulden wechselte die vorherrschende senkende Bewegung auch mit Stillständen, vielleicht auch steigenden Bewegungen ab.

Bei den senkenden Bewegungen ist es offenbar ständig auch zu faltenden Vorgängen gekommen. Es war also mit dem Sinken seitlicher Schub verbunden.

Nachdem aber der Betrag des Zusammenschubes in jedem höheren Stockwerk ein kleinerer wurde, kann dies unmöglich durch einen Seitendruck zustande gekommen sein, welcher die ganze Schichtmasse einheitlich erfaßt hätte.

Wir finden also den Schluß, daß die Faltung fortlaufend schon während der Ablagerung der Kohlen- und Taubschichten des Oberkarbons in Tätigkeit war. Nur so ist die starke Zunahme der Faltung gegen die Tiefe zu in jeder einzelnen Muldenform erklärbar.

In den Alpen begegnen wir im Gegenteil häufig größeren, tiefgreifenden Muldenformen, in denen die Heftigkeit der Verfaltung von unten nach oben hin zunimmt.

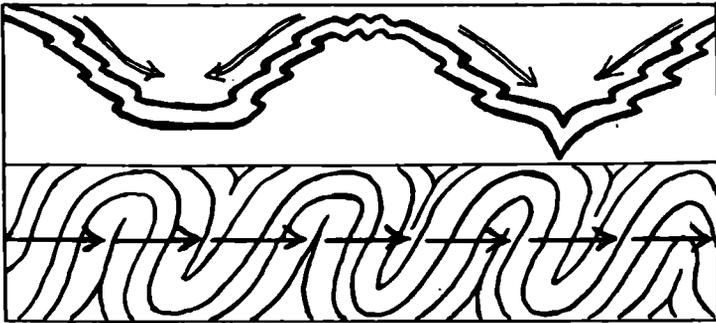


Fig. 3: Das obere Schema stellt eine Faltung dar, wo in jeder Mulde und auf jedem Sattel die Faltrichtung wechselt
Das untere Schema zeigt eine Faltung, die durchaus von einer Schubrichtung beherrscht ist.

Die Einsicht, daß in den Mulden des Oberkarbons die Sedimentation mit der Faltung Hand in Hand gegangen ist, wurde von dem Markscheider Dr. HEINRICH BÖTTCHER schon seit längerer Zeit vertreten, fand aber immer wieder Ablehnung, so daß eine neuerliche Begründung wohl am Platze ist. Eine weitere Frage geht nun dahin, wie in den Mulden der unleugbar angezeigte seitliche Zusammenschub fortlaufend zustande kam.

Zur Beantwortung ist es nötig, die Formen der Muldenfaltung genauer ins Auge zu fassen. Ein Grundzug der Muldenfaltung scheint mir in der ausgesprochenen Symmetrie derselben zu liegen, welche Fig. 1 an zwei Beispielen dem Leser vorführt. Diese Symmetrie geht von einer Halbierung aus, so daß sich die beiden Muldenhälften spiegelbildlich ähnlich sehen. Man kann das ganze Gebiet der Karbonfaltung in solche Ähnlichkeitshälften zerlegen, wenn auch die größeren Mulden diese Erscheinung deutlicher zum Ausdruck bringen. In jeder dieser Teilmulden nimmt der Schwung der Faltung von den beiden Rändern her gegen die Muldenmitte zu. Es ist also eine Verteilung der Faltungskraft vorhanden, welche in jeder Muldenmitte und auf jeder Sattelhöhe ihre Richtung wechselt.

Wäre ein durchgreifender einseitiger Schub wirksam gewesen, so wäre ein solcher Richtungswechsel unbegreifbar. In Fig. 3 ist dieser Richtungswechsel graphisch dargestellt und mit einseitigem allgemeinen Schub verglichen.

Auch der Fall, daß die Kohlengebiete sowohl von SO als auch von NW her, also zweiseitig, zusammengeschoben wurden, vermöchte diesen in jeder Teilmulde eintretenden Richtungswechsel der Faltbelebung nicht zu erzeugen.

Die einzige, zwanglose Deutung dieser Formen liefert hier die Annahme von Gleitfaltung, welche in jeder Mulde von den beiden Steilrändern her selbständig eingetreten ist. Wenn man nun in Hinsicht auf diese Möglichkeit die Profile in dem Werke von P. KUKUK prüft, so kommt man bald zur Einsicht, daß die Gleitungen ihren Ausgang nicht in den Kohlenschichten, sondern wahrscheinlicher unterhalb von diesen genommen haben.

Es wären also die Kohlenschichten von tieferen Gleitmassen ergriffen und mitgeschleppt worden.

Würden die kohleführenden Schichten selbst die Träger der Gleitbewegungen gewesen sein, so hätten wir wohl in der Muldentiefe stärkere Verdickungen und auf den Sattelhöhen schärfere Verdünnungen zu erwarten.

Dies ist nicht in größerem Ausmaße eingetreten.

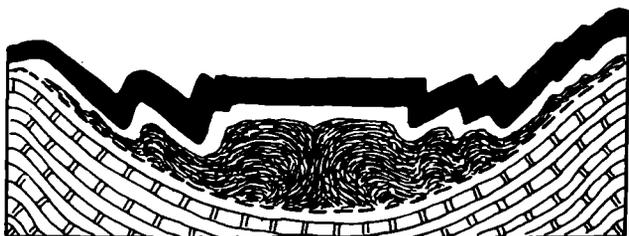


Fig. 4: Versuch einer Deutung der symmetrischen Faltform der Lippe-Mulde durch zweiseitig gleiche Gleitwalzen des Untergrundes.

