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

R. Sieber (2), Neue Beiträge zur Stratigraphie und Faunengeschichte des österreichischen Jungtertiärs. — Petroleum, 33. Bd., Nr. 18, Wien 1937. (Mit einschlägigem Literaturverzeichnis.)

R. Sieber (3), Über Anpassungen und Vergesellschaftung miozäner Mollusken des Wiener Beckens. Palaeobiologica VI. Bd., Wien 1938.

V. Špalek, Das Neogen des Bodens der Stadt Znaim. — Sbornik Klubu přírod. Brünn, Bd. XVII, 1934.

V. Špalek, Bericht über die geologischen Verhältnisse des neogenen Gebietes in der Umgebung von Grußbach. — Věstnik Stat. Geol. Úst. Čsl. Rep. Vol. XII, 1936, Nr. 1—2, Brünn 1936.

H. Reich, Seismische Probleme im Alpenvorland.

Die geologischen Erkenntnisse über den Aufbau der Alpen gründen sich in erster Linie auf die geologischen Beobachtungen an den einzigartigen Aufschlüssen im Gebirge. Anders liegen die Dinge im Vorland der Alpen. Die geologischen Tagesaufschlüsse sind dort oft nur sehr lückenhaft und betreffen nur die höchstgelegenen jüngsten geologischen Einheiten. Über den tieferen Aufbau wissen wir verhältnismäßig wenig. Wir sind da auf die wenigen Bohraufschlüsse und die Bergwerksaufschlüsse angewiesen, die zur Gewinnung der Pechkohle in der gefalteten Molasse vorhanden sind. Im Alpenvorland findet darum die angewandte Geophysik ein wichtiges und interessantes Betätigungsfeld. Schon vor dem Kriege lagen, wenn man von den alten Pendelmessungen absieht, ausgedehnte Messungen des Schwerefeldes mit Drehwaage und Gravimeter, des Magnetfeldes mit der Feldwaage vor, die durch Barton eine bekannte und beachtliche Auswertung erfahren haben. Seismische Refraktions- und Reflexionsmessungen wurden besonders in Oberbayern durchgeführt. Hier hat sich die Bayrische Mineralöl-Industriegesellschaft besondere Verdienste erworben. Inzwischen ist ein wesentlich vollständigeres Material hinzugekommen, das auch weite Gebiete von Österreich und Oberschwabens umfaßt. Es sind technisch und in der Auswertung Fortschritte gemacht worden, so daß man jetzt klarer als damals erkennen kann, wo und in welcher Weise die angewandte Geophysik bei der Erforschung des Alpenvorlandes mitwirken kann.

Im folgenden sollen einige allgemeininteressante Ergebnisse der seismischen Verfahren besprochen werden, die bei der Aufschließung des Alpenvorlandes als besonders wichtig gelten dürfen.

Wie bei allen geophysikalischen Arbeiten im Alpenvorland begegnen wir auch bei den seismischen Verfahren Schwierigkeiten oder zum mindesten von der gewohnten Anwendung und Deutung abweichenden Verhältnissen, die zunächst kurz geschildert werden müssen, bevor in die Besprechung der Ergebnisse eingegangen werden kann.

Reflexionsmessungen.

Bei der Behandlung der seismischen Verfahren wollen wir mit den Reflexionsmessungen beginnen. Dabei muß leider festgestellt werden, daß von diesem Verfahren bisher das geringste Beobach-

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

tungsmaterial vorliegt. Es hat das zwei Gründe: Der erste besteht in den technischen Schwierigkeiten, die den Reflexionsmessungen im Alpenvorland begegnen. Weite Gebiete des Alpenvorlandes sind gerade in den ebenen Flächen, die für geophysikalische Messungen sonst besonders vorteilhaft sind, mit fluvioglazialen oder fluviatilen Schottern bedeckt, die der Erstellung der für das Reflexionsverfahren nötigen Flachbohrungen besondere Schwierigkeiten bereiten und die außerdem die Reflexionsimpulse stark abschwächen, so daß vielfach überhaupt keine auswertbaren Reflexionen erhalten werden konnten. Auch in den tertiären Schichten kommen Konglomeratlagen vor, die für den Energietransport erfahrungsgemäß ungünstig sind. Ebenso ist Bohren und Schießen im anstehenden Tertiär keineswegs so leicht durchzuführen, wie wir das im Diluvium oder Tertiär Norddeutschlands gewohnt sind. Schließlich fehlen in den tertiären Ablagerungen des Alpenvorlandes häufig scharfe petrographische Unterschiede, die für das Auftreten von reflektierenden Spiegelflächen notwendig sind. Diese Schwierigkeiten und anfänglich ungünstigen Ergebnisse haben dazu geführt, daß im Alpenvorland im Verhältnis zu anderen erdölhöffigen Gebieten zunächst wenig mit dem Reflexionsverfahren gearbeitet wurde.

