

OPPENHEIM, P., Über die Fauna des Monte Promina in Dalmatien und das Auftreten von Oligocän in Macedonien. — Zbl. Min., Geol., Pal. 1902, S. 266—281. Stuttgart, 1902.

QUITZOW, H. W., Der Deckenbau des Kalabrischen Massivs und seiner Randgebiete. — Abh. Ges. Wiss. Göttingen, math.-phys. Kl. III, 13, S. 63—179. Berlin, 1935.

QUITZOW, H. W., Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen im norddalmatinischen Alttertiär. — Jb. Reichsst. Bodenforsch., 62, f. 1941.

SCHUBERT, R. J., Das Verbreitungsgebiet der Promina-Schichten im Kartenblatte Novigrad—Benkovac (Norddalmatien). — Jb. geol. Reichsanst., 54, S. 461—510. Wien, 1905. — [1905 a.]

SCHUBERT, R. J., Zur Stratigraphie des istrisch-norddalmatinischen Mittelcozäns. — Jb. geol. Reichsanst., 55, S. 153—188. Wien, 1905. — [1905 b.]

SERVICE GÉOLOGIQUE DE L'ALGÉRIE. Carte géologique détaillée, 1:50.000. Feuille Arba (42), Smendou (52), La Mahouna (76).

STACHE, G., Die Liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte. — Abh. geol. Reichsanst., 13, S. 1—170. Wien, 1889.

STEFANI, C. DE, Viaggio nella penisola balcanica. — Boll. soc. geol. ital., 14, S. 283—284. Rom, 1895.

STEFANI, C. DE, Géotectonique des deux versants de l'Adriatique. — Ann. Soc. géol. de Belgique, 33, Mém., S. 193—278. Lüttich, 1905—06.

STEFANO, G. DI. & CORTESE, E., Guida geologica dei dintorni di Taormina. — Boll. soc. geol. ital., 10, S. 197—246. Rom, 1891.

STEGL, K., Die Mineralkohlen Österreichs, Abschnitt Dalmatien. — In „Die Mineralkohlen Österreichs“, herausgeg. vom Komitee des Allg. Bergmannstages Wien 1903, S. 186—198. Wien, 1903.

STILLE, H., Grundfragen der vergleichenden Tektonik. Berlin, 1924.

Die Entstehung der Stauchmoränen am Niederrhein und ihre Bedeutung für die Kenntnis des tieferen Untergrundes

Von A. ZÖLLER, Berlin

(Mit 3 Abbildungen.)

Auf der linken Rheinseite liegen zwischen Krefeld und Nymwegen auf einem 56 Kilometer langen Zug kuppen-, rücken- und plateauartige Erhebungen. Sie sind 30 bis 80 m hoch und überragen die Niederterrasse um 5 bis 55 m. Weil sie sich inselartig aus dieser ebenen Fläche erheben, hat man sie „Inselberge“ genannt.

Die Erhebungen bestehen aus Kies und Sand der Rheinhauptterrasse, denen eine Tonbank, der „Inselbergton“, eingeschaltet ist.

Das Bemerkenswerte der Inselberge ist die Tatsache, daß ihre Schichten die söhliche Lage meist verloren haben und zu Sätteln und Mulden gestaucht worden sind.

Die Inselberge liegen innerhalb und nicht fern der südlichen Grenze der norddeutschen Vereisung. Es gibt über sie eine umfangreiche Literatur, in der nie bestritten wird, daß ihre Entstehung mit der Eisüberdeckung zusammenhängt und daß sie zu den im Glazialdiluvium weit verbreiteten Stauchmoränen gehören, worunter in dieser Arbeit nur solche Erhebungen verstanden werden, die durch Stauchung der Schichten im Untergrund des Eises, also in der von nordischen Geschieben freien, präglazialen Rheinhauptterrasse, entstanden sind.