Macht man die zunächst unbewiesene Annahme, daß die Gleitungen vor allem unterhalb des Oberkarbons, also im sog. Flözleeren zur Ausbildung gelangten, so lassen sich damit eine Anzahl von sonst schwer verständlichen Eigenheiten leichter erhellen.

In Fig. 4 ist der Versuch gemacht, die Bauform der Lippe-Mulde durch entsprechende zweiseitig symmetrische Gleitungen im Liegenden zu erklären. Es ist naheliegend, daß bei einer Einsenkung einer tieferen Mulde und Vorrat an gleitfähigen, erweichten Schichten von beiden Muldenflanken her Gleitungen eintreten können, die spiegelbildliche Ähnlichkeiten anstreben.

Das gilt nur bei annähernd gleichen Gefällsverhältnissen. Sind die beiden gegenüber befindlichen Gefällsstrecken ungleich, so wird unter sonst gleichen Bedingungen die Gleitmasse der höheren oder steileren Flanke über die Muldenmitte hinaus gegen die schwächere Gegengleitung vordringen. So können ziemlich verschiedenartige Gleitbilder entstehen, wie Fig. 5 im Schema angibt. Aus der Regelmäßigkeit oder Unregelmäßigkeit der Gleitmassen kann man auf die Beschaffenheit der ersten Tröge schließen.

Beim Fortschritt der Senkung kann es auch zu weiteren Gleitungen kommen. Im allgemeinen werden diese wohl nur mehr kleinere Ausmaße erreichen, wie dies auch in Fig. 4 schon angedeutet ist.

Mit Hilfe der gegeneinander rollenden Gleitmassen des Untergrundes kann man auch eine weitere Eigenart der Kohlenmulden erklären, die mit

einseitigem Schube nicht zu lösen ist. Ich meine die so merkwürdige scharfe Zuspitzung aller Kohlenmulden gegen die Tiefe.

Versucht man so scharfe Zuspitzungen als reine Biegeformen aufzufassen, so macht man gleich die Erfahrung, daß auf diesem Wege nur mehr oder weniger breite und abgerundete Spitzen zustande kommen.

Stellt man sich aber vor, daß unterhalb der Kohlschichten bewegliche Kissen lagerten, welche von den Muldenflanken her gegeneinander rollten, so kann es bei der Annäherung und Begegnung der Rollstirnen zu einem Hinabsaugen und Zuspitzen der darüber befindlichen Kohlschichten kommen.

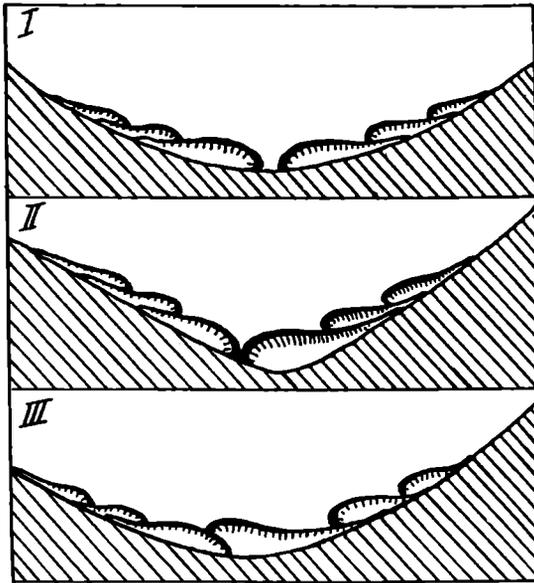


Fig. 5: 3 Muster für die Anordnung von Gleitkissen.

- I = beidseitig gleiches Gefälle und damit auch gleiche Formung der Gleitkissen.
- II = rechtseitig steileres Gefälle und damit ungleiche Ausbildung und Verschiebung der Walzen gegen die flachere Seite.
- III = rechtseitig steileres und längeres Gefälle und damit ungleiche Ausbildung der Walzen, die bis zur Überschiebung der schwächeren führt.

In Fig. 6 ist der Versuch gemacht, im Schema den Vorgang einer solchen Tiefsaugung und Zuspitzung darzustellen. Vorausgesetzt ist dabei, daß die in dem Werke von P. KUKUK veröffentlichten Querschnitte von ihm und Bergdirektor OBERSTE-BRINK auch der Wirklichkeit entsprechen. Meines Wissens haben ja bisher weder Bohrungen, noch Bergbau diese sehr tief liegenden Muldenspitzen erreicht. Die Konstruktionen, deren obere Teile ja durch Vermessungen und Aufnahmen des ausgedehnten Bergbaues sicher verankert sind, wurden sinngemäß in die Tiefe geleitet, wo die Verschneidungen endlich diese tiefreichenden scharfen Muldenspitzen geliefert haben.

Neben der scharfen Zuspitzung fallen uns auch die vorherrschend lotrecht ausgerichteteten Muldenspitzen auf. Es ist auch das ein Beweis, daß wir hier in der Anlage keinen allein auf einseitigem Schub beruhenden Muldenbau vor uns haben. In den Alpen sind im Gegenteil überkippte Mulden so ziemlich die Regel.

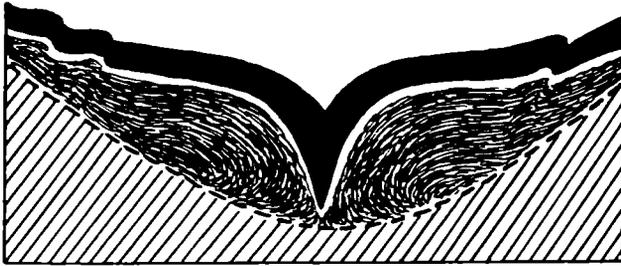


Fig. 6: Versuch einer Erklärung für das Tiefsaugen und Zuspitzen von Kohlenmulden durch gegeneinander rollende Gleitwalzen eines beweglichen Untergrundes.

