

# Versuche zur geologischen Deutung der reflexionsseismischen Messungen in der Gefalteten Molasse Bayerns

Autor(en): **Breyer, Friedrich**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **25 (1958-1959)**

Heft 68

PDF erstellt am: **23.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-189564>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## **Versuche zur geologischen Deutung der reflexionsseismischen Messungen in der Gefalteten Molasse Bayerns**

Von FRIEDRICH BREYER, Hannover \*

Die reflexionsseismischen Messungen in der Gefalteten Molasse Bayerns hatten die Annahme zur Voraussetzung, daß auch diese geologische Einheit zu den erdölhöffigen Gebieten zu zählen sei. Eine Reihe wichtiger Bedingungen für die Bildung von Erdöllagerstätten sind hier erfüllt:

1. Große Sedimentmächtigkeit, darunter bituminöse Schichten, in der Tiefe auch mächtige marine Schichten.
2. Speichergesteine. Sie sind in Gestalt von Sandsteinen vorhanden; in der helvetischen Serie kommen eventuell geeignete Kalksteine vor.
3. Fangstrukturen können erwartet werden. Ihre Lage und Beschaffenheit war mit Reflexionsseismik zu klären.

Über Anlage und Ausführung der Messungen hat bereits vor einem Jahr G. CLASEN in München auf der Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft berichtet (siehe G. CLASEN, 1958).

Die Ergebnisse der Seismik geben Aufschluß über folgende verschiedene geologische Fragen:

1. Verknüpfung und Fortsetzung von Strukturelementen nahe der Oberfläche, wo Aufschlüsse fehlen.
2. Gestalt der bekannten Strukturelemente in der Tiefe.
3. Strukturelemente unter den bekannten Mulden bis in die Nähe der variszischen resp. kristallinen Unterlage.
4. Anschluß an die ungefaltete Molasse.
5. Anschluß an das Helvetikum und den Flysch.

Die Messungen wurden hauptsächlich an zwei Stellen besonders dicht ausgeführt (Abb. 1). Die eine ist das Ostende der Murnauer Mulde mit einzelnen Ausläufern nach Westen bis an die Ammer, nach Norden bis in die ungefaltete Molasse, nach Osten bis nach Penzberg in die Penzberger Mulde und nach Süden bis in den Bereich des Helvetikums und des Flysches. Die andere ist die Gegend um Immenstadt. Hier stoßen ebenfalls verschiedene tektonische Einheiten der gefalteten Molasse aneinander. Westlich Immenstadt findet man von Süden nach Norden die Steineberg-Mulde, die Horn-Mulde, die Salmaser-Mulde sowie Hauchenberg-Mulde und Hauchenberg-Sattel. Östlich von Immenstadt liegen die Murnauer Mulde mit ihrem deutlich sichtbaren Westende, die Rottenbacher-Mulde, die aus der Vereinigung von Horn- und Salmaser-Mulde hervorgeht und die Ostfortsetzung der Hauchenberg-Mulde (siehe Abb. 1).

\* Anschrift des Autors: Dr. Ing. Friedrich Breyer, Hannover, Kettlerweg 5.

Nicht erst die seismischen Messungen haben gezeigt, daß an beiden Stellen der Bau der gefalteten Molasse komplizierter ist, als es auf den ersten Blick erscheint. Auf den Illerdurchbruch als markante tektonische Querlinie hat schon E. KRAUS frühzeitig hingewiesen. Am Ostende der Murnauer Mulde andererseits erfolgt eine auffällige Verschiebung des Südrandes der gefalteten Molasse um mehrere Kilometer nach Norden. Bereits in der Molasse-Karte im Maßstab 1 : 300 000 hat P. SCHMIDT-THOMÉ (1954) angedeutet, daß das kontinuierliche Fortstreichen der einzelnen tektonischen Elemente durchaus nicht sicher ist (siehe auch E. KRAUS, 1951, S. 256!). Penzberger Mulde im Süden und Nonnenwald-Mulde im Norden im Meridian von Penzberg lassen sich nicht parallel nach Osten hin verbinden mit der Haushamer- und der Mariensteiner-Mulde. Aber ebensowenig ist dies nach Westen der Fall, die Penzberger ist nicht identisch mit der Rottenbacher, noch viel weniger die Nonnenwald-Mulde mit der Peissenberg-Mulde. Vielmehr handelt es sich bei ihnen allen um selbständige tektonische Einheiten. Sie liegen zwar von West nach Ost in zwei Reihen, aber nur auf den ersten Blick. Einen Einblick in diese Verhältnisse vermittelt der Plan der Oberflächengeschwindigkeiten (siehe G. CLASEN, 1958, Abb. 1). Er gestattet, die Peissenberg-Mulde nach Osten weiter zu verfolgen. Der bogenförmige Nordrand, der am Peissenberg selbst kartiert werden kann, wendet sich weiter nach Südosten. Die südlich angrenzende Rottenbacher-Mulde wird gleichlaufend immer schmaler. Der eigentliche Übergang von Westen nach Osten ist in dieser Darstellung noch recht problematisch. Die Profile selber geben indessen weiteren Aufschluß. Für uns kam es hier jedoch hauptsächlich darauf an, den Anschluß an die ungefaltete Molasse zu erreichen. Dies ist mit Profil VIII geglückt (Abb. 2).