Der zweite Grund einer weitgehenderen Anwendung des Verfahrens, der zunächst im Wege stand, ist durch den Umstand gegeben, daß die verfügbaren seismischen Reflexionstrupps zunächst in Gebieten eingesetzt werden mußten, die erfahrungsgemäß für reflexionsseismische Messungen besser geeignet waren, und deren Erdölhöffigkeit zudem höher beurteilt werden mußte als das Alpenvorland.

Die weitere Entwicklung reflexionsseismischer Apparaturen und die Erfahrungen in der Anwendung haben dazu geführt, daß es heute gelingt, auch in früher als ungünstig angesehenen Gebieten einwandfreie Reflexionen zu erzielen, so im Raume von Fallbach (N.-Ö.) durch Herrn Dr. Schnell (Apparatur der Gesellsch. f. prakt. Lagerstättenforschung) und ganz besonders gute Reflexionen im Raume von Leutkirch (Oberschwaben) durch Herrn Dr. Wolff (Siemens-Apparatur).

Von den Ergebnissen ist zu sagen, daß überall dort, wo bisher Reflexionsmessungen gemacht worden sind, im Bereich der Molasse bzw. des Schliers, stets nur sehr geringe Neigungen der Schichten festgestellt werden konnten. Das gilt ebenso von den analogen tertiären Schichten des Karpatenvorlandes in Galizien. Es entspricht das den theoretischen Vorstellungen vom tektonischen Aufbau dieser Schichten in diesem Bereich. Interessant sind die bisher mit dem Reflexionsverfahren erzielten Hinweise auf die Beckentiefe, sowohl im Bereich Laa/Thaya (N.-Ö.), als auch bei Leutkirch (Oberschwaben) konnte eine Mindestbeckentiefe von 3000 m wahrscheinlich gemacht werden, wobei im ersten Falle die Oberfläche des Kristallins der Böhmischen Masse, im anderen Falle die Oberfläche des autochthonen Mesozoikums als Beckenuntergrund anzusprechen ist. Die Tiefe wurde in beiden Fällen aus dem Auftreten besonders markanter

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

Reflexionselemente geschlossen, auf die eine nahezu vollständige Reflexionsleere folgt. Die Spuren noch tieferer Reflexionsimpulse sind in den Seismogrammen von ganz wesentlich geringerer Intensität als die offenbar an der Basis der Tertiärfüllung des Beckens erfolgten Reflexionen.

Von allen Beobachtern konnte übereinstimmend festgestellt werden, daß die Güte der Reflexionen in den noch von der Alpen- bzw. Karpatenauffaltung betroffenen Schichten ungleich geringer ist ist als in dem eigentlichen Vorland. Im Bereich der Deckenüberschiebungen der Karpaten haben weder die polnischen, noch die russischen, noch die deutschen Beobachter befriedigende Ergebnisse erzielen können. Die trotzdem gemachten Versuche einer Deutung sind als hypothetische Spekulationen anzusehen. Diese Feststellung ist insofern wichtig, als sie uns ein Mittel an die Hand gibt, mit Hilfe von Reflexionsmessungen die Zone der Überschiebungen von der eigentlichen Vorlandzone zu trennen. Das konnte z. B. mit gutem Erfolg durch die schon oben erwähnten Untersuchungen von Herrn Dr. Schnell (Ges. f. prakt. Lagerstättenforschg.) im Bereich der Klippenzone, nördlich Wien, gezeigt werden, wo über den Deckenbau außer den wenigen über Tage sichtbaren Klippen aus Tagesaufschlüssen nichts zu sehen ist. Derartige Untersuchungen haben damit grundsätzliche Bedeutung erlangt.

Eine gewisse Unsicherheit besteht z. Zt. noch in der Bestimmung der Tiefe der reflektierenden Flächen, da die Schichtgeschwindigkeit bisher nur durch Refraktionsmessungen bestimmt werden konnte. Da erfahrungsgemäß die so ermittelten Geschwindigkeitswerte etwas zu hoch auszufallen pflegen, können die bisher errechneten Tiefen ebenso zu hoch geworden sein; doch ist der Fehler kaum höher als 5% zu veranschlagen. Sobald die Möglichkeit dazu vorliegt, müssen durch Seismographenversenkungen in Bohrlöchern die notwendigen exakten Grundlagen geschaffen werden. Trotz all dieser angeführten, zum Teil noch bestehenden Unsicherheiten und Schwierigkeiten ist das Reflexionsverfahren als das Verfahren anzusprechen, von dem wir in Zukunft die besten und exaktesten Aufschlüsse über den Aufbau des Alpenvorlandes zu erwarten haben. Die unmittelbare Anschaulichkeit der Erkenntnisse, die Möglichkeit exakter Tiefen- und Neigungsbestimmungen in den Tertiärschichten macht dieses Verfahren für diesen Zweck allen anderen überlegen. Leider ist wegen der obengenannten Schwierigkeiten der Arbeitsfortschritt verhältnismäßig gering und die Kosten entsprechend hoch. Es muß daher zunächst die Anwendung des Verfahrens auf besonders interessante, bzw. erdölhöffige Gebiete beschränkt bleiben.

Refraktionsmessungen.