Über das Alter der Stauchmoränen herrscht nach der langjährigen Aufnahme der Geologischen Landesanstalt am Niederrhein Klarheit. Sie gehören zur zweiten Vereisung, zur Saalceiszeit. Das reichsdeutsche Niederrheingebiet ist nur einmal, und zwar nach der Bildung der Älteren Mittelterrasse vereist gewesen. Dagegen ist die Auffassung über die Entstehung der Stauchmoränen geteilt. Die einen, und dazu gehören FLIEGEL (1909), KRAUSE (1909) und KEILHACK (1915), verlegen ihre Entstehung in die Zeit des abschmelzenden Gletschers. Sie glauben, das Eis habe bei einer Stillstandslage durch Schub und Druck den Untergrund aufgestaucht, und halten daher die Inselberge für gestauchte Endmoränen. Die anderen, darunter STEFGER (1913) und WILDSCHREY (1924), sehen im vorrückenden Gletscher die Entstehungsursache. Er soll am linksseitigen Gehänge des Rheintals auf Widerstand gestoßen und dessen Schichten durch seinen Schub zusammengestaucht haben.

Keine dieser beiden Anschauungen ist befriedigend. Führt man die Bildung der Stauchmoränen auf den Druck des Eises bei einer Stillstandslage zurück, so müßten mit ihnen auch endmoränenartige Aufschüttungen verbunden sein, die am linken Niederrhein aber fehlen. Auch Gründe mechanischer Art sprechen gegen eine solche Entstehung. Angenommen, das abschmelzende Eis habe an seinem Rand noch einen Steilhang von 50 m Höhe besessen, so entspräche dies einem Druck von 50 t auf 1 m² seiner Unterlage. Es ist nicht denkbar, daß dieser Druck genügt, um eine bis 30 m mächtige Kiesschicht wulstartig vor sich aufzupressen und noch dazu in Sättel und Mulden zu falten. Man bedenke, daß mächtige Bauwerke, wie der Kölner Dom, die Pfeiler langer Rheinbrücken, hohe Schornsteine und Hochöfen im Kies der Rheinterrassen ein sicheres Fundament haben.

Die zweite Anschauung, nach der das vorrückende Eis am linken Abhang des Rheintals einen Widerstand gefunden und dessen Schichten gestaucht haben soll, erscheint zunächst glaubhafter. Ihre Verfechter gehen von der richtigen Vorstellung aus, daß beim Vorrücken des Eises schon ein tieferes, in die Hauptterrasse eingesenktes Bett des Rheins bestanden habe. Auch ihre Behauptung, daß nur die Schichten am linken, dem vorrückenden Eis zugekehrten Rheintalabhang gestaucht seien, findet Zustimmung. Aber diese Tatsache kann nicht als beweiskräftig angesehen werden, da auch auf der linken Talseite ungestauchte Schichten vorkommen. So ist von dem großen Plateau der „Leuchte“ (Blatt Rheinberg), dessen Ostkante den linken Abhang des Rheintals bildet, nur der südliche Zipfel gestaucht. Ebenso besteht der Egelsberg (Blatt Krefeld) aus sölilig gelagerten Schichten, während sie am Hülserberg, 4 Kilometer weiter westlich, gestaucht sind.

Alle bisherigen Erörterungen über Stauchmoränen gingen davon aus, daß die einzige Ursache ihrer Entstehung in Wirkungen des Inlandeises zu suchen sei. Verfasser ist auf Grund der geologischen Spezialaufnahme am Niederrhein, an der er beteiligt war, zu anderer Anschauung gekommen.

Die Grundlage seiner Untersuchung bildet die geologische Karte des Meßtischblatts Mors (1929), einerseits, weil auf ihrem Gebiete Stauchmoränen in ausgezeichneter Weise aufgeschlossen sind, andererseits, weil die Bearbeiter E. ZIMMERMANN & P. G. KRAUSE in klarer Weise die Geo-

rhein. Bohrungen und Grubenaufschlüsse der Zeche Friedrich Heinrich bei Lintfort haben nun nachgewiesen, daß der Gebirgssstreifen, auf dem die Inselberge liegen, im E und W von Sprüngen gleichen Streichens begrenzt wird. Es ist der in der Tektonik dieses Kohlenreviers bekannte Eyllsche Graben.