Die Oberflächengeschwindigkeiten zeigen ferner in der Nähe der Ammer eine deutliche Verdoppelung der Muldenstruktur innerhalb der Murnauer Mulde. Die Profile geben auch hier den Nachweis. An der Oberfläche ist davon nichts zu bemerken, obwohl gerade der Einschnitt der Ammer vorzügliche Aufschlüsse gewährt. Die zur Abgrenzung dieser einander ablösenden Elemente erforderlichen, die gefaltete Molasse meistens schief durchsetzenden Störungen sind an einzelnen Stellen schon lange bekannt, so z. B. bei Seeg. Sie sind nicht nur der Molasse eigentümlich, sondern gliedern auch die südlich anschließenden tektonischen Bereiche bis in das Kalkalpin hinein. M. RICHTER hat sie Ammer- und Loisach-Störungen genannt. In der gefalteten Molasse hat die Seismik das Vorherrschen der SW-NO-Richtung nachgewiesen.

Die bei weitem wichtigeren Aufschlüsse, die die Seismik vermittelt, liegen natürlich in der Tiefe. Ich möchte Ihnen zunächst an einzelnen Profilen zeigen, was die Seismik bietet, dann den Versuch wagen, die Verknüpfung mit den Aufschlüssen an der Oberfläche vorzunehmen, und schließlich zu den benachbarten tektonischen Bereichen, der ungefalteten Molasse im Norden und dem Flysch bzw. Helvetikum im Süden übergehen.

Von den seismischen Profilen, die im Ganzen mehrere 100 km Länge haben, kann ich Ihnen hier nur wenige vorführen. Ich habe diejenigen ausgewählt, die für die geologisch-tektonische Deutung am anschaulichsten sind, und zeige nun hintereinander jeweils das reine seismische Profil (abgebildet bei G. CLASEN, 1958) und danach einen Deutungsversuch, um auf diese Weise einen Eindruck von der Zuverlässigkeit der Deutung bzw. von der Tragweite dieser Aufschlüsse zu geben.

Reflexionen wurden registriert bis aus Teufen von 6 km. Man unterscheidet leicht verschiedene, offenbar zusammengehörige Gruppen, die ohne Schwierigkeit mit den Aufschlüssen an der Tagesoberfläche verbunden werden können. Die Murnauer Mulde ist leicht wiederzuerkennen. Nur ist ihre Gestalt in der Tiefe deutlich unsymmetrisch, nach Norden «vergent», im Gegensatz zu den bisherigen Profilzeich-

