

II. Besprechungen.

B. Unter der Redaktion der Deutschen geologischen Gesellschaft.

Die Entwicklung der Anschauungen über Strati-graphie u. Tektonik im oberbayr. Molassegebiet.

Von Dr. K. A. Weithofer.

Bezüglich der grundlegenden Gliederung und der Darstellung des Aufbaues der oberbayrischen Molasse können wir uns begnügen, auf den Altmeister bayrischer Geologie, GÜMBEL, zurückzugreifen¹⁾; was vorher liegt, hat wohl nur historisches Interesse, findet sich übrigens bei GÜMBEL 1861, S. 684 und 704 ausführlich zusammengestellt.

GÜMBEL unterscheidet 4 konkordant aufeinanderfolgende Schichtengruppen, von denen die beiden unteren dem Oligocän, die beiden oberen dem Miocän angehören (1894, S. 274):

- 4) Obere Süßwassermolasse = mittleres und oberes Miocän,
- 3) Obere Meeresmolasse = unteres Miocän,
- 2) Untere Süß- und Brackwassermolasse (samt bunter Molasse) = oberes Oligocän
- 1) Untere Meeresmolasse = mittleres Oligocän.

Nach seiner Darstellung legt sich die untere Meeresmolasse überall dem Alpenrande direkt an und hebt sich nur noch in einem Sattel weiter nördlich aus den jüngeren Schichten nochmals zutage (1894, S. 279).

Der tiefste Teil der Brackwassermolasse ist durch stärkere Vertretung von Konglomeraten und festen Sandsteinen ausgezeichnet (sog. Bausteinzone) (1894, S. 325), darüber folgen dann die Schichten mit den tieferen (Haushamer) Flözen; die mittlere Region ist flözärmer und geht gegen Westen in die bunte Molasse über, die obere Region enthält die Flötze von Au, Miesbach, Penzberg und Peissenberg. Die bunte Molasse nennt er bald marin, bald brackisch, bald spricht er sie als Süßwasserbildung an.

Darauf folgt nach ihm dann die obere Meeresmolasse »unmittelbar« und in »vollständig gleichförmiger Lagerung« (1894, S. 283, 326, 330 u. a.²⁾), und ebenso weiter die obere Süßwassermolasse.

¹⁾ Hauptsächlich: GÜMBEL, Geogn. Beschreibung d. bayr. Alpengebirges. Gotha 1861, u. Geologie v. Bayern, II. Bd. Cassel 1894.

²⁾ Nur an einer Stelle erwähnt er eine nach ihm offenbar nur lokale Störung zwischen oligocäner und miocäner Molasse, aufgeschlossen in einem Graben am Südgehänge des Auerberges bei Lechbruck (1861, S. 73), wo nordfallende Schichten der bunten Molasse an südfallende Konglomerate der jüngeren Molasse »unmittelbar und ungleichförmig« abstoßen.

Bezüglich der Tektonik vertritt GÜMBEL bekanntlich die Anschauung, daß die Peissenberger Flöze einem überkippten Muldenflügel angehören, daher die älteren Schichten im Süden (und Hangenden der Flöze), die jüngeren im Norden (und Liegenden) sich befinden. Es folgt dies notwendig aus seiner angeführten Meinung, daß Oligocän und Miocän konkordant aufeinander liegen.

Die später von andern konstatierte große Störungszone zwischen Oligocän und Miocän ist zwar zu seiner Zeit, abgesehen von jener erwähnten Stelle am Auerberg, durch den von ihm studierten und 1861, Taf. 40 abgebildeten Oberbaustollen in Peissenberg durchfahren worden, doch bemerkt er hierüber nur (1861, S. 725): »Als Hangendes (bei der umgestürzten Lagerung scheinbar Liegendes) dieser Kohlenregion gibt sich ein ziemlich weicher Mergel zu erkennen. Derselbe umschließt in einer Entfernung von 51 Lachter unter dem letzten, nördlichsten Kohlenflöz ein Austernlager«. Diese »ziemlich weichen Mergel« umfassen offenbar die Störung. Auch 1861 S. 726, sowie 1894 S. 331 und 333 findet sich keine genauere Angabe über diese kritische Region.