Nach einem Zusammenhang dieser Tektonik mit der Entstehung der Stauchmoränen zu suchen, lag daher nicht fern. Er wäre dann anzunehmen, wenn in der Entstehungszeit der Stauchmoränen, also im Diluvium, noch tektonische Bewegungen stattgefunden hätten. Das muß aber als sicher gelten. Nach WUNSTORF & FLIEGEL (1910) ist noch die Mittelterrasse von ihnen betroffen worden, und Erdbeben deuten darauf hin, daß der niederrheinische Boden auch heute noch nicht zur Ruhe gekommen ist. Auch QUIRING (1926) und ZIMMERMANN (1928) haben sich eingehend mit jungen Bodenbewegungen am Niederrhein beschäftigt.

Der Einwand, daß es aussichtslos sei, einen karbonischen Graben mit Erhebungen an der Erdoberfläche der Entstehung nach in Zusammenhang zu bringen, kann leicht widerlegt werden, weil es bekannt ist, daß Verwerfungen ihr Einfallen in den Perioden die Erdgeschichte gewechselt haben. Gerade auf den NNW-Sprüngen haben am Niederrhein in nachkarbonischer Zeit Schaukelbewegungen stattgefunden (FLIEGEL 1922). Für den Eyllschen Graben haben wir aber auch durch Bohrungen den unmittelbaren Beweis einer Hebung in nachtertiärer Zeit.

Nach den Bohrverzeichnissen in den Erläuterungen zu Blatt Mörs lag die Oberkante des Tertiärs (Abb. 1):

Im Eyllschen Graben	Östlich des Eyllschen Grabens
+ 17 m NN	— 3 m NN
+ 21 m	— 4 m
	— 5 m
	— 3 m
	— 1 m

Demnach liegt die Oberkante des Tertiärs im Durchschnitt innerhalb der Grabenscholle 23 m höher als östlich von ihr.

Westlich des Grabens ist nur das Ergebnis einer Bohrung bekannt mit einer Lage der Tertiäroberkante bei + 2 m NN.

Nach S zu senkt sich die Oberkante des Tertiärs schnell und liegt 2½ Kilometer südlich des Gulixbergs bei ± 0 m NN. Wie der junge Horst findet auch der karbonische Graben in dieser Richtung bald sein Ende.

Wir können uns nun, wenn wir die Gewißheit vom Aufsteigen der Eyllschen Grabenscholle in diluvialer Zeit haben, folgende Vorstellung von der Entstehung der Stauchmoränen, die auf ihr liegen, machen (Abb. 2).

Während das Inlandeis das Niederrheingebiet bedeckte, stieg die Eyllsche Grabenscholle empor, es bildete sich unter der Eisdecke ein Horst. Er bot dem vorrückenden Gletscher ein Hindernis, das er nicht durch Ausweichen nach oben überwinden konnte, weil der Druck der Eislast an seiner Sohle zu groß war. Der Gletscher mußte daher durch seine Schubkraft auf die emporsteigende Schollenwand drücken und sie zu

flachen, später steilen und schließlich überkippten Sätteln und Mulden zusammenstauchen.

Ein Umstand darf nicht übersehen werden, ohne den die Faltung der Kiesschichten kaum möglich gewesen wäre, das ist der gefrorene Boden unter der Eisdecke. Eine Faltung der Kiesschichten, wie sie Abb. 3