nungen, die sich lediglich auf die geologischen Aufschlüsse an der Oberfläche stützen konnten. Schon in geringen Teufen, ca. 500 m, finden sich flach geneigte und sogar horizontale Flächenstücke. Auch wenn man berücksichtigt, daß steilere Flächen reflexionsseismisch nur schlecht zu erfassen sind, so stehen diese gemessenen Flächen doch in keinem direkten Gegensatz zu den Tagesaufschlüssen. Ich halte es für eine Folge der tektonischen Verformung des gesamten Schichtenkomplexes, daß an der Oberfläche die steile bis senkrechte Lagerung vorherrscht und nach der Tiefe hin flachere Lagerung sich einstellt. Die Überschiebungsbahnen, an denen die jeweils südlicher gelegenen Strukturelemente über die nördlicheren geschoben sind, wurden zwar nur selten direkt als reflektierende Flächen beobachtet, sie können aber aus der Divergenz benachbarter Flächenstücke und ganzer Flächengruppen unschwer erschlossen werden. Natürlich bedeutet dies Wiedererkennen von Strukturelementen bereits eine aus anderer Kenntnis heraus gelenkte Deutung, aber ich habe mich nicht lange gesträubt, solche Deutungsmöglichkeiten anzuwenden, da ja aus der Gesamtheit der geologischen Aufschlüsse weit über den Bereich der gefalteten Molasse hinaus genügend klar hervorgeht, daß man es hier mit einer von Süden nach Norden abklingenden Überschiebungs-, wenn nicht gar Deckentektonik zu tun hat. Ja ich glaube, daß man in den günstigsten Profilen sogar die Überschiebungsbeträge selber erkennen kann, mit denen die einzelnen Mulden übereinander geschoben wurden. Nach Norden hin nehmen die Beträge sichtlich ab. Dasselbe läßt sich aber auch nach der Tiefe hin beobachten. In den Teufen, in denen man bereits die Basis der Molasse und ihre Unterlage vermuten muß, ist die Höhe der durch den Überschiebungsvorgang geschaffenen nordvergenten Sättel nur noch gering.

Es entspricht der allgemein verbreiteten Anschauung, daß starrere geologische Körper als Ganzes, deformierbare jedoch Teilchen für Teilchen reagieren, wenn sie einem tektonischen Druck unterworfen werden. Versuchen wir, mit dieser Theorie das seismische Bild zu interpretieren.

Die Bohrung Murnau 1, über die das Profil VI (Abb. 3) verläuft, durchteufte bis 1480 m Tiefe Untere Bunte Molasse und Cyrenen-Schichten des Unteren Chatts. Im Gegensatz zu den Befunden an der Oberfläche, wo die Mergel des Chatt einen weicheren Eindruck machen, traf die Bohrung jedoch mehr oder weniger mergelige und feinsandige, aber recht harte splittrige Kalke an. Soweit es die in 50 m Abstand gezogenen Kerne zu erschließen gestatten, ist dieser Komplex von Störungen nicht durchsetzt.

Im Gegensatz dazu stehen die darunter anstehenden Tone der «Tonmergelschichten». Offenbar liegt hier eine tektonische Grenzfläche vor, denn die «Bausteinschichten» sind ausgefallen, die primär vorhanden gewesen sein müssen, da sie auf beiden Flanken der Mulde zu Tage anstehen. Ich möchte hier nicht eine einfache rückfallende Abschiebung annehmen, sondern vermute eher, daß hier eine lokale tektonische Komplikation vorliegt, durch die die Bausteinschichten gerade hier fehlen. Der innere Bau der Mulden ist ja nicht so einfach, wie ihn die immerhin doch spärlichen Oberflächenaufschlüsse allein vermuten lassen. Wo in den Pechkohlenabbaugebieten genauere Kenntnisse über den Spezialbau vorliegen, zeigt sich gerade in der Nähe der Überschiebungen eine Spezialtektonik.

Die in den Tonmergelschichten gebohrten Kerne zeigen über größere Komplexe hinweg eine sehr starke Durchbewegung. Die intakt gebliebenen Einzelstücke sind nicht mehr als etwa faustgroß. Bis zur gegenwärtigen Endteufe von 2824 m ist die Bohrung in den Tonmergeln verblieben. Die Störung bei 1480 m wurde genau an dieser Stelle durch die Seismiker angegeben.