Was diese mehrfach angeführten Mergel waren, ist heute nicht mehr gut festzustellen, insbesondere ob sie nicht etwa den in der Störung eingeklemmten Trümmern entsprochen. Jedenfalls wurden sie natürlich ihrem Wesen nach nicht erkannt.

Die bunten Mergel im Süden der Peissenberger Kohlschichten kennt GÜMBEL selbstredend, doch bieten sie ihm bei seiner Grundanschauung keine Schwierigkeiten; sie sind eben die bunte Molasse, wie sie auch in Penzberg im Liegenden der kohleführenden Schichten auftreten.

Auch die später soviel genannten »Glassande« sind ihm nicht entgangen; S. 336 seiner Geologie v. Bayern, II. Teil, 1894, erwähnt er in Penzberg ausdrücklich »unter den mit dem Kohlenflöz wechselnden Sandsteinlagen besonders noch jene etwa 500 m im Hangenden des Flözes 20 vorkommenden, bei dem Gehöfte Daser zutage austreichenden des sog. Glassandes in zwei nahe beieinander liegenden Flözen, welche einen ziemlich reinen weißen Sand liefern und als sehr charakteristisch und für das Erkennen der Flöze orientierend auf weite Strecken verfolgt werden können.«

S. 325 (1894) erwähnt er die Glassande wieder als Begleitschichten der oberen Region der brackischen Molasse; nachdem er die Penzberger Sande im Hangenden der Flöze weiß, hätte er sie in Peissenberg im scheinbaren Liegenden (d. h. im Süden) der dortigen Flözregion, die auch nach ihm ja mit der Penzberger gleichaltrig ist, suchen müssen; da sie aber in Wirklichkeit an solcher Stelle liegen, nach der sie seiner Anschauung entsprechend älter sein mußten als die kohleführenden Cyrenenschichten, so muß angenommen werden, daß er sie in Peissenberg überhaupt nicht gekannt oder nicht beachtet hat.

Dagegen sind ihm in Peissenberg marine Lagen bekannt, die heute als Äquivalente der Promberger Schichten angesehen werden. So aus

dem Sulzer Steinbruch, wenn es ihm (1861, S. 693) auch noch »schwierig ist, darüber in Klare zu kommen, ob dieser Sandstein nicht bereits der . . . oberen Meeresmolasse angehöre. Die Beobachtung der weiteren Verbreitung des Sulzer Sandsteines über das Hörnle gegen die Schweig und die Kohlengrube, also südlich der kohlenreichen Zone, spricht jedoch mit mehr Wahrscheinlichkeit für einen Analogie mit der südlich von dem Cyrenenmergel vorgelagerten Sandsteinschicht, welche bei der Steinfallmühle besonders häufig *Mytilus aquitanicus* umschließt.« (Ähnliches auch S. 726.) Es scheint ihm daher eine gewisse Analogie mit auch im Unterbaustollen durchörterten Schichten der »der Kohlenzone südlich vorgelagerten Sandsteinbildungen« (S. 726), die »unbezweifelt der kohlenreichen Zone im Alter vorangeht« (S. 692), zu bestehen. Auch aus der Nonnenwaldmulde bei Penzberg (also aus typischen Promberger Schichten) müssen ihm marine Versteinerungen unter die Augen gekommen sein, doch hält er sie seiner Gesamtauffassung entsprechend hier für miocän (1894, S. 336).

Da die Ergebnisse der GÜMBELschen Forschungen die Grundlage für alle späteren Untersuchungen gaben, wurden sie etwas ausführlicher dargelegt und auch auf jene Punkte zu verweisen versucht, die er zwar damals in ihrer Bedeutung nicht gekannt, die aber später von Wichtigkeit geworden sind.