Sehr viel umfagreicher ist das Material, das über refraktionsseismische Messungen vorliegt. Es sind zwei Aufgabenbereiche, die den Refraktionsmessungen gestellt werden: die erste ist die Frage nach der Tiefe der tertiären Becken im Alpenvorland, also der Entwurf einer Tiefenkarte der tertiären Bedeckung über Kristallin, bzw. Meso-

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

zoikum, die uns letzten Endes das heutige Relief der vortertiären Oberfläche liefern soll. Diese Aufgabe konnte im Norden und Westen der tertiären Vorlandzone schon gut gelöst werden und hat uns dort überall ein anschauliches Bild der Gliederung des Beckenuntergrundes vermittelt. Die zahlenmäßig gefundenen Tiefenangaben sind fast überall in bester Übereinstimmung mit den Bohrergebnissen. Als besonders interessantes Ergebnis soll hier angeführt werden, daß es gelang, den Ostrand der Böhmischen Masse sehr gut festzulegen. Die seismischen Messungen zeigen ebenso wie die Schweremessungen, daß nach einer Zone relativ geringer Tertiärbedeckung das Kristallin an einer Linie, die nordwestlich Laa/Thaya nach Hollabrunn und von da südlich nach Tulln a. d. Donau führt, ziemlich rasch bis zu Tiefen von mehr als 2000 m absinkt. Auch bei Füssing am Inn und südlich Vilsbiburg (Landshut-Neuöttingen-Abbruch) konnte seismisch und gravimetrisch ein scharfes Absinken der Beckenunterlage nachgewiesen werden. Sonst vollzieht sich der Abfall im allgemeinen allmählich, ohne daß die Annahme besonders ausgeprägter Bruchlinien begründet erscheint. Eine auffallendere Ausnahme ist der Kristallinvorsprung von Strengberg, der sich von der Donau von Mauthausen in Südost-Richtung bis in die Gegend von Strengberg erstreckt. Die Donau folgt hier einem Tertiärgraben, der sich im Nordosten an dieses Hoch anschließt und bis Wallsee reicht. Eine weitere interessante Bruchlinie verläuft bei St. Peter a. d. Au, nördlich Seitenstetten in O—W-Richtung parallel zu den Alpen. Sie konnte bereits durch eine Tiefbohrung bestätigt werden. Nicht bestätigt hat sich der sogen. Donau-Abbruch, der von vielen Geologen etwa von Ulm her nach WSW parallel der Donau angenommen wurde und an dem das Mesozoikum tief abgebrochen sein sollte. Die Refraktionsmessungen haben einwandfrei gezeigt, daß erst etwa in der Höhe von Ochsenhausen ein steilerer Abbruch der Jura-Oberfläche einsetzt, also erst in größerer Entfernung von der Donau.

Um rasch einen Überblick über die flächenhafte Tiefenverteilung zu erhalten, wurde das sogen. Streuverfahren gewählt. Man kann über große Flächen die aus Linienbeobachtungen bekannten Geschwindigkeiten in den Tertiärschichten als ungefähr konstant ansehen und ebenso die Geschwindigkeiten in der kristallinen bzw. mesozoischen Unterlage. Unter dieser Voraussetzung entspricht einem bestimmten Zeitwert für eine bestimmte, stets gleich gewählte Grundentfernung, eine bestimmte Tiefe. Es ist so möglich, ohne weiteres aus einem Plan gleicher Laufzeiten des seismischen Impulses für eine bestimmte Entfernung (Laufzeitplan) einen Tiefenplan abzuleiten. Dabei muß natürlich die Grundentfernung so groß gewählt werden, daß der Refraktionsstrahl noch die Unterlage des Tertiärs erreicht. Bei den Verhältnissen im Alpenvorland muß die Entfernung etwa 4—5mal so groß wie die Tiefe gewählt werden, die man noch erreichen will. Damit sind dem Verfahren gewisse Grenzen gesetzt. Bei Schußentfernungen von 10 km wird es immer schwieriger, genügend Energie aus der Tiefe zu erhalten. Man kommt also im allgemeinen nicht über eine Tiefe von 2000 m. Im Westen (Oberschwaben, Allgäu), wo die tertiären Schichten hohe Geschwindigkeiten haben

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

und der Energietransport verhältnismäßig ungünstig ist, ist diese Grenze schon bei 1500 m erreicht.

Es kommt etwas Weiteres hinzu, was die Tiefenbestimmungen in den südlichen und östlichen den Alpen unmittelbar vorgelagerten Gebiete schwierig, wenn nicht unmöglich macht. Das ist die Geschwindigkeitszunahme in allen, auch den jüngsten tertiären Schichten mit der Annäherung an die Alpen. Es wird hierüber in dem nächsten Absatz noch näher die Rede sein. Hier mag es genügen, diese Erscheinung als eine Tatsache anzuführen. Die Schichtgeschwindigkeiten werden dadurch schon in den tertiären Schichten so hoch, wie sie normalerweise erst im Mesozoikum oder gar im Kristallin beobachtet werden. Wenn man nun die Tiefe für eine Schicht hoher Geschwindigkeit berechnet, so kann man nicht mit Sicherheit angeben, ob damit die Unterlage des Tertiärs erfaßt ist, oder ob sich die errechnete Schichttiefe nicht noch auf Schichten im Tertiär bezieht. Man kann also allerhöchstens Mindesttiefen angeben.