Aus einem «Continuous velocity log», das von der Firma Seismos bis 2391 m Teufe

gemessen wurde, geht hervor, daß bei der gleichen Teufe eine Änderung der Wellengeschwindigkeit auftritt. Mangels geeigneter Messungen zur Eichung der Kurve, die nachgeholt werden sollen, können die absoluten Beträge nur ungefähr angegeben werden. Sie werden auf 4800 m/sec. oben und 3000 m/sec. unten geschätzt. Mit diesen experimentell bestimmten Geschwindigkeiten wurden die Tiefen der Reflexionen in der Umgebung der Bohrung neu berechnet. Weil man ursprünglich mit höheren Geschwindigkeiten gerechnet hatte, rücken jetzt die Reflexionen in größeren Tiefen einerseits in flachere Teufen und schwenken andererseits in Richtung auf das Lot unter dem Schußpunkt zur Seite. Es ist demnach ziemlich sicher, daß die Bohrung an den deutlichen Reflexionen in der Tiefe vorbeigelaufen ist. Welche geologisch-tektonische Bedeutung ihnen beizumessen ist, kann nur vermutet werden. Es könnte sich um die Baustein-Schichten der tieferen Scholle handeln, in diesem Falle also der Rottenbucher Mulde. Die Bohrung selber wird zu zeigen haben, welche Schichten unter der nunmehr 1300 m mächtigen Folge von Tonmergeln anstehen. Gegenüber der aus Tagesaufschlüssen zu schätzenden primären Mächtigkeit ist dieser Betrag zu groß. Herr DR. DOHR, der die Messungen ausgeführt und ausgewertet hat, vermutet, daß man sich bereits in den Tonmergeln der Unterscholle befindet.

Je weiter wir mit dem Deutungsversuch in die Tiefe gehen, umso unsicherer werden unsere Vermutungen. Dies liegt an einer Reihe von Ursachen. Zunächst wird die Wahrscheinlichkeit geringer, überhaupt Reflexionen zu erzielen. Wenn sie trotzdem auftreten, sind sie uns umso wertvoller. CLASEN und DOHR haben bereits 1957 in München vorgetragen, daß sogar aus Tiefen bis zu 30 km Reflexionen erzielt wurden (DOHR, 1957). Die Genauigkeit der Tiefenbestimmung wird geringer, da die Kenntnis der Wellengeschwindigkeit abnimmt. Damit sinkt auch die Sicherheit der Lage im Profil und die der Fallwinkel.

Noch fehlen uns unmittelbare Verknüpfungen mit den Messungen in der ungefalteten Molasse. Aber in einzelnen, weit nach Norden ausgedehnten Profilen glauben wir doch die charakteristischen Horizonte wieder erkennen zu können, deren Deutung durch die Bohrung Scherstetten bei Augsburg ermöglicht wurde (siehe ELBERSKIRCH & LEMCKE, 1955). Oberfläche und Basis des Weiß-Juras sowie die Oberfläche des variszischen Grundgebirges vermuten wir in bestimmten, gut reflektierenden Horizonten. Diese geben uns Richtlinien für die Deutung des ganzen Profils. Nach Süden, also alpenwärts, tauchen diese Flächen allmählich tiefer ein. Der Abstand zu den Flächen, die wir in die Molasse verlegen, wird immer größer. Wir vermuten, daß sich dort die Kreide- und Eozän-Schichten des Helvetikums einschalten. Und wir kommen schließlich zu einer Abschätzungsmöglichkeit für den Betrag, um den das Helvetikum, das oben sichtbar ist, von seiner Basis abgesichert ist, mithin zu einem Versuch, die Frage zu beantworten, ob und in welchem Maße es als autochthon angesehen werden muß. Die Frage modifiziert sich sogleich. Wollen wir dann noch von Autochthonie sprechen, wenn die helvetische Schichtenfolge zusammen mit ihrem variszischen Untergrund hoch- und nach Norden geschuppt ist oder nur dann, wenn es von diesem Untergrund abgesichert ist? Aber diese Frage liegt uns für den Augenblick noch recht fern. Wir lassen sie daher unbeantwortet.

Von den Tiefenlinienplänen möchte ich hier nur einen einzigen zeigen, und zwar den für die tiefsten flächenhaft erfaßten Horizonte (siehe CLASEN & DOHR, 1958, Tafel 10). Man sieht hier in etwa 6000 m unter dem Meeresspiegel eine Mulde mit einer SW-NO streichenden Achse gerade dort, wo die Loisach derselben Richtung folgt, die M. RICHTER veranlaßt hat, Störungen dieser Himmelsrichtung den Namen Loisach-Störungen beizulegen. Über Tage sind wir außerhalb der gefalteten Molasse. Einige verstreute Hügel bestehen aus Helvetikum. Was haben wir aber in dieser Tiefe vor uns? Vielleicht ist es die Oberfläche des Variszikums. Aber wie kann man das

