©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Diskussionsteilnehmer: Prof. Kober, Dr. Czermak, Dr. Beck-Mannagetta.

Walter E. Petrascheck, Leoben, Inkohlung, seismische Wellen und Faltungsdruck.

Auf zweierlei Weise ist bisher versucht worden, eine Vorstellung von der Größe der gebirgsbildenden Kraft zu gewinnen. Die eine Gruppe der Überlegungen ging von den Druckkräften aus, die im Experiment notwendig sind, um Gesteine plastisch zu verformen. Nach den Versuchen von Th. von Kármáns waren die Probekörper aus Marmor gleichzeitig einem allseitigen und einem gerichteten Druck ausgesetzt und dieser letztere betrug — in Abhängigkeit vom ersteren — bis zum Eintreten des Gesteinsfließens 2000—4000 at. Der Einwand gegen die Übertragung dieser Ergebnisse auf die Natur liegt im Faktor Zeit, da die Materialkonstanten bekanntlich stark abhängig von der Deformationsgeschwindigkeit sind.

Bei der zweiten Grupppe von Überlegungen wurde irgendein Abschnitt der Erdkruste als Gewölbesegment oder als gebogene Platte betrachtet und unter ziemlich willkürlicher Annahme von Plattenmächtigkeit und Elastizitätskonstanten wurden Tangentialdrucke berechnet, die bis in die Millionen von Atmosphären gingen. Am besten begründet sind die Berechnungen von S. Kienow, der von der Annahme von Platten ausging, welche in eine nachgiebige Unterlage eingebettet sind und geknickt werden; aus den gegebenen Faltendimensionen errechnete er für oberflächennahe Tektonik wie im Ruhrgebiet und Schweizer Jura Faltungskräfte von 200—1000 at.

Der Verfasser hat kürzlich einen anderen Weg versucht unter Zugrundelegung der bekannten Tatsache, daß der Gehalt an flüchtigen Bestandteilen bei Steinkohlen sowohl mit der Tiefe durch den Überlagerungsdruck, als auch mit zunehmender Flözfaltung durch den tektonischen Druck abnimmt. Die Abnahme der flüchtigen Bestandteile pro 100 m stratigraphische Tiefe, d. h. also pro 25 at Belastungsdruck, beträgt nach den Erfahrungen in verschiedenen Steinkohlenrevieren im Durchschnitt 1·4%, d. h. 1% Gasabnahme bedeutet im Mittel 18 at Druck. Dieses Maß läßt sich nun auf Flöze anwenden, welche die Änderung ihres Gasgehaltes in horizontaler Richtung dem tektonischen Druck verdanken. Bezüglich der Diskussion der dabei zu beachtenden (und durch geeignete Kohlenproben auch auszuschließenden) Fehlerquellen, wie ursprüngliche Zusammensetzung der Flöze, wechselnde primäre Überlagerung, heutige Tiefenlage der Probestellen usw., sei auf die zitierte Abhandlung des Verfassers verwiesen.

Faltung ist Knickung einer Platte, welche in ihrer Längsrichtung von einer Seite durch eine aktive Kraft beansprucht wird, während die Summe der Reibungskräfte auf der Unterlage dieser Kraft das Gleichgewicht hält. Bei dieser Sachlage ist die Druckbeanspruchung in der Nähe der Ansatzseite der aktiven Kraft am größten und nimmt von dort mit zunehmender Entfernung in der Längsrichtung der

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Platte ab; im geologischen Bild: die Faltung klingt mit zunehmender Entfernung von der Anschubseite aus.

Es hat sich nun ergeben, daß die Abnahme der flüchtigen Bestandteile bei einem und demselben Flöz in der Horizontalrichtung stärker in den stark gefalteten Gebieten ist und schwächer in den schwach gefalteten. Der aus den Kohlenanalysen unter Zugrundelegung des obigen Maßes (1% Gasabnahme = 18 at) berechnete Druckgradient pro 1000 m Horizontalabstand beträgt in den stark gefalteten westlichen Randteilen des Oberschlesischen Beckens 80—100 at, in der östlicher gelegenen und schon flacheren Ostrauer Mulde sinkt er auf 40—16 at. Im Ruhrgebiet, wo die Faltung von Süden gegen Norden ausklingt, wurde in der stark gefalteten Bochumer Mulde an der Sutanüberschiebung ein Gradient von 72 at errechnet, in der nördlichen flacheren Emscher Mulde von nur 12 at pro 1000 m.