Diese hier angedeuteten Schwierigkeiten bestehen in noch höherem Maße bei dem zweiten Aufgabenbereich der refraktionsseismischen Untersuchungen, nämlich bei Versuchen zur Ermittlung der Tertiärtektonik. Die Berechnung von Tiefe und Schichtneigungen bei dem Refraktionsverfahren gründen sich auf das Vorhandensein definierter, bestimmter Schichtgeschwindigkeiten, wobei Voraussetzung ist, daß die jeweilig tiefer liegende Schicht auch eine jeweils höhere Geschwindigkeit besitzt. Diese Voraussetzungen sind in dem Tertiär des Alpenvorlandes nicht oder nur andeutungsweise gegeben. Es ist wohl möglich, etwa die Tiefe der Süßwassermolasse im nördlichen Teil von Oberschwaben zu berechnen, da sich hier die Geschwindigkeiten scharf von denen der oberen Meeresmolasse trennen lassen. Es besteht hier eine deutliche Geschwindigkeitänderung an der Formationsgrenze. Nach den Alpen zu gelingt eine solche Tiefenberechnung nicht mehr, da die Geschwindigkeiten der oberen Süßwassermolasse nun allmählich in die der oberen Meeresmolasse übergehen. Eine Trennung beider nach dem Refraktionsverfahren ist nun nicht mehr möglich.

Es müssen darum für den vorgenommenen Zweck — Erfassung der tertiären Tektonik — andere Hilfsmittel angewandt werden. Wenn man auch nicht den einzelnen Schichtgliedern des Tertiärs im Alpenvorland bestimmte Schichtgeschwindigkeiten zuordnen kann, so ist doch überall eine Zunahme der Geschwindigkeiten mit wachsender Tiefe festzustellen. Diese Zunahme ist nicht allein durch den wachsenden Hangenddruck bedingt, sondern zum Teil eine Funktion des geologischen Alters, was u. a. klar in den durchweg geringen Tertiärgeschwindigkeiten in den jungtertiären Bildungen der inneralpinen Becken, z. B. im Pannon des Inneralpinen Wiener Beckens zum Ausdruck kommt. Wenn die Zunahme der Schichtgeschwindigkeit mit wachsendem Alter als erwiesen angesehen werden kann, dann müssen sich Heraushebungen älterer Schichten, sei es durch Faltung oder Brüche, als Gebiete kenntlich machen, in denen die Laufzeiten seismischer Strahlen kürzer sind als in ihrer Umgebung. Natürlich dürfen dabei nur Beobachtungen verwendet werden, deren

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

Zahlentafel I
der mittleren Laufzeiten in Sekunden im Tertiär des Alpenvorlandes.

Arbeitsgebiet		1 km	2 km	3 km	4 km	Bemerkungen
Chodnowice . . .	S	0·451	0·783	1·124	—	Stebnik
(Galizien)	N	0·486	0·876	1·237	—	Torton
Laa (Thaya)		0·472	0·854	1·200	1·545	
Neulengbach . . .	S	0·34	0·608	0·864	1·12	Gebirgsrand
(westlich des Wiener-		0·37	0·695	1·00	1·275	Beckengebiet
waldes)	N	0·42	0·75	—	—	über Kristallin im N
Wieselburg . . . . . (Niederösterreich)		0·32	0·57	0·815	1·085	
Seitenstetten . . .	O	0·354	0·607	0·871	1·173	über Kristallin
(Niederösterreich)	W	0·368	0·695	1·00	1·258	im N
„	N	0·423	0·766	1·080	—	
Schwanenstadt . . . (Oberösterreich)		0·44	0·82	1·18	1·50	
Südbayern I						
München	S	0·43	0·773	1·082	1·372	
Rott a. Inn (Obb.) . .		0·42	0·818	1·17	1·49	
Vilsbiburg (Obb.) . .	N	0·49	0·922	1·286	1·621	
Ottobeuren	S	0·415	0·765	1·070	1·345	
(bayr. Schwaben)	N	0·504	0·877	1·184	1·488	
Ravensburg . . . . (Ober-Schwaben)	S	0·39	0·70	0·98	1·27	
Biberach . . . . . (Ober-Schwaben)	N	0·474	0·853	1·184	1·513	
zum Vergleich:						
Gänserndorf . . . . (Wiener Becken)		0·546	1·053	1·521	1·937	
Temesburg . . . . . (Ungar. Tiefebene)		0·606	1·156	1·665	2·119	

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

Zahlentafel II
der mittleren Geschwindigkeiten in m/sek im Tertiär des Alpenvorlandes.