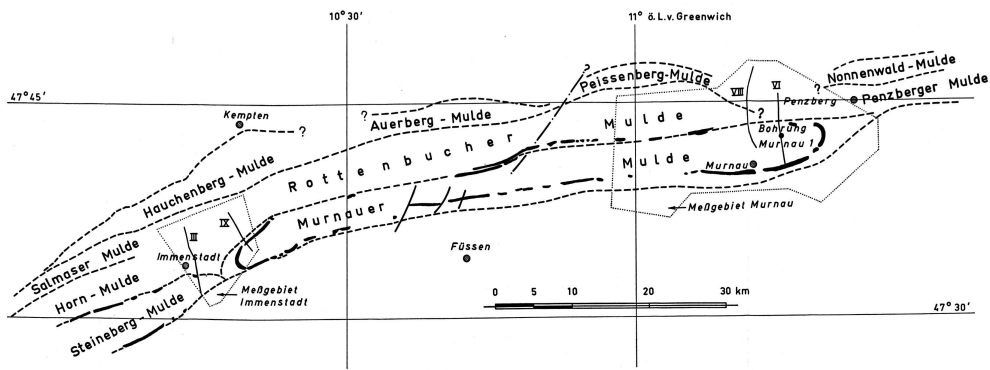


Abb. 1

Übersichtsplan mit den seismischen Maßgebieten Murnau und Immenstadt nach der Molassekarte 1954.

Darin: gestrichelt = tektonische Grenzen / ausgezogen = beobachtete Störungen / strichpunktiert = vermutete Störungen / schwarz = anstehende Bausteinschichten / römische Ziffern = Lage der Profile (Abb. 2 bis 5)

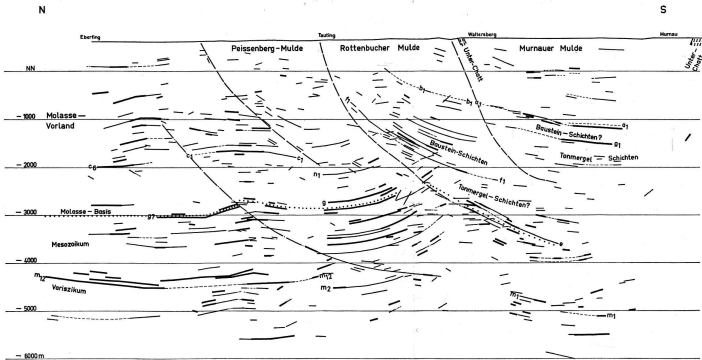


Abb. 2

Messung Murnau, Profil VIII

Legende zu den Abbildungen 2 bis 5; gestrichelte Linien = Überschiebungsebenen / strichpunktiert = Achsenflächen / Buchstaben mit Ziffern = zu Tiefenlinieplänen benutzte seismische Spiegel.