Aus dieser Zeit behandelt sonst nur eine im Jahre 1890 veröffentlichte Arbeit KORSCHELTS¹⁾ ein räumlich und zeitlich beschränktes Gebiet, die für die allgemeine Auffassung unserer Fragen von keinem weiteren Einflusse ist. Über die Stellung dieser hier behandelten tieferen Schichten gab es fernerhin wohl kaum mehr einen Zweifel.

Wesentlich anders verhält es sich dagegen mit den jüngeren Horizonten und dem Verhältnis zwischen oligocäner und miocäner Molasse gemäß der Darstellung GÜMBELS.

Da war es vor allem das in den jüngsten Schichten der Brackwassermolasse vorkommende Niveau der sog. Quarz- oder Glassande, das von nun an eine hervorragende Rolle spielen sollte.

Auf deren Eigenschaft als orientierenden Horizont weist — nebst jener erwähnten früheren Bemerkung GÜMBELS — 1893 STUCHLIK²⁾ nachdrücklich hin, wenn er den Gedanken an dieser Stelle auch nicht näher ausführt. Doch hat er dieselben bei seiner damaligen geologischen Aufnahme des oberbayrischen Kohlengebietes eingehend verwertet und insbesondere auf die Doppellage der Sande bei Penzberg und Peissenberg hingewiesen. Als notwendige und unmittelbare Folge kommt er dabei natürlich zur Ablehnung der überkippten Stellung der Peissenberger Flöze.

¹⁾ KORSCHALT, Die Haushamer Mulde östl. der Leizach bei Miesbach. Geogn. Jahresh., München, Bd. III, S. 44.

²⁾ STUCHLIK, Geol. Skizze des oberbayr. Kohlenreviers. Österr. Ztschr. f. B.- u. H., 41. J., 1893, S. 380.

Im übrigen bespricht er die auch schon GÜMBEL bekannten Muldenbildungen innerhalb der Brackwasserschichten und die große Störungslinie, die zwischen der südlichsten (Haushamer) Mulde und der nördlich vorgelagerten bis in die Gegend südlich von Peissenberg sich erstreckt.

1894 brachte ROTHPLETZ¹⁾ die Mitteilung, daß im Isartal nördlich von Tölz außer am Südrande der Molasse noch zwei weitere Aufbrüche von unterer Meeresmolasse vorhanden seien: Im Abberggraben und dann weiter flußabwärts beim sog. Schiffbartel. Durch GÜMBEL und AMMON²⁾ wurde jedoch die Unrichtigkeit dieser Auffassung dargetan, insofern als im Abberggraben nur Cyrenenschichten vorhanden sind, beim Schiffbartel es sich jedoch ausschließlich um die miocäne jüngere Meeresmolasse handelt, und zwar um ein Alter »nicht niedriger als mittelmiocän« (a. a. O., S. 16).

Einen Irrtum GÜMBELS berichtigte ferner 1897 WOLFF³⁾, indem er auf Grund seiner eingehenden paläontologischen Untersuchungen zu dem Schlusse kommt, daß die untere Meeresmolasse nicht dem Mitteloligocän, sondern samt den Cyrenenschichten dem Oberoligocän (S. 299) angehöre.

Da auch er, gleich wie STUHLIK, das Vorkommen der beiden Glas sandlager bei Peissenberg angibt, wird er natürlich auch zu der Annahme gedrängt (S. 226 ff.), daß die GÜMBELsche Ansicht betreffs der überkippten Stellung der dortigen Flöze anfechtbar sei. Er vermag sich aber noch nicht zu entscheiden und findet, daß »die Tektonik des Peissenbergs also noch keineswegs genügend aufgeklärt« ist.

In einem gelegentlich des Bergmannstages in München am 30. August 1898 gehaltenen⁴⁾ Vortrage übernimmt HERTLE im großen und ganzen die GÜMBELsche Schichteinteilung, sieht sich aber durch die im Norden der Penzberger, wie der Miesbacher Grubenbaue angefahrenen großen Gebirgsstörungen veranlaßt, »ein Durchstreichen derselben längs des ganzen Kohlengebietes anzunehmen.«

Eine genauere Gliederung der jüngeren Schichtenglieder veröffentlichte 1899 der Verfasser⁵⁾, wobei folgende — natürlich nur in einigen Punkten neue — Einteilung aufgestellt wurde.