Um die absolute Größe des Faltungsdruckes abzuschätzen, müssen wir ein Flöz von gefalteten ins ungefaltete Gebiet verfolgen, in welch letzterem seine Zusammensetzung überhaupt nicht durch Tektonik beeinflußt ist. Das Flöz Katharina enthält in der nördlichsten Mulde des Ruhrgebietes, der Lippe-Mulde, welche schon sehr flach ist, durchschnittlich etwa 36% fl. Bestandteile; geht man im gleichen querschlägigen Streifen südwärts, so enthält es am Nordflügel der Emscher-Mulde 27%, am Südflügel 25%. Der tektonisch bedingte Gasabfall beträgt also 10—12%, was für die Emscher-Mulde eine absolute Druckbeanspruchung von 180—216 at bedeuten würde. (Der Druckgradient pro 1000 m beträgt in dieser breiten Mulde nur 12 at.)

Die so errechneten Werte des Faltungsdruckes erscheinen ziemlich niedrig. Es wird auch — abgesehen von der Unzulänglichkeit des Flözanalysenmaterials, das den für eine einwandfreie Berechnung erforderlichen Bedingungen nur unvollkommen entspricht — gerne der grundsätzliche Einwand erhoben werden, daß die Kohlenreifung mit der Tiefe nicht nur auf den Belastungsdruck, sondern auch auf die Temperatur zurückzuführen sei und daß darum der verwendete Maßstab für die Umrechnung von Gasgehalt in Druck unrichtig oder unsicher sei.

Die interessanten Mitteilungen von H. Reich über die Verkürzung der seismischen Laufzeiten des Alpenvorlandtertiärs bei Annäherung an den Alpenrand, welche als eine Folge der Gesteinskompression durch den Anschub des Alpenkörpers erkannt wurde, gibt den Anlaß, das Merkmal der Gesteinsverdichtung durch Druck nach dem gleichen Gedankenprinzip, wie die Inkohlung zur Berechnung tektonischer Kräfte zu verwenden. Dieses Merkmal hat gegenüber den Kohlenanalysen den Vorteil, daß hier sicher kein Temperatureinfluß mitspielen kann, und daß die seismischen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten bessere Durchschnittswerte garantieren als Einzelproben. Der Nachteil der Methode liegt darin, daß noch viel weniger systematisch gesammelte Beobachtungen vorliegen, die für diesen Zweck auswertbar sind.

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

Vor allem muß ein Maß für die Geschwindigkeitszunahme mit der Tiefe, also mit dem Belastungsdruck gefunden werden.

B. B. Weatherby und L. Y. Faust (1935) haben die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der longitudinalen Wellen in sandigen oder schieferigen Schichten verschiedener Formationen in verschiedenen Tiefen aus zahlreichen Bohrlöchern in Amerika festgestellt und auch graphisch dargestellt. Die Geschwindigkeit wächst meist linear mit der Tiefe. (Nur beim Carbon wird die Zunahme bei großer Tiefe schwächer und auch beim Devon ist sie schwächer als bei allen jüngeren Formationen, was eben heißt, daß die Verdichtung nicht beliebig gesteigert werden kann.) Bei den fast parallelen Geschwindigkeits/Tiefenkurven von Eozän, Kreide, Perm und Carbon (letzteres bis 3000 m Tiefe) zeigt sich eine mittlere Zunahme der Wellengeschwindigkeit von 130 m/sec pro 100 m Tiefe, also pro 25 at Belastungsdruck. Ein Meter Geschwindigkeitszunahme bedeutet also bei diesen Formationen rund 0·2 at Druck.

A. L. Smith und J. H. Wilson haben die Geschwindigkeiten in normalen und in tektonisch beanspruchten Schichten in Utah verglichen. Sie fanden nach Obertagebeobachtungen: beim Dakota-Sandstein der Kreide normal 2080 m/sec, beansprucht 3000 m/sec; bei obercarbonischem Tonschiefer normal 2440 m/sec, beansprucht 3020 m/sec; bei Trias-Arkosen in einem Bohrloch normal 3050 m/sec, beansprucht in ähnlicher Tiefe 4240 m/sec. Das bedeutet für den Dakota-Sandstein eine Geschwindigkeitsdifferenz von 900 Sekundenmetern, also 180 at, für den carbonischen Schieferton 600 Sekundenmeter, also 120 at, für die Trias 1200 Sekundenmeter, also 240 at Druckbeanspruchung.

Besonders interessant sind die Feststellungen von H. Reich über die tektonisch verursachte Verkürzung der Laufzeiten bei Annäherung an den Alpenrand. Am stärksten ist diese Verkürzung dort, wo das Alpenvorland zwischen Böhmischer Masse und Alpen am schmalsten, also am meisten gepreßt ist, das ist im westlichen Niederösterreich. Dort beträgt die Laufzeit für 4 km nur 1·09 Sekunden, was einer scheinbaren Geschwindigkeit von 3650 m/sec entspricht, während die Normalweite für derartige tertiäre Sedimente der Schlierfazies bei $t = 2$ Sekunden, bzw. $v = 2000$ m/sec liegen.