Arbeitsgebiet		0—1 km	1—2 km	2—3 km	3—4 km	Bemerkungen
Chodnowice . . .	S	2220	3010	2930	—	Stebnik
(Galizien)	N	2060	2660	2770	—	Torton
Laa (Thaya)		2120	2370	2890	2890	
Neulengbach		2940	3730	3910	3910	Gebirgsrand
(westlich des Wiener-		2700	3080	3280	3630	Beckengebiet
waldes)	N	2380	3030	—	—	über Kristallin im N
Wieselburg		3120	4000	4080	3710	
Seitenstetten . . .	O	2830	3950	3790	3310	
(Niederösterreich)	W	2720	3060	3280	3880	
„	N	2360	2920	3190	—	über Kristallin im N
Schwanenstadt . . . (Oberösterreich)		2270	2620	2780	3120	
Südbayern:						
München-Süd . . .	S	2320	2910	3230	3450	
Rott a. Inn (Obb.) . .		2380	2510	2840	3120	
Vilsbiburg (Obb.) . .	N	2040	2320	2740	2980	
Ottobeuren	S	2410	2860	3280	3640	
(bayr. Schwaben)	N	1980	2680	3250	3290	
Ravensburg . . . . (Ober-Schwaben)	S	2560	3220	3570	3450	
Biberach . . . . . (Ober-Schwaben)	N	2110	2640	3020	3040	über Weiß-Jura-Kalk im N
zum Vergleich:						
Gänserndorf . . . . (Wiener Becken)		1830	1970	2140	2400	
Temesburg . . . . . (Ungar. Tiefebene)		1650	1820	1970	2200	

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

Einsätze allein aus dem Tertiär stammen und nicht etwa aus der älteren Unterlage. Die Entfernungen müssen also so kurz gewählt werden, daß der kristalline, bzw. mesozoische Untergrund nicht mehr erreicht wird. Im Zweifelsfalle gibt das Aussehen des Seismogramms einen guten Anhaltspunkt dafür, ob das der Fall war oder nicht: Die Einsätze aus den harten Gesteinen der Tertiärunterlage sind von wesentlich geringerer Energie. Es sind sogen. e- (emersio-) Einsätze im Gegensatz zu den i- (impetus-) Einsätzen aus dem Tertiär. Derartige Untersuchungen sind im Alpenvorland vorerst mit den Streuentfernungen 3 km, 4 km und 5 km, in Bayern im Auftrage der Bayr. Mineralöl-Industriegesellschaft, auch mit 6 und 8 km in großem Umfange gemacht worden. Sie haben ebenso wie die Reflexionsmessungen gezeigt, daß i. a. nur mit geringen Verbiegungen im Schlier und in der Molasse gerechnet werden kann. Die Abweichungen von den normalen Laufzeiten sind fast überall nur sehr gering. Man kann daraus in Übereinstimmung mit den bisherigen geologischen Beobachtungen schließen, daß stärkere Faltungen in diesem Bereich i. a. nicht auftreten. Wo durch Tagesbeobachtungen stärkere Neigungen erkannt werden, wie z. B. im Schlier der Zehrmühle bei Bad Hall, konnten auch entsprechende Kurzzeitengebiete nachgewiesen werden. Dabei sind allerdings der Refraktionsseismik insofern gewisse Grenzen gesetzt, als die Aufhellung von Einzelheiten der Tektonik bei Spezialfaltung nach diesem Verfahren nicht möglich ist. Das Refraktionsverfahren ist eben ein Integralverfahren. Man bekommt z. B. bei einer Laufzeitverkürzung die Summenwirkung über die ganze, vom seismischen Strahl durchlaufene Strecke. Über Einzelheiten gibt die Laufzeitkurve nur ungenügend Auskunft. Beim Streuverfahren ist das selbstverständlich, aber auch bei den Linien muß dieser Eigenart des Verfahrens Rechnung getragen werden. Die eben erwähnte Antiklinalzone der Zehrmühle konnte, dem Alpenrand folgend, bisher aus dem Bereich der Melk und Ybbs bis zum Kammer- oder Attersee als eine den Alpenrand parallel begleitende Kurzzeitenachse nachgewiesen werden. Ihre geologische Bedeutung ist z. Zt. noch umstritten. Die in Gang befindliche Erschließung durch Bohrungen wird darüber Aufklärung bringen.

Es muß hierbei noch auf die besonderen Verhältnisse eingegangen werden, die die Schichtgeschwindigkeiten im Alpenvorland beeinflussen und die schon in dem vorstehenden Abschnitt Erwähnung gefunden haben. Bereits bei den im Auftrage der B. M. I. durchgeführten Refraktionsmessungen der Seismos (Dr. Thomas) wurde beobachtet und erkannt, daß die Schichtgeschwindigkeiten in offenbar gleichaltrigen Tertiärschichten in Richtung auf den Alpenrand zunahmen und daß eine entsprechende, überraschend gleichmäßige Laufzeitverkürzung mit Annäherung an die Alpen auftritt. Erklärt wurde diese Erscheinung zunächst durch fazielle Änderung in der Zusammensetzung der tertiären Schichten, wobei besonderer Wert auf die Korngröße der klastischen Sedimente gelegt wurde. Durch die Zunahme des Beobachtungsmaterials ist es wahrscheinlich, ja man kann sagen, gewiß geworden, daß diese Veränderungen der elastischen Eigenschaften der Schichten im wesentlichen auf die