8) Obere Meeresmolasse GÜMBELS; große Störung;

7) Promberger Schichten, marin;

¹⁾ ROTHPLETZ, Geolog. Querschnitt durch die Ostalpen, Stuttgart 1894, S. 102.

²⁾ GÜMBEL u. AMMON, Das Isarprofil durch die Molasseschichten nördl. v. Tölz. Geogn. Jahresh. X. Jahrg., 1897.

³⁾ WOLFF, Die Fauna der südbayr. Oligocänmolasse. Paläontographica, 43. Bd., 1897, S. 223.

⁴⁾ HERTLE, Das oberbayr. Kohlenvorkommen und seine Ausbeute. Ztschr. »Glück auf« Essen, 34. J., 1898, Nr. 44.

⁵⁾ WEITHOFER, Zur Kenntnis der oberen Horizonte der oligocänen Brackwassermolasse Oberbayerns usw. Verh. K. K. geol. Reichsanst. Wien, 1899, H. 10, S. 269.

- 6) Obere Glassande, zu oberst meist schon marin, sonst brackisch;
- 5) Schwaiger Schichtengruppe der Cyrenenschichten mit Schwaig- und dem Neumayerflöz;
- 4) Unterer Glassand, brackisch;
- 3) Cyrenenschichten oder Brackwassermolasse, und zwar zunächst die Schichtengruppe der Peissenberg-Penzberg-Miesbacher Flöze;
- 2) Tiefere Cyrenenschichten mit der Schichtengruppe der tieferen oder Haushamer Flöze, im Westen zum Teil durch die »bunte Molasse« ersetzt;
- 1) Untere Meeresmolasse.

Vor allem findet sich hier der Nachweis für das Auftreten jener großen Störung durchgeführt, welcher die oligocäne Molasse von der miocänen trennt, und der Nachweis ferner über das Vorkommen von bisher unbekannten und mächtigen marinen Schichten, der Promberger Schichten, über dem Horizonte der Glassande. Da die Fauna dieser neu aufgestellten Promberger Schichten aber mit jener der unteren Meeresmolasse ganz oder nahezu ganz übereinstimmt, ergab sich auch die notwendige Schlußfolgerung, daß die ganze Brackwassermolasse eigentlich nur eine andere Ausbildungsform eines mittleren Teiles der »unteren« Meeresmolasse sei, gerade so wie in ihr die bunte Molasse wiederum einen größeren oder geringeren Teil der mittleren Brackwassermolasse vertritt.

Eine noch weitere Durchführung erfuhr diese Anschauung in einer zweiten Arbeit des Verfassers vom Jahre 1902¹⁾, in der auch der Natur der »bunten Molasse« speziell ein Abschnitt gewidmet wurde. Es wird dabei auch auf die nunmehr sehr merkwürdige Tatsache des Auftretens solcher Schichten von bunter Molasse im Hangenden des Glassandhorizontes bei Peissenberg hingewiesen; bei Gelegenheit der Untersuchung von reichlichen Proben aus den hangenden Partien des Unterbaustollenhauptquerschlagcs — mit Rücksicht auf das zu erwartende Auftreten der neuen marinen »Promberger Schichten« (a. a. O. S. 62) — zeigte es sich, daß alle diese Proben vor allem vollkommen frei von allen Meeresorganismen — auch unter dem Mikroskop — waren, und nur einige wenige Reste von Land- oder Süßwasserschnecken führten. Auch das äußere Aussehen führte dazu, sie unbedingt als »bunte Molasse« zu bezeichnen. Höchst auffallend war nur ihre stratigraphische Stellung im unmittelbaren Hangenden des STUCHLIKSchen oberen Peissenberger Glassandes, wo sonst marine Promberger Schichten zu erwarten wären. (An und für sich bekannt waren sie ja schon seit GÜMBEL)

Da aber eine weitere Untersuchung dieser widersprechenden Sachlage

¹⁾ WEITHOFER, Einige Querprofile durch die Molassebildungen Oberbayerns. Jahrb. d. K. K. geol. Reichsanst. Wien, 1902, H. 1, S. 39.

nicht vorgenommen werden konnte, mußte damals der bloße Hinweis genügen, daß eine Erklärung nur entweder in verschiedenen Facies-verhältnissen zu suchen sei oder in der Annahme von großen Störungen.