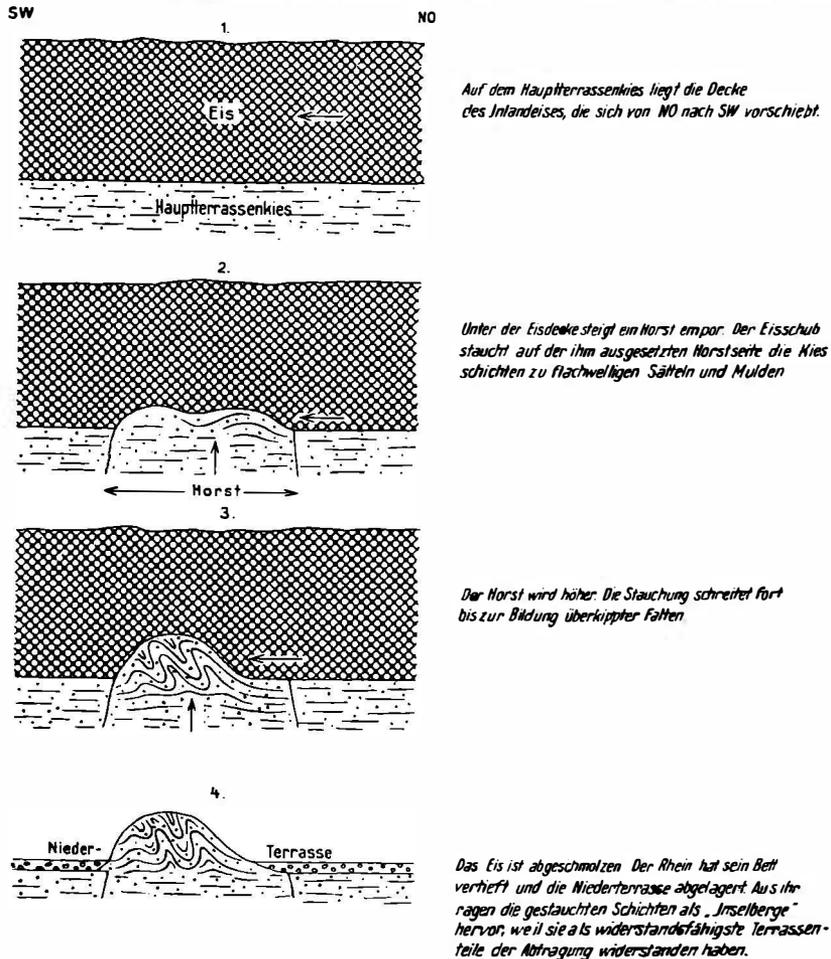


Abb. 2.

Schematische Darstellung der Entstehung von Stauchmoränen am linken Niederrhein.

zeigt, in lockerem Zustand unter Erhaltung ihrer Schichtung ist schwer denkbar. Das Eis hätte die lockeren Massen durchknetet, abgetragen und in der Grundmoräne weiter geschleppt. Die Tiefe des gefrorenen Bodens reicht in Sibirien nach WOLDSTEDT (1929) noch heute bis zu 70 m und wird in diluvialer Zeit nicht geringer gewesen sein.

Die Faltung mußte ihr Ende erreichen, als die Scholle sich soweit

gehoben hatte, daß die Grenze des gefrorenen zum frostfreien Boden der Scholle mit der Eissohle in gleicher Höhe lag. Der Widerstand des Horstes gegen den Eisschub wurde dann schwächer, und es konnte zur Abscherung der gefalteten Massen an dieser Grenze kommen, die als im Eis schwimmende Schollen weitergeschleppt wurden. Wenn keine Abscherung stattfand, blieb der Eisschub auf die emporsteigende Schollenwand während der ganzen Dauer des vorrückenden Eises wirksam. Nur aus dieser über lange Zeiträume wirkenden Kraft erklärt sich die außerordentliche Arbeitsleistung, die zur Stauchung der Kiesschichten nötig war.



Abb. 3.

Gestauchte, nach Osten einfallende Kiesschichten der Hauptterrasse nahe dem Wirtshaus am Süden der „Leuchte“. Die Grubenwand ist 8 m hoch.

Nach dem Abschmelzen des Eises ist die Form der Stauchmoräne durch Abtragung verändert worden. Sie wird ursprünglich lange Rücken gebildet haben, wie uns ein solcher noch im Schaaphuysener Bergzug (Blatt Nieukerk) erhalten geblieben ist. In der Stauchmoräne des Eyllschen Grabens jedoch ist dieser Rücken zu einer Kette von Hügeln zerschnitten worden, um die sich die Niederterrasse ausgebreitet hat, aus der sie jetzt als Inselberge emporragen, ebenso wie der Kamper- und Niersenberg (Blatt Rheinberg) weiter nördlich und der Achterberg (Blatt Mörs) und der Hülserberg (Blatt Krefeld) im S.