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

wachsende mechanische Beanspruchung durch die gebirgsbildenden Vorgänge bei der Alpenfaltung zurückzuführen sind. Das ist auch deswegen am wahrscheinlichsten, weil, wie neuere Untersuchungen durch Closs und andere ergeben haben, parallel mit der Änderung der elastischen Eigenschaften eine entsprechende Änderung des Porenvolumens und des natürlichen Raumgewichtes zu beobachten ist. Daß daneben der Kalkgehalt, das geologische Alter und vielleicht auch die Korngröße der klastischen Komponente die elastischen Eigenschaften dieser Sedimente mit beeinflussen, bleibt davon unberührt. Besonders gut konnte die besprochene Erscheinung im Raum von Ravensburg und südlich Memmingen erkannt werden. Dort ist die Laufzeitabnahme eine nahezu lineare Funktion des sich vermindernden Abstandes vom Alpenrand und zwar so, daß bei der dort benutzten Grundentfernug von 4 km auf eine 1 km Annäherung an die Alpen eine Laufzeitverkürzung von 1/100 sek kommt. Die gleichen Verhältnisse ergeben sich in Oberbayern, wo Herr Dr. Pallat eine disbezügliche Bearbeitung des B. M. I.-Materials für die Entfernungen 6, 7 und 8 km vornahm. Da die Laufzeitverkürzung bei diesen verschiedenen Grundentfernungen ungefähr gleichmäßig auftritt, ist die Ursache in den jungtertiären und nicht in den älteren Schichten des Alpenvorlandes zu suchen. In größeren Tiefen (größer als 1000 m) wird überdies der wachsende Hangenddruck die beobachteten Unterschiede im elastischen Verhalten mehr und mehr verwischen. Die Laufzeitverkürzung bedingt bei Ravensburg und Memmingen in einem etwa 40 km breiten Streifen eine Laufzeitabnahme von 1·4 auf 1·0 sek für die Strecke von 4 km. Da diese Laufzeitverkürzung offenbar nicht strukturbedingt ist, muß sie eliminiert werden, wenn man die strukturbedingten Laufzeitänderungen unverfälscht erhalten will. Diese Operation wurde in den genannten Arbeitsgebieten versucht. Die verbleibenden, überall relativ geringfügigen Zeitverkürzungen lassen erkennen, daß nur wenige Kurzzeitengebiete existieren, die als strukturbedingt aufzufassen sind. Ein solches Kurzzeitengebiet bei Leutkirch ist in bester Übereinstimmung mit einer Schwereanomalie in der gleichen Lage mit dem gleichen Streichen. Es ist daher mit großer Wahrscheinlichkeit als strukturbedingt anzusehen. Eine endgültige Wertung der so erzielten Ergebnisse kann natürlich erst dann erfolgen, wenn durch Reflexionsmessungen, bzw. Bohrergebnisse die auf Grund des Refraktionsverfahrens vermuteten Strukturen ihre Bestätigung erfahren haben. Auch wenn eine klare Begrenzung der Strukturen nach dieser Methode nicht möglich ist, ist sie doch schon dadurch wichtig, daß man durch sie auf anormal gebaute Gebiete aufmerksam wird; wo keine Laufzeitunterschiede vorkommen, ist mit Strukturen nicht zu rechnen.

Diese Betrachtungen haben zu ausgedehnten Untersuchungen der Laufzeiten und der daraus abgeleiteten Geschwindigkeiten der Schichten im ganzen Alpenvorland geführt. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sind zum Teil so interessant, daß ohne Eingehen auf Einzelheiten, die einer späteren Veröffentlichung vorbehalten sind, einiges davon mitgeteilt werden soll. Um einen Überblick über die Laufzeit- und Geschwindigkeitsverhältnisse in einem Arbeitsgebiet

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

zu erhalten, wurden aus den möglichst zahlreichen Linien für die Laufzeiten von den vollen km (1, 2, 3, 4, 5 km usw.) Mittelwerte gebildet und danach mittlere Laufzeitkurven aufgestellt und mittlere Geschwindigkeiten ermittelt. Die so erhaltenen Laufzeitkurven zeigen überall vom Karpatenvorland bis nach Oberschwaben ein ähnliches Bild, das sich scharf von den in anderen Tertiärgebieten gefundenen unterscheidet. Schon bei Entfernungen von weniger als 1000 m sind mittlere Geschwindigkeiten von mehr als 2000 m/s die Regel. Bei 2—3 km Entfernung werden Geschwindigkeiten von etwa 3000 m/s erreicht, die dann bis 7 km nur noch wenig, normalerweise bis etwa 3500 m/s, ansteigen. Erst in noch größeren Entfernungen werden Geschwindigkeiten von 4000 m/s u. m. erreicht, wobei es aber nicht immer sicher ist, ob diese Einsätze noch zum Tertiär gehören. Diese Geschwindigkeitsverteilung kommt z. B. im Arbeitsgebiet Vilsbiburg zum Ausdruck. Mit Annäherung an das Gebirge ergibt sich dann eine abweichende Geschwindigkeitsverteilung insofern, als nun das Ansteigen zu höheren Geschwindigkeiten schon in kürzeren Entfernungen vor sich geht. Evtl. vorhandene Änderungen in der Sedimentation sind ohne weiteres aus den unsteten Veränderungen der normalen Geschwindigkeiten abzulesen; z. B. konnte die Diskordanz innerhalb des Schliers im Arbeitsgebiet Wels bei etwa 400—600 m Tiefe ohne weiteres festgestellt werden.