Die bunte Molasse wird hierbei auch entgegen den bisherigen Ansichten über ihre Entstehung als Ergebnis weitgehender Verlandung dieser Gebiete in Verbindung mit Süßwasserbildungen bezeichnet.

Eine etwas eingehendere Besprechung der Peissenberger Verhältnisse finden wir wieder 1900 bei AMMON¹⁾. Er führt als leitende Horizonte die beiden etwa 200 m voneinander entfernten Quarz- oder Glassandlagen an, von denen die obere etwa dem Niveau des Fundpunktes seiner *Daemonehelix* entspricht. Er erwähnt, daß in den Schichten über dem oberen Glassand während der letzten Jahre an mehreren Plätzen marine Versteinerungen gefunden worden waren, die aber offenbar nicht zur Fauna der oberen Meeresmolasse gehören, sondern zu den kürzlich aufgefundenen Promberger Schichten. Er bespricht auch etwas eingehender die ihm von dem Verfasser dieses zum näheren Studium übergebenen Fossilien dieser Schichten und kommt zu dem gleichen Resultate, daß diese Schichten eine auffallende Ähnlichkeit mit jenen des *Pectunculus*-Sandes bei Gran (Ungarn) besitzen. Er weist ferner als Ergebnis des Studiums der Zusammensetzung dieser Promberger Fauna darauf hin, daß sie charakteristische Elemente aus der Fauna der unteren Meeresmolasse führt, jedoch auch solche, die schon einen etwas jüngeren Charakter tragen, was sich ja durch das Auftreten dieser Schichtengruppe auch sehr gut erklären läßt; immerhin sei diese Grenzfauna der Promberger Schichten mit Sicherheit als eine oberoligocäne aufzufassen, woraus dann auch von selbst folgt, daß auch der ganze Komplex der kohleführenden Cyrenenschichten oberoligocän sein müsse.

Eine wichtige Aufklärung über diese Verhältnisse der jüngeren Peissenberger Schichten brachte 1903 die Dissertationsarbeit von BÄRTLING²⁾, indem er aus dem Sulzer Steinbruch im Hangenden des oberen Glassandes eine Lage mit den charakteristischen Versteinerungen der Promberger Schichten auffand³⁾, und als Resultat seiner Untersuchungen im Felde bezüglich jenes auffallenden Vorkommens von bunter Molasse im Hangenden der kohleführenden Schichten bei Peissenberg seiner Ansicht Ausdruck verlieh (S. 15 und 16), daß diese obere bunte Molasse sich »den Cyrenenschichten vollständig konkordant ohne eine nachweisbare Störung auflegt«. »Nach Westen zu verschwinden

1) v. AMMON, Über das Vorkommen von »Steinschrauben« (*Dämonhelix*) in der oligocänen Molasse Oberbayerns. Geogn. Jahresh., München 1900, S. 55.

2) BÄRTLING, Die Molasse und das Glazialgebiet des Hohengrissenbergs und seiner Umgebung. München, 1903.

3) Auch WOLFF erwähnt l. c. schon das Vorkommen von *Pholodomya Puschii* im Steinbruch bei Sulz, im Tiefstollen und Mittelstollen in Peissenberg, ebenso wie GÜMBEL 1861 eine marine Sandsteinbank im Unterbauchstollen 150 Lachter vom Schachte weg, also zwischen den beiden Glassanden.

die Promberger Schichten, und es findet sich an ihrer Stelle obere bunte Molasse« (S. 15).

Da die obere bunte Molasse aber sehr mächtig ist, muß angenommen werden, daß BÄRTLING sie auch über den Promberger Schichten gelegen ansieht, wo letztere vorkommen.