Die Stauchmoränen des Eyllschen Grabens südwestlich Lintfort sind hier als Beispiel zur Erklärung ihrer Entstehung herangezogen worden, weil ihr Untergrund so vollständig wie hier sonst nirgends am Niederrhein aufgeschlossen ist. Es braucht jedoch nicht, wie dort, ein aufsteigender Horst die Entstehungsursache zu bilden. Eine Stauchmoräne

kann sich vielmehr, wie aus dem Gesagten verständlich ist, auch am einzelnen Sprung bilden, der, unter der Eisdecke entstehend, dem Schub des vorrückenden Eises seine aufsteigende Wand zukehrt, deren Schichten dann gestaucht werden.

Es wurde oben gesagt, daß von der Hochfläche der „Leuchte“ (Blatt Rheinberg) nur die Kiesschichten am Südzipfel gestaucht seien und daß ferner der Egelsberg nur Kiesschichten in söhliger Lagerung zeige. Das wird nach der hier dargelegten Auffassung verständlich, wenn man annimmt, daß der Untergrund der „Leuchte“ während der Eisbedeckung nur am Südzipfel und der des Egelsbergs überhaupt nicht von Störungen betroffen worden ist.

Wer der Ansicht zustimmt, daß die Stauchmoränen am linken Niederrhein ihrer Entstehung nach an junge Störungen gebunden sind, wird darin einen Weg zur Aufklärung über die Tektonik des tieferen Untergrundes in diesem Gebiet erkennen.

Aus dem Auftreten von Stauchmoränen schließt man zunächst auf Störungen im Untergrund und aus der Erstreckung der Stauchmoränen auf das Streichen dieser Störungen.

Häufig wird es möglich sein, noch weitergehende Aufschlüsse zu erhalten, wenn man sich vor Augen hält, daß mit der Bildung von Stauchmoränen Erhebungen des tertiären Untergrundes verbunden gewesen sind. Als Beispiel sei angenommen, der Untergrund der Stauchmoränen-Hügelkette südwestlich Lintfort sei unbekannt. Nach dem Verlauf der Hügelkette würde man zunächst auf nordnordwestlich streichende Störungen schließen. Flachbohrungen würden dann ergeben, daß die Oberkaute des Tertiärs innerhalb der Hügelkette höher liegt wie außerhalb, was zur Annahme eines jungen Horstes führt. Es ist nun bekannt, daß der Verlauf junger Störungen durch alte vorgezeichnet ist und daß daher, wo diluviale Störungen auftreten, auch solche im Steinkohlengebirge zu erwarten sind. Dagegen fehlen noch Erfahrungen, ob die Umkehrung der Bewegungsrichtung karbonischer Störungen in diluvialer Zeit, wie es im Fyllschen Graben der Fall ist, als gesetzmäßig anzusehen ist, ob also ein karbonischer Graben beim Wiederaufleben der Bodenbewegung in diluvialer Zeit stets zu einem Horst wird.

Aber schon die Kenntnis über das Streichen von Störungen kann bei der Wahl des Ansatzpunktes für Bohrungen und Schächte und bei der Aufstellung des Betriebsplans dem Bergbau von Nutzen sein.

Junge Bodenbewegungen deuten auch auf Gefahren hin, denen der Bergbau durch plötzliches Auftreten von Schlagwettern und durch Bergschläge ausgesetzt ist.

Ergebnis

1. Die Stauchmoränen am linken Niederrhein sind während der Saaleeiszeit entstanden durch den Schub des Inlandgletschers gegen eine unter der Eisdecke an einer Verwerfung aufsteigende gefrorene Gebirgswand, wodurch deren Kiesschichten zu Sätteln und Mulden gestaucht wurden.
2. Diese Faltung hat die Schichten nur bis zu einer Tiefe betroffen, in der sie gefroren waren.
3. Die Lage der Stauchmoränen ermöglicht Schlüsse auf die Tektonik des Untergrundes, die für den Bergbau wertvoll sind.