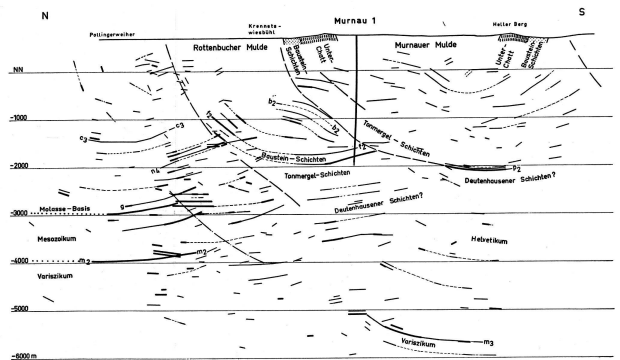


Abb. 3

Messung Murnau, Profil VI

Legende wie bei Abb. 2

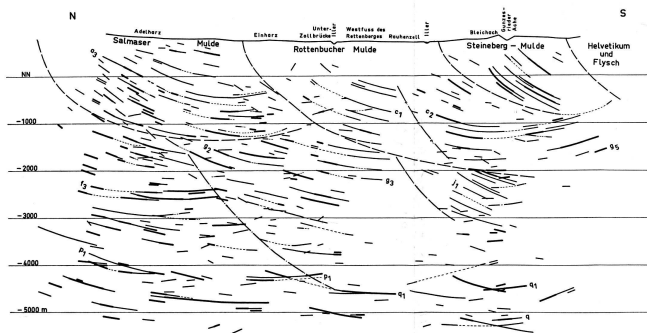


Abb. 4

Messung Immenstadt, Profil III

Legende wie bei Abb. 2

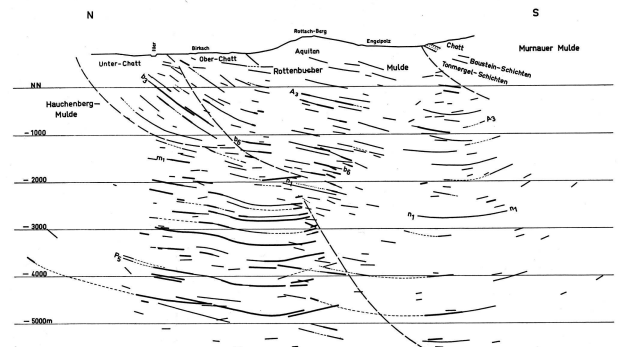


Abb. 5

Messung Immenstadt, Profil IX

Legende wie bei Abb. 2

nachprüfen? Die Frage muß einstweilen offen bleiben. Für diese Tiefen taucht aber auch die Frage auf, welches Alter diese Strukturen haben. Für die Molasse kann man ja die Entstehungszeit ihrer Strukturen recht gut einengen, da die gesamte Schichtenfolge vom Rupel, eventuell mit dem Lattorf, bis zum Helvet und Torton kontinuierlich und ohne Diskordanz abgelagert und in einem einzigen Akt gefaltet wurde. Das Sarmat fehlt allerdings in der gefalteten Molasse Bayerns, so daß die Abgrenzung nach oben hin unmöglich ist. Auch für die Tiefe ist die Datierung unmöglich. Ein anderer Beanspruchungsplan scheint bestanden zu haben, der zu dem der Molasse schiefwinklig liegt. Allein zur Bestimmung seiner räumlichen Ausdehnung fehlen genügend Kenntnisse, und es ist ein Unterschied zwischen dem Beanspruchungsplan und seinen Ergebnissen.

Wenden wir uns nun dem Immerstädter Gebiet, dem Allgäu zu. Die Ergebnisse sind in den wesentlichen Punkten allgemeiner Natur die gleichen. Allerdings fehlt hier der Anschluß an die ungefaltete Molasse; damit verschwindet die Möglichkeit zur Deutung der tieferen Reflexionen.

Das Meßgebiet umfaßt nur einen wesentlich kleineren Teil der gefalteten Molasse, sowohl im Streichen wie quer dazu. Mitten darin liegt der Übergang von drei tektonischen Elementen im Westen zu nur zweien im Osten. Beginnt man im Süden, so trifft man westlich der Iller und noch im Illertale selbst das Ostende der Steineberg-Mulde, deren Achse rasch nach Osten ansteigt. Im Talboden tritt zunächst Helvetikum auf, bevor im weiteren Achsenstreichen die Murnauer Mulde mit nach Osten fallender Achse beginnt. Diese Verhältnisse sind schon mehrfach beschrieben worden. Die seismischen Messungen bestätigen diese Anschauung.

Nördlich schließt sich das Gebiet der Horn-Mulde und der Salmaser-Mulde im Westen und das der Rottenbucher-Mulde im Osten an. Die nördliche Grenze ist in Gestalt einer Überschiebung von Chatt über dem Aquitan der nächst nördlich gelegenen Hauchenberg-Mulde geologisch gut aufgeschlossen. Der Südrand gegen Steineberg- und Murnauer-Mulde ist ebenfalls deutlich. Dagegen ist der Übergang aus dem hoch oben am Immenstädter Horn in die Luft ausgehenden Aquitan zu dem tief im Illertal wieder beginnenden Aquitan des Rettenbergs nur durch eine erhebliche Verwerfung möglich, die die Schichten im Bereich der Stadt Immenstadt plötzlich in die Tiefe versenkt. Die Abb. 4 zeigt ein Profil, das östlich von Immenstadt die gefaltete Molasse quert. Hier erkennt man noch deutlich die Zweiteilung in Horn- und Salmaser-Mulde. Vielleicht sollte man hier schon statt Horn-Mulde besser den Namen Rottenbucher Mulde anwenden. Während aus der geologischen Karte nicht zu entnehmen ist, wie sich der Übergang aus der Salmaser-Mulde nach Osten gestaltet, sieht man aus den Abb. 4 und 5 recht gut, daß eine Unterscheidung zwischen Salmaser- und Horn-Mulde westlich der Iller noch deutlich hervortritt, östlich davon aber nur noch andeutungsweise zu erkennen ist.