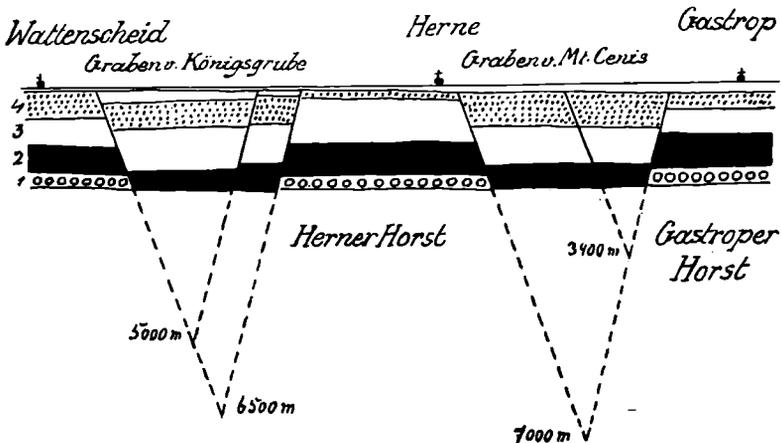


Fig. 7: An diesem Beispiel aus dem Längsschnitt des Kohlengrubens von P. KUKUK sieht man, wie tief die Verschnidungen der schrägen Verwerfungen liegen. Wahrscheinlich liegen aber gar keine solchen Verschnidungen vor, weil sich die schrägen Verwerfungen in der Tiefe steil stellen.

- 1 = Magerkohlen Sch.
- 2 = EBkohlen Sch.
- 3 = Fettkohlen Sch.
- 4 = Gaskohlen Sch.

Dieser ausgesprochen lotrechte Muldenbau ist dagegen in der Gefolgschaft von Senkungsvorgängen gut begreifbar. Senkungsvorgänge sind im Bereiche einer so mächtigen Schlamm-Sand-Moorbucht von vornherein sehr wahrscheinlich und mit dem allmählichen Verlust des eingebauten Wassers auch unvermeidlich. Davon kann man sich an jedem austrocknenden

Schlammbecken leicht überzeugen. Solche Senkungen sind aber keineswegs so bedeutend, um etwa den Tiefgang der Kohlenfaltung zu erklären. Hier kann es sich nur um Senkungen handeln, welche wesentlich tiefer beheimatet sind.

Es gibt nun ein Mittel in dieser Sachlage zu besserer Einsicht zu gelangen, wenn man die Zerrungen beachtet, welche im Gebiete des Oberkarbons, ungefähr senkrecht zu seiner Streichrichtung, aufgetreten sind.

Wie Fig. 7 an einem Beispiel erläutert, sind hier zahlreiche und ausgedehnte Zerrungen aufgetreten, an denen jeweils einzelne Schollenstreifen tiefer als ihre Nachbarn abgesenkt wurden.

Zieht man für diese Frage das Längsprofil i. M. 1 : 100 000 in Betracht, das dem Querschnitt gleichen Maßes beigefügt ist, so erkennt man, daß im Gegensatz zu den vertikal gebauten Faltnulden die Senkungsgräben im Streichen nur von schrägen Verwerfungen eingesäumt erscheinen. Das Maß der an solchen Verwerfungen vollzogenen Senkungen beträgt 200—500 m. Dabei zeigen weder die gesenkten noch die stehengebliebenen Schollen Anzeichen von Faltungen. Dies wäre aber nur möglich, wenn die gesenkten Schollen an lotrechten Verwerfungen abwärts bewegt wurden. Nun handelt es sich aber, wie Fig. 7 zu erkennen gestattet, durchaus um keilförmig begrenzte Schollen, welche beim Senken eine starke seitliche Pressung hätten erleiden müssen.

Da dies offenbar nicht der Fall war, müssen die Horste so weit auseinander gewichen sein, daß die Keile dazwischen Raum zu ungefaltetem Absinken fanden. Es ist klar, daß diese starke Zerrung im Streichen nicht gleichzeitig mit einer kräftigen Faltung in der dazu senkrechten Richtung verbunden gewesen sein kann. Eine starke Faltung in der Richtung von SO gegen NW könnte in der zugehörigen Streichrichtung nur zu einer Verlängerung der Faltenbündel und bei gehinderter Ausweichmöglichkeit nur zu Verbiegungen und Aufschuppungen im Streichen führen.

Es ist nun interessant, daß wir in der einen Richtung einer Bildung von Sätteln und Mulden, in der anderen von Gräben und Horsten begegnen. Im Grunde haben wir also in beiden Richtungen deutliche Senkvorgänge vor uns, welche aber zu ganz verschiedenen Falten geführt haben. Wären beide Senkungsreihen gleichzeitig lebendig gewesen, so wäre eine Vergitterung von Mulden und Gräben entstanden.

Nun ist aber die Muldenbildung im Streichen offenbar der ältere Vorgang gewesen.

Man kann sich nun fragen, warum in der einen Richtung so prachttvolle Muldenfaltungen eingetreten sind und in der anderen nur schroff abgehackte Keilsenkungen?

Die Antwort scheint mir darin zu liegen, daß die ältere Muldenbildung noch glatte, weiche Schichtfolgen antraf, wogegen die jüngere Grabenbildung schon mit wellblechig versteiften Schichten zu tun hatte.

Versucht man nun in dem Längsschnitte durch das Kohlengebiet die schräg gegeneinander einfallenden Verwerfungen in der Tiefe geradlinig bis zur Verschneidung zu verlängern, so erhält man für die schmälere Gräben Tiefenwerte von 3—3,4, 5—6, 6,2—7 km, für die breiteren von 9,5—12,8 km.