Es ist also in dem engsten Querschnitt eine tektonisch bedingte Geschwindigkeitserhöhung um 1650 m/sec festzustellen. Aus den amerikanischen Untersuchungen ergibt sich, daß die Geschwindigkeitszunahme für mittel- bis jungtertiäre Sedimente pro 100 m Tiefe im Durchschnitt 70 m/sec beträgt. Daraus folgt, daß 1 Sekundenmeter Geschwindigkeitszunahme einer Belastungsdruckzunahme von 0·35 at entspricht. Die obigen 1650 m/sec bedeuten also 560 at tektonische Druckbeanspruchung im Alpenvorland bei Melk.

Im schwäbischen Teil des Alpenvorlandes im Querprofil der Iller von Memmingen nach Kempten sinkt nach H. Reich die Laufzeit

©Geol. Bundesanstalt, Wien; download unter www.geologie.ac.at

für 4 km von 1·5 sec auf 1 sec, bzw. steigt die scheinbare Geschwindigkeit von 2650 m/sec auf 4000 m/sec. Das erfolgt auf 45 km von N nach S, wobei die Geschwindigkeitszunahme über die ersten 40 km ganz linear ist. Aus dieser Zunahme von v um 1350 m/sec folgt unter Zugrundelegung des obigen Maßes zwischen Memmingen und Kempten ein Ansteigen des Faltungsdruckes um 450 at. Der Druckgradient beträgt also ca. 10 at pro 1000 m in Übereinstimmung mit der flachen Lagerung der Vorlandsmolasse. (Vgl. 12 at in der flachen Emscher-Mulde!) Nimmt man auch hier eine Geschwindigkeit von 2000 m/sec als Normalwert für tektonisch nicht beanspruchtes Tertiär, so würden die 2650 m/sec bei Memmingen eine Druckbeanspruchung von 230 at ergeben, die sich südwärts bis Kempten auf absolut 680 at erhöht.

Wir ersehen also aus diesen seismischen Werten ebenfalls einen Faltungsdruck in gebirgsaußenseitigen Zonen von einigen hundert Atmosphären, ganz in Übereinstimmung mit der Berechnung aus der Inkohlung. Auch hier wäre eine systematische Sammlung von Daten im Hinblick auf das vorliegende Problem geboten, ebenso wie die Anregung von H. Reich (1946) stärkste Beachtung verdient, aus laboratoriumsmäßig bestimmten Änderungen des Elastizitätsmoduls einerseits und jenen horizontalen Änderungen anderseits die Größe der tangentialen Kräfte zu bestimmen.

An der Wechselrede beteiligten sich die Herren Lackenschweiger, Kober, Hauser, Küpper, W. Petrascheck, Torre, Duhovnik, Rutten, Cadisch, Müller, und der Vortragende.

Wilh. Petrascheck mahnt zur Vorsicht, da die Güte der Kohle auch in engem Zusammenhange mit dem Medium steht, in dem sie sich gebildet hat. So stand das Reichenburger Flöz unter dem Einfluß von Seewasser, die Statzendorfer Kohle und auch eines im Ostrauer Revier haben ein marines Dach und besitzen gute Qualität. Auch die Beschaffenheit der Tongesteine, ob sie aus Kaolin, Montmorillonit oder Glimmer der Hauptsache nach bestehen, ist von Einfluß auf das elastische Verhalten.

Leo Waldmann, Studien über ältere Eisensteinbaue im nördlichen Waldviertel.

Unter den vorbehaltenen Mineralen spielen im Waldviertel neben Graphit die Eisenerze die wichtigste Rolle. Ihr Abbau in größerem Ausmaße erfolgte erst im vorigen Jahrhundert, und zwar vorzugsweise im nördlichen Teile. Diese Darstellung stützt sich besonders auf die Angaben von Riepl (1822), Partsch (1824), Cžjžek (1849), Lipold und Prinzinger (1851), auf die Veröffentlichungen und Bücher unserer Bergbehörden, soweit sie den Krieg überstanden haben, weiters auf die Topographien von Sommer und Wolny, auf die Zusammenfassungen von d'Elvert, Freh und auf die Berichte der Handelskammern Wien, Budweis und Brünn. Die Arbeit wurde unterstützt von den Herren Hofrat Dr. K. Lechner (N.-Ö. Landesarchiv) und o. ö. Prof. Dr. O. Kühn, wofür ich ihnen herzlich danke.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt - Sonderhefte

Jahr/Year: 1951

Band/Volume: 3

Autor(en)/Author(s): Petrascheck Walther Emil Wilhelm

Artikel/Article: Inkohlung, seismische Wellen und Faltungsdruck. 46-49