Tiefenlinienpläne besonders tiefer Horizonte zeigen hier ebenso wie im Gebiet von Murnau, daß in der Tiefe andere tektonische Leitlinien vorherrschen. Es handelt sich auch diesmal um Schichten, die älter als die Molasse sind, von denen mit Sicherheit angenommen werden kann, daß mehr als eine orogene Deformationsphase über sie hinweggegangen ist. Diese früher einmal geschaffenen tektonischen Einheiten beeinflussen bei späteren Gebirgsbildungen den Ablauf der Umformungen. Zur Zeit ist es nur an wenigen Stellen möglich, die Spuren solcher älteren Strukturen bis an die Oberfläche hinaus zu verfolgen. Zum Teil liegt dies daran, daß die seismischen Ergebnisse, soweit sie z. B. in den Profilen niedergelegt sind, noch nicht als endgültig gelten können.

Wir stehen erst am Anfang unserer Kenntnis über die Verteilung der Schallgeschwindigkeit nach der Tiefe zu. Es wird noch zahlreicher neuer Aufschlüsse durch

Bohrungen bedürfen, bis man in den einzelnen querschlägigen Profilen sagen kann, in welcher Tiefe und Mächtigkeit die Tonmergel des Rupel vorhanden sind, die durch ihre geringe Schallgeschwindigkeit die Konstruktion der Profile so stark beeinflussen. Überdies steht trotz jahrelanger Arbeit die seismische Erforschung der gefalteten Molasse noch am Anfang. Große Gebiete, die ein Mehrfaches der bisher bearbeiteten Flächen ausmachen, sind noch unerforscht.

Zum Schluß soll noch kurz auf die Folgerungen eingegangen werden, die sich aus dem seismisch gewonnenen Bilde des Baues der gefalteten Molasse im Zusammenhang mit den südlich anschließenden Zonen des Helvetikums und des Flysches ergeben. Es zeigte sich bereits, daß die im Gegensatz zu den südlich angrenzenden Alpenrandstrukturen so regelmäßig erscheinende Anlage der Molassefalten so einfach doch nicht ist. Dies zeigt abgesehen von dem oben und in den Abbildungen dargestellten Verhältnissen in der Tiefe eine Aufzählung der nachweislich vorhandenen und noch zu vermutenden Strukturelemente in SW-NO-Richtung, also der «Loisach»-Störungen bzw. Loisach-Strukturelemente.

Von Westen nach Osten folgen aufeinander:

1. Eine Iller-Querwölbung zwischen Immenstadt und Kempten, kenntlich durch das flächenhaft verbreitete Vorkommen von Chatt und das gleichzeitige Zurücktreten von Aquitan beim Übergang von Horn- und Salmaser-Mulde in die Rottenbucher-Mulde und das nordöstlich davon in ähnlicher Weise verbreitete Vorkommen von Aquitan südlich von Kempten.
2. Eine SW-NO-Störung bei Seeg, an deren Südostseite die Breite der Murnauer-Mulde fast auf die Hälfte reduziert erscheint. Der Südflügel rückt um etwa 2 km nach NO, während der Nordflügel ungestört ist. Wenig östlich davon ist eine ebenso streichende Störung nordöstlich von Hopferau großartig abgeschlossen, allerdings mit bedeutend geringerem tektonischen Effekt.
3. Im Lechabschnitt deutet sich zwischen den Ortschaften Roßhaupten, Lechbruck und Peiting eine den regelmäßigen Verlauf störende tektonische Ursache in der Tiefe an, und zwar dadurch, daß erstens die Grenze der Murnauer gegen die Rottenbucher-Mulde auf eine kurze Strecke ihr Streichen zweimal ändert, daß zweitens die Nordgrenze der letzteren in einem aufschlußlosen Bereich um etwa 3 km nach Norden versetzt wird, und daß drittens der Nordrand der Auerberg-Mulde mit dem Nordrand der Peißenberg-Mulde nicht zusammenstimmt. Die Quartärbedeckung verhindert einen genaueren Einblick.
4. Die oben besprochene NO-streichende, seismisch nachgewiesene Tiefenstruktur am Ostende der Murnauer-Mulde.