Haben nun diese Schnittlinien der benachbarten schrägen Verwerfungen eine erkennbare geologische Bedeutung? Die erste Frage ist dabei, haben

wir ein Recht, eine geradlinige Fortsetzung in größere Tiefen anzunehmen oder ist eine Abweichung von der Geradheit wahrscheinlicher? Diese Frage ist unschwer zu beantworten, wenn wir zwei benachbarte schräge Verwerfungen noch über ihren Schnittpunkt hinaus verlängern.

Wir erhalten dann ein schräges Kreuz — Fig. 8 —, das aber nicht mehr im gleichen Sinne bewegungsfähig ist. Die Senkung kann sich nicht mehr über den Schnittpunkt hinaus ohne starke seitliche Zusammenpressung fortsetzen.

Das heißt, aus der Geometrie in die Geologie übersetzt, daß entweder der untere Teil des eingesunkenen Keiles sein Volumen verkleinert hat oder daß sich tiefe Hohlräume zum Ausweichen geöffnet haben. Um den Betrag

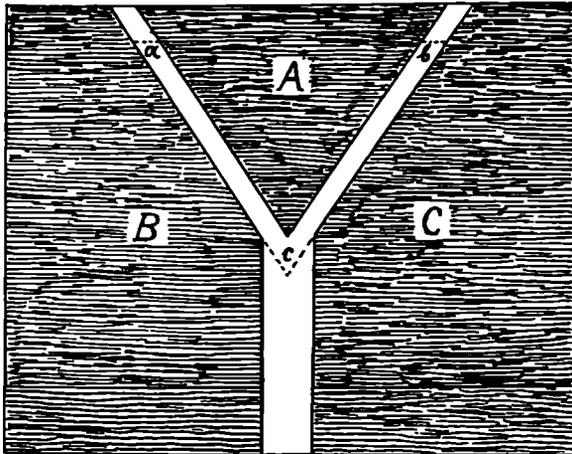


Fig. 8: Die Senkung des Keiles A in die tiefere Lage a—b—c wird ohne Pressung ermöglicht durch ein Auseinanderrücken der Horste B und C. Dabei verbleibt unter c ein Hohlraum, der durch weitere Senkung von A nur unter seitlicher Pressung geschlossen werden kann.

der Grabensenkung zu decken, müßte man schon eine beträchtliche Verkleinerung der Keilspitze in Betracht ziehen, wofür bei der ziemlich engen Begrenzung kein geologisch wahrscheinlicher Anlaß zu finden ist.

So bleibt als der brauchbarste geistige Ausweg doch die Annahme eines tieferen seitlichen Ausweichens oder die Annahme, daß die schrägen Verwerfungsflächen tiefenwärts in lotrechte übergehen.

Jedenfalls führt die geradlinige Verlängerung der schrägen Verwerfungen bis zu ihrem Tiefschnittpunkte zu der Einsicht, daß sich innerhalb des so abgegrenzten Keilraumes keine befriedigende Erklärung für die vollzogene Grabensenkung finden läßt.

Die geologisch einfachste Lösung des Problems der sich schräg ver-schneidenden Verwerfungen ist wohl die Annahme einer Vertikalstellung in der Tiefe.

Diese Lösung ist in dem Schema Fig. 9 dargestellt. Man gewinnt auf diese Weise die Möglichkeit einer Materialverschiebung der Gräben gegen die Tiefe, welche bei der Keilform ausgeschlossen erscheint.

Es ist mir unbekannt, ob vielleicht der Bergbau schon Beweise für eine Steilerstellung der schrägen Verwerfungen in größerer Tiefe geliefert hat.

Mit dem Übergang der schrägen Verwerfungen in lotrechte ist die Beweglichkeit der Grubenfüllungen in der Richtung eines Tiefersinkens unbedingt gegeben. Für die Einzelausführung dieses Vorganges stehen mehrfache Arten zur Verfügung. Wenn die Senkbewegungen in größerer Tiefe eingeleitet werden, so ist es zunächst sehr wahrscheinlich, daß sie sich gegen die Erdoberfläche zu verbreitern.

Man kann dies als eine Regel der „Pingenbildung“ bezeichnen, auf deren Bedeutung für die Tektonik unseres Kohlengebietes bereits K. LEHMANN im Jahre 1919 ausdrücklich hingewiesen hat.

Es kann sich dabei, wie Fig. 8 zeigt, wie bei der Ausbildung einer künstlichen Pinge um einen in der Tiefe offen stehenden Hohlraum handeln, für dessen Öffnung als Erklärung die Vorstellung von Abwanderungen von

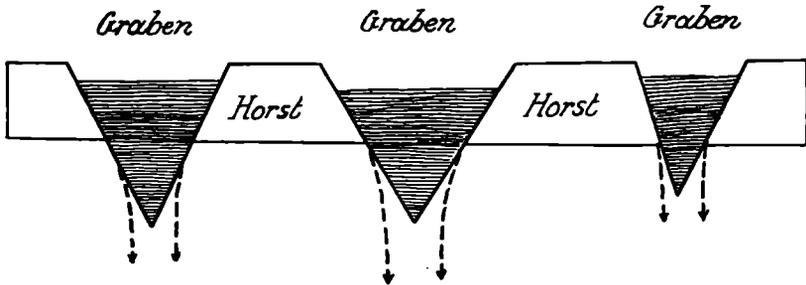


Fig. 9: Durch die Verlängerungen der schrägen Verwerfungen bis zu ihrem Schnitte erhalten die Füllungen der Gräben bis zu den Horsten keilförmige Begrenzungen. Diese Keile sind nur dann gegen die Tiefe zu beweglich, wenn sich die schrägen Verwerfungen steil stellen.