Bezüglich der oberen Meeresmolasse vertritt er die Ansicht, daß der älteste Teil des Miocäns hier vollständig fehlt, insbesondere das ganze untere Miocän, und »die obere Meeresmolasse nur das mittlere Miocän repräsentiert« (S. 16; vgl. auch GÜMBEL und AMMON, a. a. O.).

Mit dieser Arbeit BÄRTLINGS sind eigentlich alle Schichtenelemente des Ostens auch in Peissenberg unzweifelhaft festgelegt und die Verhältnisse bezüglich Schichtenfolge und Tektonik geklärt. Spätere Diskussionen bringen nur mehr Einzelheiten über die wirklichen oder vermeintlichen Grenzen zwischen Promberger Schichten und dem Glassandhorizonte, sowie zwischen letzterem und den tieferen Cyrenenschichten.

Einen Rückschlag in die alte GÜMBELSche Auffassung von der überkippten Stellung des Peissenberger Kohlenflözes bedeutet ROTHPLETZ' Veröffentlichung vom Jahre 1904¹⁾, doch konnte sie sich keine Geltung verschaffen.

Im Gegensatz zu BÄRTLING leugnet STUCHLIK 1906²⁾, daß BÄRTLINGS Promberger Funde über dem oberen Glassande liegen, sondern »diese Promberger Versteinerungen finden sich daselbst nur im Liegenden des oberen Glassandes in einzelnen gering mächtigen, marinen Zwischenlagen« (a. a. O. S. 67). Das Äquivalent der Promberger Schichten Penzbergs sei in Peissenberg die obere bunte Molasse (S. 66).

Erwähnt muß dabei jedoch werden, daß auch BÄRTLING, wie ja schon GÜMBEL, von Bänken mit marinen Versteinerungen Erwähnung tut, die sich innerhalb der Cyrenenschichten finden, so S. 11 (BÄRTLING a. a. O.) bezüglich jener bekannten und auffallenden Bank bei Steinfeld. Auch aus den Nachbarschichten von Flöz Nr. 7 erwähnt STUCHLIK ferner marine Versteinerungen.

1909 berichtet dann KOEHNE³⁾ zunächst kurz über das Resultat einer neuen Tiefbohrung I, südlich von Peissenberg, deren praktische Ergebnisse übrigens leicht vorauszusehen waren. Sie ist in der oberen bunten Molasse angesetzt und unter der Peissenberger Flözgruppe bei 916,05 m abgebrochen worden. Eine Tiefbohrung Nr. II wurde dann im Osten von Peissenberg im Grandelmoos angesetzt; sie durchfuhr jedoch bis zu ihrer größeren Tiefe von über 1000 m nur bunte Molasse; KOEHNE vermutet die Flöze daher in noch größerer Tiefe, vielleicht 1700 m.

1) ROTHPLETZ, Die fossilen oberoligocänen Wellenfurchen des Peissenberges usw. Sitzgsber. d. kgl. bayr. Akad. d. Wiss., math.-phys. Kl., Bd. 34, 1904, S. 371.

2) STUCHLIK, Die Faciesentw. d. südbayer. Oligocänenmolasse. Dissertation. München 1906 (erschienen zugleich im Jahrb. K. K. geol. R.-A. Wien, 56. Bd.).

3) KOEHNE, Über die neueren Aufschlüsse im Peissenberger Kohlenrevier. Geogn. Jahresh. München 1909, 22. Jahrg., S. 303.

Dann teilt er mit, daß er STUCHLIKS oberen Glassand in Wirklichkeit nirgends auffinden konnte, daß daher dessen Feststellung in Peissenberg einem Irrtum STUCHLIKS zuzuschreiben wäre. Die endgültige Aufklärung erfordere daher noch weitere Untersuchungen. Ferner berichtet er über eine schmale Zone gefleckter Mergel, welche sich an den Hauptsprung nach Süden zu zunächst anlegen; an mehreren Punkten hätte er sie konstatiert. Auch STUCHLIK hatte jedoch die meisten dieser Punkte bereits gekannt und die daselbst angefahrenen Schichten als »Zerrüttungszone« bezeichnet (a. a. O. S. 41), im Profil Taf. II seiner Dissertation sogar ausdrücklich als »bunte Molasse« eingetragen, die allerdings in normaler Lagerung die jüngeren Meeresmolasse im Norden der Störung unterlagern sollte.