Der Übergang zu höheren Geschwindigkeiten vollzieht sich im Osten des Beckens ganz anders als im Westen, wobei offenbar die relative Lage zur Böhmischen Masse oder zu anderen kristallinen Massiven wesentlich ist. Im Osten, wo das Tertiärbecken nur einen schmalen Raum zwischen den Alpen und der Böhmischen Masse einnimmt, ist die Beanspruchung des Tertiärs offenbar am stärksten. Hier begegnen wir hohen Schichtgeschwindigkeiten schon in ganz geringen Tiefen. Die beiliegenden Zahlentafeln geben einen Einblick in dieses Verhalten. Die Einspannung wird bis in die Höhe von Schwanenstadt nach Westen zu immer geringer, westlich des Ortes werden die längsten Zeiten und die geringsten Geschwindigkeitswerte für 3 km erreicht. Anders liegen die Verhältnisse im Westen. Hier besteht eine 40 km breite Zone, bei der, wie oben geschildert wurde, die Geschwindigkeitszunahme nach dem Alpenrande zu allmählich vor sich geht.

Aus den Ziffern der mitgeteilten Zahlentafeln ist zu ersehen, daß im Osten des Alpenvorlandes, wo das Tertiärbecken nur einen verhältnismäßig schmalen Raum einnimmt, die Beanspruchung am stärksten ist und die ganze Breite des Beckens erfaßt. Die Beanspruchung nimmt nun ziemlich kontinuierlich bis in die Höhe der Traun ab, wobei eine schärfere Änderung der Elastizität etwa mit dem Laufe der Enns einzutreten scheint. Entsprechend der nach Westen stärker werdenden Verbreiterung des Beckens bis zur Traun bleiben die Verhältnisse ziemlich unverändert. Es ist nur eine geringe Zeitverkürzung in den Tertiärschichten bis zum Alpenrand festzustellen, die überdies an die oben erwähnte Kurzzeitenachse gebunden ist. Völlig andere Verhältnisse finden wir in Schwaben und Oberbayern. Hier macht sich der Einfluß der Alpen auf die

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

elastischen Eigenschaften des Tertiärs in einer mehr als 40 km breiten Zone bemerkbar, die etwa von Burghausen a. d. Salzach, Wasserburg a. Inn bis nach Memmingen und Waldsee in Schwaben reicht. Es ist wohl kein Zufall, daß die elastischen Eigenschaften der Tertiärbildungen sich so verhalten. Im Osten haben wir kristallinen Unterbau, im Westen sedimentären. Das sedimentäre Substrat ist zusammendrückbar bei einem verhältnismäßig hohen Porenvolumen. Es kann durch Gefügeänderung eine entsprechende Raumverkürzung erleiden. Das wirkt sich wie ein Puffer auf die gebirgsbildenden Kräfte aus, die allmählich zum Erlöschen kommen. Die darüber liegenden tertiären Sedimente sind daher von der Beanspruchung durch die Gebirgsbildung nicht gleichmäßig erfaßt worden, sondern mit wachsendem Abstand vom Gebirge in immer geringerem Maße. Anders verhält sich das Kristallinsubstrat. Es leistet den gebirgsbildenden Kräften weitgehend Widerstand. Es ist wesentlich weniger zusammendrückbar, das Porenvolumen ist ganz gering. Wird bei der Beanspruchung die Festigkeit, bzw. die Elastizitätsgrenze überschritten, so wird der kristalline Block als Ganzes in Mitleidenschaft gezogen, wohl unter Bruchbildung oder Absenkung. Die darüber liegenden tertiären Sedimente sind als Ganzes den entstandenen Raumverkürzungen ausgesetzt. Sie werden mehr oder weniger gleichmäßig beansprucht, was je nach dem Grade der Beanspruchung eine geringere oder größere Änderung der elastischen Eigenschaften zur Folge hat. Auch in dem Fall eines verhältnismäßig schmalen Beckens zwischen Kristallin und Alpen wird die Beanspruchung eine gleichmäßige sein. Die beiden geologischen Einheiten wirken dann wie die Backen eines Schraubstocks und das dazwischen liegende Tertiär entspricht einem eingespannten Werkstück. Leider liegen noch nicht für den ganzen Raum von Wien bis zum Bodensee diesbezügliche Beobachtungen vor. Aber nach den wenigen Ergebnissen scheint es kaum zweifelhaft zu sein, daß es möglich sein wird, das unterirdische Vorhandensein und die Erstreckung kristalliner Massive im Alpenvorland auf Grund des Grades der Beanspruchung der tertiären Sedimente der Beckenausfüllung anzugeben. Bisher haben wir das Verhalten bei kristallinem Untergrund im Raume zwischen Melk und dem Kammer- oder Attersee feststellen können, das Verhalten bei sedimentärem Untergrund im bayrischen Alpenvorland zwischen Salzach und Mangfallknie nach N hin bis in die Höhe von Wasserburg a. Inn und Burghausen a. d. Salzach, im schwäbischen Alpenvorland von der Wertach, bzw. dem Schussen bis nach Memmingen, bzw. Aulendorf. Westlich des Mangfallknies nimmt die Beanspruchung des Tertiärs zu, doch reichen die Beobachtungen zur Abgrenzung eines anormalen Gebietes noch nicht aus, da leider gerade hier nur Beobachtungen mit großen Entfernungen vorliegen und Beobachtungen auf kürzere Entfernungen fehlen. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der in den Schweremessungen erkannte Augsburger Rücken, den man einem kristallinen Kern zuordnen muß, hier noch seine Wirkung erkennen läßt: Einengung des Sedimentationsraumes in westlicher Richtung.