Gesteinsmassen hilft, als deren Ersatz ein Nachrücken aus dem Hangenden eintreten mußte.

Solche Abwanderungen dürften voraussichtlich in größerer Tiefe erfolgt und als „Unterströmungen“ zu bezeichnen sein.

Es würde dies zu der Anschauung leiten, daß vermutlich der ganzen Tektonik unseres Kohlengebietes eine tiefverankerte Bewegungsfolge zugrunde liegt, welche sich gegen die Erdoberfläche zu in recht mannigfaltigen Versenkungsvorgängen abgebildet hat.

Es wäre aber verfehlt, gegenüber diesen rein senkenden Vorgängen auf die horizontal schiebenden Gewalten zu vergessen, welche sich vor allem in der jüngeren Zeit gewaltsam genug zur Geltung gebracht haben.

Kehren wir nochmals zu den Querschnitten in dem Werke von P. KUKUK zurück, so ist neben den Einzelformen des Versenkungsbaues der Mulden auch ihre Verbindung zu Reihen von Mulden und Sätteln der tektonischen Betrachtung wert.

Verfolgen wir die Angaben des Querschnittes i. M. 1 : 100 000, welcher das Kohlengebiet in der Linie Vreden—Borken—Dorsten—Gelsenkirchen—Schwelm—Radevormwald durchzieht, so drängt sich uns gleich eine ausgesprochene Verkleinerung der Faltelemente von N gegen S zu in die Sinne.

Diese Verkleinerung kommt am klarsten in der Abnahme der Spannweiten der einzelnen Mulden zum Ausdruck:

- Mulde zwischen Borkener und Dorstener Sattel = 13,7 km
- Lippe-Mulde = 11,6
- Emscher Mulde = 10
- Essener Mulde = 5,3
- Bochumer Mulde = 8,6 = Doppelmulde
- Wittener Mulde = 3
- Blankenburger Mulde = 1,2
- Bommerhänker Mulde = 1
- Spokhöveler Mulde = 2,7
- Herzkämper Mulde = 2,5.

Aus diesem auffallenden „Engerwerden“ der Faltelemente in der Richtung von N gegen S — Fig. 10 — ist von vornherein auf das Wirken eines Schubes zu schließen, der von S her gekommen und nordwärts dann ermattet ist.

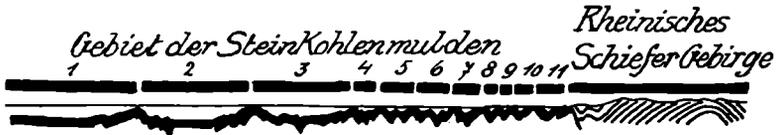


Fig. 10: Die Reihe der Faltelemente 1—11 zeigt eine deutliche Verkleinerungsfolge an, welche am einfachsten durch eine Abnahme der Schubwirkung von S gegen N erklärbar ist.

Gehen wir in der Richtung gegen S weiter, so stoßen wir rasch auf das Ende des Kohlenbeckens und jenseits der steil südfallenden Ennepe-Störung auf das Rheinische Schiefergebirge.

Hier wechselt die Gebirgsstruktur nicht nur durch die Verwendung von weit älteren Schichten, sondern auch durch jene von viel größeren Bauelementen. Nach der kleinen Schwelm-Vörder-Mulde begegnet uns gleich das Riesengewölbe des Remscheid-Altenaer Sattels. Das ganze Kohlengebiet besitzt keine einzige damit an Wucht, Größe und Einheitlichkeit vergleichbare Bauform.

Es ist ein Gewölbe, in dessen Bannkreis Schichten von mindestens 10 km Mächtigkeit eingebaut wurden. Trotz dieser Riesenform, welche allein ein kleines Gebirge mit seinem Baustoff versorgen könnte, macht sie infolge tiefer Abtragung landschaftlich nur den Eindruck einer sanften Erhebung.

Wir haben in dem Engerwerden der Faltung in dem Kohlenbecken ein kleines Richtungszeichen für den Weg des Zusammenschubes erkannt, welcher von S ausging und gegen N sehr an Kraft und Bedeutung verlor. Die Ennepe-Störung begrenzt dann das gefaltete Kohlengebiet gegen die große Masse des Rheinischen Schiefergebirges, welche offenbar bei ihrem Vormarsch die Kohlenmulde zusammengedrängt hat.

Diese Zusammenschiebung gelangte aber erst zu voller Wirkung, nachdem die Auffüllung der Senkmulden so ziemlich vollendet war. Während der Zeit der Füllung des Kohlebeckens war seitlicher Schub ebenfalls schon tätig, sonst wäre ja die sorgfältig ausgeführte Streichrichtung und Teilergliederung nicht erklärlich.

Es entstand aber keine Pressungsfaltung, sondern eine Senkfaltung, wobei den Gleitbewegungen eine wichtige Rolle zufiel.

Erst nach der vollzogenen Füllung der Mulden wurden dieselben dann enger aneinander gedrängt. Dieser Vorgang steigerte sich weiter zur Ausbildung von mehreren schrägen von SO her ansteigenden Schubflächen.

Wie Fig. 11 vermittelt, müssen diese Flächen bei ihrer Anlage eben oder nur wenig gekrümmt gewesen sein, um entlang derselben Verschiebungen zu gestatten. In dem scharf geknickten Zustand, den sie heute zeigen, wären an ihnen keine Verschiebungen möglich. Vielmehr sind diese Schubflächen durch den vorrückenden Schub auch gleichsinnig mit den von ihnen zerschnittenen Schichten gefaltet worden.