Im Jahre 1911 erschien eine Entgegnung von STUCHLIK¹⁾, aus der seine Ansicht hervorzuheben ist, die Peissenberger Tiefbohrung II sei nicht, wie KOEHNE meint, in der normal den Peissenberger Kohlen-schichten aufgelagerten oberen bunten Molasse angesetzt, unter der dann in entsprechend großer Tiefe die Flöze angetroffen werden müßten, sondern etwa in jenem in der Zerrüttungszone der Hauptstörung in steiler Stellung eingeklemmten Stück der jüngeren bunten Molasse, daher der Fehlgang der Bohrung ohne weiteres erklärlich²⁾.

Im übrigen verteidigt er nachdrücklich das Vorkommen von 2 Glas-sandlagen auch bei Peissenberg.

Im gleichen Jahre erwiderte KOEHNE³⁾; doch bringt diese Kontroverse nichts wesentlich Neues oder Entscheidendes.

Zum Schlusse nur gibt er eine vorläufige kurze Übersicht über die von ihm aufgestellte Schichtengliederung im Peissenberger Reviere:

- 5) Zu oberst die »jüngere bunte Molasse«; bei Peissenberg etwa 1000 m mächtig und in ihrer untersten Partie das sog. Unterbaufloß führend. Bei Penzberg größtenteils wegge-waschen; nur das Daserfloßvorkommen dürfte den letzten Rest darstellen.
- 4) »Unter der »jüngeren bunten Molasse« folgen die Promber-ger Schichten, welche in Penzberg rein marin sind, in Peissenberg brackische Einlagerungen enthalten.«
- 3) Darunter dann in beiden Revieren die floßführenden Cyrenen-schichten, und zwar:
 - c) »Im Hangenden wie im Liegenden von Flöz 32 finden sich bei Penzberg auffallend weiche Sandsteinbänke, welche als

1) STUCHLIK, Die Peissenberger Tiefbohrungen usw. Ztschr. f. prakt. Geol. 19. Jahrg. 1911. S. 225.

2) Eine 3. Ansicht hegt man übrigens auch in Werkskreisen, die Bohrung sei in der normal im Hangenden der Flöze gelegenen jüngeren, bunten Molasse angesetzt, hätte aber bei ca. 700 m die Störung durchfahren und sei dann in die in der Störungszone eingeklemmte jüngere bunte Molasse geraten.

3) KOEHNE, Zur Geologie des Peissenberger Kohlenreviers. Geogn. Jahresh. 1911, 24. Jahrg., S. 209.

»oberer Sand« zusammengefaßt werden. Auch bei Peissenberg finden sich in der Nähe von Flöz 1 besonders weiche Sandsteine, welche als Äquivalent des »oberen Sandes« von Penzberg anzusprechen sind.«

- b) Für die weiter im Liegenden folgenden Schichten bis zum »unteren Sand« wird nach den bei Penzberg darin befindlichen Flözen der Name »Schwaig-Neumayer-Schichten« vorgeschlagen. Sie sind in Peissenberg viel weniger mächtig als in Penzberg, auch nicht so mergelig entwickelt wie dort, sondern mehr sandig.
 - a) Der »untere Sand« bei Penzberg, bei Peissenberg und noch weiter im Westen am Bühlach.
- 2) Die produktiven Cyrenenschichten mit der Mehrzahl der bauwürdigen Flöze; endlich
- 1) Die »untere bunte Molasse Penzbergs, sowie wahrscheinlich die in der Tiefbohrung I bei Peissenberg zu tiefst erreichbaren Schichten.

Die gleiche Einteilung bringt 1911 unter Berufung auf KOEHNE auch AMMON in seiner Arbeit über die »Schildkröten aus dem Regensburger Braunkohlenton«¹⁾.