Verzeichnis der Schriften und Karten**1. Schriften**

- FLIEGEL, G.: Rheindiluvium und Inlandeis. — Verh. Naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. **66**, S. 327—342. Bonn 1909.
- KRAUSE, P. G.: Über einen fossilführenden Horizont im Hauptterrassendiluvium des Niederrheins. — Jb. Preuß. Geol. Landes-Anst. **30**, II für 1909, S. 91—108.
- WUNSTORF, W. & FLIEGEL, G.: Die Geologie des niederrheinischen Tieflandes. — Abh. Preuß. Geol. Landes-Anst. N. F., **67**, Berlin 1910.
- STEEGER, A.: Der geologische Bau und die Entstehung des Hülserbergs. — Mitt. Naturw. Museums Krefeld 1913.
- KEILHACK, K.: Das glaziale Diluvium der mittleren Niederlande. — Jb. Preuß. Geol. Landes-Anst. **36**, I. für 1915, S. 458—497.
- FLIEGEL, G.: Der Untergrund der Niederrheinischen Bucht. — Abh. Preuß. Geol. Landes-Anst. N. F., **92**, Berlin 1922.
- STEEGER, A.: Das glaziale Diluvium des Niederrheinischen Tieflandes. — Ber. über die Versammlung d. Niederrhein. geol. Ver. 1923. Bonn 1924.
- WILDSCHIREY, ED.: Das niederrheinische Diluvium. — S.-B. naturh. Ver. Rheinl. u. Westf. 1924, S. 45—68. Bonn 1925.
- QUIRING, H.: Die Schrägstellung der westdeutschen Großscholle im Känozoikum in ihren tektonischen und vulkanischen Auswirkungen. Mit dem Versuch einer Terrassenchronologie des Rheins. — Jb. Preuß. Geol. Landes-Anst. **47** für 1926, S. 486—558.
- ZIMMERMANN, E.: Alluviale Senkungen am Niederrhein, abgeleitet aus der Verbreitung der Flachmoore. — Jb. Preuß. Geol. Landes-Anst. **49**, I. für 1928, S. 279—303.
- WOLDSTEDT, P.: Das Eiszeitalter. — Stuttgart 1929.

2. Karten**Geologische Spezialaufnahme von Preußen 1:25.000**

- Bl. Krefeld, aufgenommen von W. HÖPPNER & P. G. KRAUSE, erläutert von E. ZIMMERMANN, mit Beiträgen von K. GAGEL & W. HÖPPNER, Berlin 1929.
- Bl. Mörs, aufgenommen von E. ZIMMERMANN & P. G. KRAUSE, erläutert von E. ZIMMERMANN, Berlin 1929.
- Bl. Nieukerk, aufgenommen von E. ZIMMERMANN, erläutert von E. ZIMMERMANN, mit einem Beitrag von G. GÖRZ, Berlin 1937.
- Bl. Rheinberg, aufgenommen von F. BEHRENDT & A. ZÖLLER, mit Beiträgen von K. IHNEN, F. BEHRENDT & W. WUNSTORF, Berlin 1939.

Pliozäne Basalte im Westerwald

VON WILHELM AHRENS, Berlin

Das geologische Alter von Ergußgesteinen ist im allgemeinen nur an ihrem Verhältnis zum sedimentären Nebengestein zu erkennen. Sind in dieser sedimentären Folge große Lücken, so ist auch die Einstufung der Ergußgesteine nur in einem sehr weiten Rahmen möglich. Dies gilt in besonderem Maße für den Westerwald.

Die Hauptmasse seiner Basalte — von den wenigen, vielfach noch problematischen Altbasalten können wir absehen — ist jünger als der über den ganzen Westerwald verbreitete Tuffit, höchstens gleichaltrig mit ihm; denn der Basalt überlagert den Tuffit oder ist in ihm eingedrungen.

Der Tuffit enthält neben unreinen Tönen vielfach organogene Gesteine, vor allem Braunkohlenflöze, außerdem Dysodil, Kieselgurbänkchen usw.