Es ist dies eine Erscheinung, welche beim Bau des Grenchenbergtunnels im Schweizer Kettenjura von A. BUXTORF schon im Jahre 1916 vorbildlich beschrieben wurde.

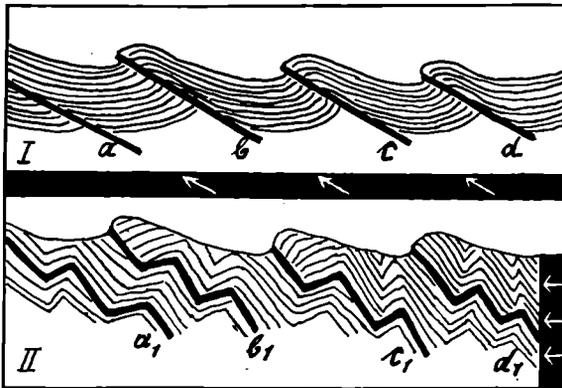


Fig. 11: Schema I veranschaulicht das Eingreifen von schrägschneidenden Schubflächen, welche in der Tiefe von schräg aufsteigenden Schollen betrieben werden.

Schema II bildet den Fall ab, daß die schrägen Schubbewegungen eingestellt und durch horizontale ersetzt werden, wobei dann Schichten und Schubflächen gemeinsam verfaultet werden.

a — d = glatte und befahrbare Schubflächen.

a₁—d₁ = verfaultete und nicht befahrbare Schubflächen.

Sicher ist, daß die Ausbildung und Benützung von schräg ansteigenden Schubbahnen nach unbekannter Zeit eingestellt wurde und dann Übershobenes und Sockel gemeinsam weiter gefaltet wurde.

Man kann nun fragen, was etwa der Grund war, daß die schrägen Schubflächen ausgeschaltet und durch eine Gesamtfaltung ersetzt wurden?

Aus der schräg ansteigenden Anordnung dieser Bewegungsflächen geht zunächst hervor, daß es sich hier um keine Gleitflächen, sondern um echte Schubflächen handelt. Im Falle einer „Volltroggleitung“ im Sinne von E. HAARMANN müßten sie ja umgekehrt eine von SO gegen NW abfallende Neigung besitzen.

Der Antrieb für die Bildung und Befahrung dieser Steigbahnen kann mit Wahrscheinlichkeit in Bewegungen der großen Masse des Rheinischen Schiefergebirges gesucht werden. Heute liegt diese alte Schichtmasse wesent-

lich höher als das benachbarte, weit jüngere Kohlenbecken und trägt außerdem eine sehr tiefgreifende Abtragungsfläche zur Schau.

Es grenzt mit einer steilgestellten Schubfläche (Ennepe-Störung) unmittelbar an das Kohlenbecken.

Möglicherweise war die Fläche der Ennepe-Störung früher auch flacher geneigt und wurde erst später aufgesteilt. Das würde dafür sprechen, daß das Rheinische Schiefergebirge gegen das Kohlenbecken vorgeschoben, vielleicht sogar aufgeschoben wurde.

Nimmt man zugleich auf die spitzwinkelige Faltung des Oberkarbons Bedacht, welche ja keine Beteiligung tieferer Schichten an seinem Faltenzuge zuläßt, so gelangt man zu dem Bewegungsbild von Fig. 12. Danach wäre das Kohlenbecken, wenigstens in seinen südlicheren Abschnitten, als eine „Abscherungsdecke“ zu bezeichnen. Dies setzt voraus, daß sich die Ennepe-Störung gegen die Tiefe zu entweder wesentlich verflacht oder noch eine zweite tiefere und flache Schubbahn vorhanden ist, welche das eng gefaltete Oberkarbon vom tieferen und andersartig gefalteten Untergrunde trennt.

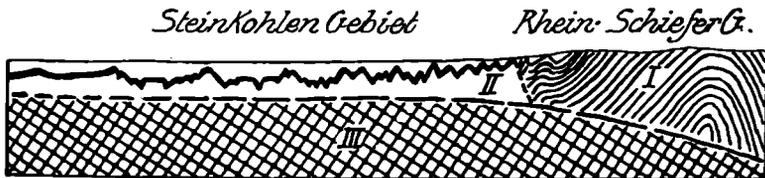


Fig. 12: Auffassung des Kohlengebietes als „Abscherungsdecke“ durch eine Zerlegung in drei verschiedene Wirkmassen.

- I = aktive Schubmasse des Rhein. Schiefergebirges.
- II = passive Abscherungsdecke des Kohlengebietes.
- III = unterhalb der trennenden Schubbahn ein anders gebauter Untergrund.

Es ist nun zu untersuchen, ob sich aus dieser Mechanik eine brauchbare Erklärung für die Ausschaltung und Faltung der flach angelegten Schubbahnen gewinnen läßt. Die erste Anlage der schrägen Schubflächen deutet auf einen Schub, welcher schräg von unten gegen oben zu wirksam war. Die nachfolgende Zerknitterung dieser Flächen legt uns nahe, daß der Weiterschub in horizontaler Richtung einsetzte.

Es ist also wahrscheinlich, daß die ersten Anschläge schräg aus der Tiefe wirkten und später der Angriff aus höherer Lage horizontal vor sich ging. Das wäre mit Vorschub und Hebung der Riesenmasse des Rheinischen Schiefergebirges anscheinend gut verknüpfbar.

Man könnte sich z. B. die Vorstellung bilden, daß den flach ansteigenden Schubflächen der Höhe eine schräge Schuppenbildung im tiefen Untergrunde entspricht. Es ist wahrscheinlich, daß diese Aufschuppung, wie Fig. 11 im Schema andeutet, unter den mittleren Teilen des Kohlenbeckens begann und dort dann gegen S weitere Flächen sich einschalteten. Das Aufdringen jeder einzelnen Schuppe des Untergrundes rief in der Deckschichtung eine schräge Überschiebung hervor. So kam eine Reihe von dachziegelartig sich übergreifenden Teilschubmassen zustande.