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

Auch da, wo die tertiären Schichten offenbar überhaupt noch keine Beanspruchung durch die Alpen erfahren haben, ist mit besonders hartem (konsolidiertem), tiefem Untergrund zu rechnen. Beispiele dafür sind die Gebiete von Taufkirchen a. d. Pram und das Gebiet westlich Hollabrunn und Laa a. d. Thaya. Ein Beispiel auf beschränktem Raum ist durch das Tertiärbecken gegeben, das nördlich des Strengberger kristallinen Vorsprunges zwischen diesem und dem Hauptteil der Böhmischen Masse eingeschaltet ist. Die in dieser grabenartigen Versenkung abgelagerten Tertiärschichten sind offenbar nur sehr wenig beansprucht, da sie im Schutze einer kristallinen Schwelle zur Ablagerung kamen. Die Laufzeitdiagramme sind in den weit auseinander liegenden Gebieten (Taufkirchen a. d. Pram und Laa a. d. Thaya) außerordentlich ähnlich: in beiden Fällen ist der kristalline Untergrund bekannt. Im Raum zwischen Ulm, Biberach und Memmingen dürften die starren Riffkalke des Weißen Jura eine ähnliche Rolle spielen wie im Osten das Kristallin.

Mit diesen Angaben ist nur ein kleiner Ausschnitt von dem mitgeteilt, was man mit Hilfe von Laufzeitdiagrammen in Tertiärgebieten feststellen kann, aber das wenige zeigt schon, welch wichtige Schlüsse auf gebirgsbildende Vorgänge usw. an Hand dieser Elastizitätsmessungen gezogen werden können.

August Erich, Neuere Untersuchungen in der Grauwackenzone von Bernstein im Burgenland. Vorläufige Mitteilung. (Aus dem Geologischen Institut der Universität Wien.)

Der Verfasser übernahm die Aufgabe, im Gebiet zwischen Kirchschlag in Niederösterreich und Pinkafeld im Burgenland die Grenze zwischen dem Kristallin der sogenannten „Kernserie" und der „unteren Grauwackendecke" festzustellen, sowie eine genaue Untersuchung der bezüglichen Gesteine vorzunehmen.

Die Untersuchungen führten zu einer Neuaufnahme, und zwar von Ungerbach S Kirchschlag bis S Bernstein und W Hochneukirchen bis O Lebenbrunn (Zöberntal). Außerdem wurde auch die, S der Krumbachersenke auftretende isolierte Scholle von Möltern bei Schönau im Gebirge in die Begehungen einbezogen.

Es liegen bisher folgende, kurz zusammengefaßte Ergebnisse vor:

Das vorpaläozoische Grundgebirge unserer Grauwackenzone setzt sich im wesentlichen aus der, schon von H. Wieseneder gekennzeichneten Grobgneisserie zusammen.

Der eigentliche Grobgneis, ein kataklastischer Granitgneis weist in den Randgebieten voneinander abweichende Ausbildungstypen auf, auch sind Übergangsformen zu seinen Hüllschiefern und von Ganggesteinen, Aplite nicht selten zu beobachten (SW Kirchschlag—Seiser Wirtshaus).

Das Dach des Grobgneises bilden im wesentlichen Paraschiefer und Amphibolite, wobei die häufigste Verbreitung den zumeist granatführenden Muskowitschiefern zukommt (SO Hochneukirchen, S Bernstein und im Schirnitzgraben, östlich der Güns),

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Verhandlungen der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 1945

Band/Volume: 1945

Autor(en)/Author(s): Reich Herm.

Artikel/Article: Seismische Probleme im Alpenvorland 55-66