Nun kann man ja nicht annehmen, daß die energische tektonische Deformierung der Molasse, die post-torton in einem einzigen Akt erfolgt ist, an der Südgrenze der Molasse halt gemacht hat, vielmehr wird man dazu geführt, im Helvetikum und im Flysch und eventuell sogar noch im kalkalpinen Randbereich eine entsprechende regionale Fortsetzung dieser späteren Vorgänge zu suchen.

Die von SCHMIDT-THOMÉ (GANSS & SCHMIDT-THOMÉ, 1955) entworfenen Profile zeigen recht auffällig, daß der Falten- und Überschiebungsbau von Helvetikum und Flysch im wesentlichen einen ähnlichen, wenn nicht den gleichen Charakter trägt, wie die gefaltete Molasse nördlich davon. Damit soll nicht angedeutet sein, daß auch die Überschiebung der Flyschdecke auf das Helvetikum oder gar die der Kalpalpinen Decken auf dem Flysch zum gleichen Vorgang gehören und zur gleichen Zeit erfolgten. Der Flysch überfährt, soweit dies überhaupt festgestellt werden kann, als



jüngste Schichten Mittel- und Obereozän des Helvetikums. Die Deckenbildung kann demnach in diesem Abschnitt nur als posteoazän datiert werden (E. KRAUS, 1951, S. 34). Die Faltung beider als einer Einheit scheint aber in einem Akt zusammen mit der der Molasse am Ende des Miozäns erfolgt zu sein. Wenn dabei das Helvetikum und der Flysch in ihren Strukturen nicht so leicht zu überblicken und wohlgeordnet erscheinen wie die gefaltete Molasse, so kann dies nicht überraschen, hatten sie doch vor dieser letzten Verformung bereits eine Orogenese alpinen Ausmaßes hinter sich.

Diese Vermutungen führen bereits weit über den Rahmen des Themas hinaus und bedürfen noch besonderer geologischer und soweit möglich geophysikalischer Prüfungen.

Der Zweigniederlassung Erdöl und Bohrverwaltung der Preußag, Hannover, danke ich verbindlichst für die Genehmigung zur Veröffentlichung dieser Ergebnisse.

### Schriftenverzeichnis

- Clasen, G., & Dohr, G.:* Reflexionsseismische Messungen in der gefalteten Molasse Oberbayerns. *Z. Deutsche Geolog. Ges.* 109, 1958, S. 612.
- Dohr, G.:* Zur Erfassung sehr tiefer Unstetigkeitsflächen. *Erdöl und Kohle*, 10, 1957, S. 278.
- Elberskirch, W., & Lemcke, K.:* Zur Tektonik der nordalpinen Molassesenke. *Z. Deutsche Geolog. Ges.* 105, 1955, S. 307.
- Ganss, O., & Schmidt-Thomé, P.:* Die gefaltete Molasse am Alpenrand zwischen Bodensee und Salzach. *Z. Deutsche Geolog. Ges.* 105, 1955, S. 402.
- Gillitzer, G.:* Geologische Lagerung der Pechkohlenformation im Peißenberger Ost- und Penzberger Westfeld sowie mutmaßlicher Zusammenhang der Flözzüge. *Geolog. Jahrbuch*, Bd. 72, 1957, S. 639, Hannover.
- Geologische Neuaufnahme des Peißenberger Kohlenreviers. *Geologica Bavarica* Nr. 23, München 1955.
- Kraus, E.:* Die Baugeschichte der Alpen II. Teil, Berlin 1951.
- Schmidt-Thomé, P.:* Molasse-Untergrund und Helvetikum-Nordgrenze im Tegernsee-Bereich und die Frage der Herkunft von Erdöl und Jodwasser in Oberbayern. *Geolog. Jahrbuch*, Bd. 74, 1957, S. 225, Hannover.
- Neuere Kenntnisse über die Kalkalpenzone und die Alpenrandstrukturen in Südbayern. *Geolog. Rundschau*, 37, 1949, S. 18.
- Zeil, W.:* Geologie der Alpenrandzone bei Murnau in Oberbayern. *Geologica Bavarica*, Nr. 20, 1954, München.
- Geologische Übersichtskarte der Süddeutschen Molasse, Gemeinschaftsarbeit der Geologischen Landesämter der Bundesrepublik. Herausgegeben vom Bayerischen Geologischen Landesamt, München 1954.