Inzwischen muß das Rheinische Schiefergebirge entsprechend höher gestiegen sein, so daß endlich sein Schub nunmehr die Gesamtmasse der

Teilschubkörper gleichzeitig zu erfassen und horizontal zu verschieben vermochte.

Mit diesem Gesamtschub ist dann anscheinend die vorzüglich horizontal arbeitende Großtektonik zum Abschluß gekommen. Die Vertikaltektonik hat ihre Tätigkeiten wesentlich länger mit einem Spiel von Hebungen und Senkungen fortgesetzt.

Bei der Betrachtung der Quer- und Längsschnitte des Niederrheinisch-Westfälischen Kohlengebietes wirkt auch der obere Abschluß durch die wunderbar flache Transgression der Kreideschichten sehr eindrucksvoll, welche in voller Schärfe die gefalteten Schichten des Oberkarbons abzuschneiden und durch so lange Zeiten dies Bauverhältnis festzuhalten vermochte. Die Transgression des Kreidemeeres ist aber nicht die einzige dieses Gebietes. Vielmehr liegen schon die Sedimente des Zechsteinmeeres und die ganze Triastafel mit flacher Neigung auf dem nördlichen Anteil unseres Kohlengebietes.

Wir haben also in N zwei große Transgressionen übereinander, im südlichen Teil noch jene der Kreide und im Rheinischen Schiefergebirge eine wellige Einebnungsfläche der Verwitterung. Der erste Eindruck, den man erhält, ist, daß hier, nach dem abgeschnittenen lebhaft wogenden Faltenbau des Oberkarbons zu schließen, ein altes Gebirge zerstört und zur Hälfte vollkommen eingeebnet wurde.

Sieht man aber genauer zu, so muß man jedenfalls diesen Eindruck einer starken Einschränkung unterwerfen, weil hier wohl nie ein hochragendes Gebirge aus Kohlschichten bestanden haben dürfte. Die Ausführung der beiden, nur durch einen kleinen Neigungswinkel getrennten Abtragungsebenen ist nach den Profilen so glatt und sauber gemacht, daß wohl nur eine marine Abtragung dies zu leisten vermag.

Landabtragung durch Verwitterung und Erosion würde keinesfalls diese Glätte erreichen können und außerdem Massen von größerem Verwitterungsschutt in einzelnen Furchen hinterlassen haben.

Bei den Meerestransgressionen ist der ebene Schnitt der Abtragung ebenso verbürgt wie die feinere Vermahlung und das Wegräumen des Schuttes. Bei der Niederlegung eines Gebirges durch Verwitterung und Erosion ist weder eine derartige Ebenheit der Endfläche, noch eine so feine und gleichmäßige Aufbereitung des Abfalles oder eine so gründliche Wegführung desselben zu erreichen.

Wenn man die Alpen zum Vergleich heranzieht, so braucht man sich nur an die ungeheuren Sand- und Schlammassen des Flysches, die riesenhaften Schotterkegel der Molasse, die Schotterplatten und Moränenmassen der Eiszeiten zu erinnern, um zu begreifen, wie die Kräfte der Erosion unzulänglich sind, den groben Schutt eines Hochgebirges weiter aus demselben hinauszutragen.

Von der Abtragung eines Hochgebirges aus Oberkarbon-Schichten sind jedenfalls so gut wie keine dazugehörige Schuttmassen zu finden.

Die Schwierigkeit des Fehlens der Grobschuttstreuung fällt gleich weg, wenn man von dem Bestande eines solchen Hochgebirges absieht.

Wir sind im Zuge unserer Überlegungen dazu geführt worden, die Bildung der einzelnen Kohlenmulden vor allem als Senkungserscheinung aufzufassen. Das würde bedeuten, daß die Hauptmasse des Baustoffes für die Füllung der allgemach tief einsinkenden Mulden verwendet wurde, wo-

gegen kein angemessenes Ansteigen der Sättel zustande kam. Mit anderen Worten, wir haben hier eine Faltung auf sinkendem Grunde vor uns, wo dem Sinkwert der Mulden kein gleicher Steigwert der Sättel entspricht.

Fig. 13 bringt im Schema diese Bauanlage zur Darstellung, in welcher die Ebene der vollendeten Auffüllung des Schichtentroges als Maß für Hebung und Senkung dient. Als Extremfall könnte ein ganzes Faltengebirge so gesenkt und eingeschüttet werden, daß es endlich völlig unter einer Schuttelebene versteckt sein würde.

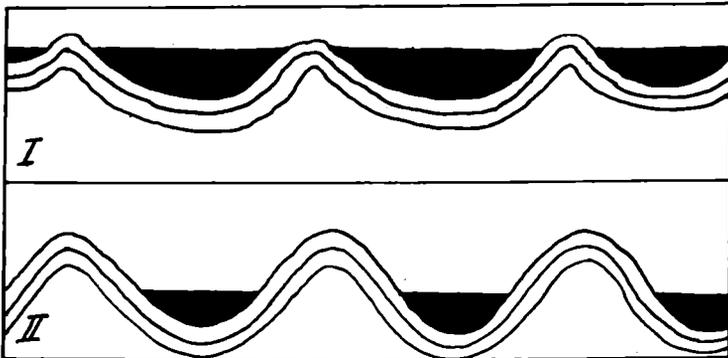


Fig. 13: Schema I. Der Ausbau der Mulden ist viel großräumiger als jener der trennenden und verkümmerten Sättel.
 Schema II. Mulden und Sättel haben ungefähr dieselben Größen. Die Verhältnisse von I deuten auf eine Senkung des ganzen Faltraumes hin, wogegen in II die Senkwerte der Mulden den Steigwerten der Sättel entsprechen.

Es scheint mir wahrscheinlicher, daß entlang der Grenze gegen das Rheinische Schiefergebirge die Auffaltung der Kohlschichten schon eine bescheidene Höhe erreicht haben dürfte. Möglicherweise war das Rheinische Schiefergebirge jener Zeit zur selben oder noch größeren Höhe aufgestaut. Im Laufe langer Zeiten hat das letztere aber jedenfalls der Abtragung etwas besser widerstanden und vermochte so, eine höhere Stellung zu behaupten.

Zusammenfassend sind wir bei unserer Betrachtung des Bewegungsbildes der Niederrheinisch-Westfälischen Kohlenmulde auf folgende Eigenarten dieses Gebietes aufmerksam geworden. Dabei ist dem Verfasser voll bewußt, daß es sich hier um eine kleine Auslese aus zahlreichen Problemen handelt.

Schon während der Aufschüttung dieses riesigen Sand- und Schlammbeckens bildeten sich Einsenkungen heraus, welche nach ihrer regelmäßigen Streichrichtung von SW gegen NO die Einspannung in ein großzügiges Druckfeld verraten. Diese Senkungsreihen bildeten sich allgemach zu tieferen Mulden aus, in denen jeweils von beiden Seiten her ziemlich symmetrische Gleitungen zur Auslösung gelangten. Seitlicher Druck und Gleitbewegungen liefen hier mit der Aufschüttung in den sinkenden Mulden Hand in Hand. Daher nimmt der Umfang der abgelagerten Schichten von oben gegen unten in den einzelnen Mulden sehr stark zu, was zuerst von H. BÖTTCHER richtig erkannt und vertreten wurde.

An der Gleichzeitigkeit von Sedimentation und Faltung ist also nicht zu zweifeln.

Mit Hilfe von zweiseitigen Untergleitungen ist auch die auffallende Symmetrie der Muldenfaltungen und ihre scharfe Zuspitzung besser verständlich.

In dieser ersten Periode hatten die Senkungsvorgänge offenbar die Vormacht gegenüber dem wohl nicht fehlenden seitlichen Schub. Erst nach der Muldenfüllung begann stärkerer Schub von SO her wirksam zu werden. Er preßte die Einzelmulden enger zusammen und schob sie endlich sogar aufeinander hinauf. Diese Überschiebungen gingen zunächst auf flachen, schräg von SO gegen NW aufsteigenden Schubflächen vor sich. Später gerieten diese Überschiebungen ins Stocken und die vordringende Schubmacht faltete Schichten und Schubflächen nun gemeinsam weiter.

Wahrscheinlich wurde diese letzte Zusammenschiebung durch den Vormarsch der inzwischen aufgestiegenen Masse des Rheinischen Schiefergebirges erzwungen. Die Abnahme der Faltwerte von NW gegen SO wurde als Richtungszeichen des Schubes gedeutet im Sinne eines Abklingens der Schubwirkung. Zugleich hebt sich gegen SO zu die Faltung des Oberkarbons mehr heraus. Die erste Anlage der Schubflächen weist auf einen Anschub von unten schräg gegen oben, die Zerknitterung dieser Bahnen dagegen auf einen horizontalen Weiterschub hin.

Beide Erscheinungen sind mit einem ruckweisen Vordringen und später mit einem Ansteigen des Rheinischen Schiefergebirges verbindbar.

Das Vorrücken dieser Riesenmasse gegen die Kohlenmulden brachte nicht nur ihre Engfaltung zustande, sondern trennte auch diese Faltenzone als eine „Abscherungsdecke“ von ihrem tieferen Untergrunde, wenigstens im südlichen Abschnitte, ab. Damit scheint die Tätigkeit der Horizontaltektonik erloschen zu sein, wogegen jene der Vertikaltektonik viel länger anhielt.

Eine ihrer auffallendsten Wirkungen bestand in dem Aufreißen von Querverwerfungen, welche sich als jünger gegenüber der Faltung herausgestellt haben. Es ist wahrscheinlich, daß die schräg gegeneinander einfallenden Verwerfungen, welche die Gräben einsäumen, in der Tiefe in Steilstellungen übergehen. Nur so ist ihre vertikale Beweglichkeit möglich, die uns Hinweise auf tiefer liegende Strömungen und Materialabwanderungen liefert.

Zur Morphologie wäre zu sagen, daß durch Meerestransgressionen zwei nahezu ebene Abtragungsschnitte angelegt wurden, von denen der ältere bereits schon vom Zechsteinmeere, der jüngere vom Kreidemeer mit Sedimenten eingedeckt wurde.

Zur Herstellung von so ebenen und glatten Schneidflächen sind Meerestransgressionen einer Landabtragung durch Verwitterung und Erosion bei weitem überlegen. Dieselbe Überlegenheit betrifft auch die Wegräumung des Schuttes. Die Landabtragung kommt im besten Fall nicht über die Herstellung flacher Einrundungen hinaus. Die Annahme, daß die unterirdischen Steilfalten des Oberkarbons oberirdisch in einem Hochgebirge ihren Abschluß fanden, erscheint wenig wahrscheinlich.

Wir haben es hier mit einer Faltung auf sinkendem Grunde zu tun, wo die Bauwerke der Mulden jene der Sättel bei weitem übertrafen.

Auch fehlen hier die jungen Heraushebungen des Faltenkörpers, welche die Alpen erst zum wirklichen Hochgebirge gemacht haben.

(Urschrift eingegangen am 9. 4. 1942.)