Zu dieser Einteilung ist jedoch vor allem zu bemerken, daß die gleiche im großen und ganzen auch schon BÄRTLING festgestellt hat; nur bezeichnet BÄRTLING noch die oberen Glassande STUCHLIKS als »oberen Sand«, während nunmehr obige zwei Glassandhorizonte KOEHNES stark zusammengedrückt und in die Region des STUCHLIKSchen »unteren Sands« gestellt werden.

Die Namengebung unter 3 b) ist überflüssig und irreführend, da diese gleichen Schichten schon vom Verfasser dieses 1899 (S. 282) als »Schwaiger Schichtengruppe« der Cyrenenschichten eingeführt wurden.

Eine Veröffentlichung BÄRTLINGS im Jahre 1912²⁾ setzt sich gleichfalls vorwiegend mit den Darlegungen der vorerwähnten Arbeit STUCHLIKS auseinander, gibt die frühere Stellungnahme ihres Verfassers bezüglich der oberen Glassande im STUCHLIKSchen Sinne auf und schließt sich der soeben mitgeteilten Abänderung KOEHNES an.

Noch einmal faßt dann KOEHNE seine Anschauungen über die Verhältnisse bei Peissenberg 1912 zu einem Aufsatz zusammen³⁾: Die beiden Glassandhorizonte Penzbergs sind im Osten des Peissenberger Revieres schlecht entwickelt. Selbst der Sand tritt hier oft nur als kalkig gebundener, zum Teil sogar grobkörniger Sandstein auf. Darüber folgt das Flöz 4 und dann fast ausschließlich Sandsteine ohne Flöze. Besser

¹⁾ Separatbeilage z. 12. Jahresber. d. naturwiss. Ver. Regensburg für die Jahre 1907—1909. Regensb. 1911.

²⁾ BÄRTLING, Zur Tektonik des Hohenpeissenberges. Ztschr. f. pr. Geol. 20. Jahrg., 1912, Heft 3.

³⁾ KOEHNE, Geol. Rundschau, 1912, Heft III, S. 407.

sei die Entwicklung weiter im Westen des Grubenfeldes. »Sie besteht hier aus Sandsteinen, in welchen die Flöze 2 und 3 dicht beisammen in Begleitung von Mergelschiefern eingelagert sind. In ihrem hangendsten Teil enthält sie das Flöz 1. Im Liegenden von Flöz 4 befindet sich echter Glassand in 15 m Mächtigkeit, darunter der weiche Sandstein mit festen Kugeln und darunter die Liegendbank des unteren Sandes.«

Noch besser sei das Vorkommen noch weiter im Westen am Bühlach entwickelt. Der Glassand sei hier in typischer Form vorhanden, ebenso die Schwaiger Schichtengruppe wieder ähnlicher dem Penzberger Vorkommen ausgebildet.

Die Promberger Schichten seien im Ostfeld der Grube Peissenbergs gegen die tieferen Schwaiger Schichten nicht scharf abgegrenzt und bestehen aus Sandsteinen mit eingelagerten Mergelschiefern. In solchen Sandsteinen fand BÄRTLING 1903 die marinen Versteinerungen im Sulzer Steinbruch. Ähnliches gälte auch für den Westen der Grube. Die Fossilien sind hier teils marin (Steinfallmühle bei BÄRTLING u. a.), teils brackisch.

Über den Promberger Schichten folgt die bunte Molasse mit lagenweise auftretenden *Helix*-resten, daher (?) sie als Süßwasserbildung aufzufassen sei.

Auch in der großen Störungszone ist sie eingeklemmt.

Im gleichen Jahre beschäftigte sich eine kleinere Notiz KOEHNE¹⁾ mit den stratigraphischen Ergebnissen einer Tiefbohrung am Bühlach bei Peiting, westlich von Peissenberg. Durch seine neue Schichteneinteilung sei es »möglich geworden, die rätselhaften geologischen Verhältnisse« hier zu erklären. Es will jedoch scheinen, daß die »neue« Einteilung hiermit gar nichts zu tun hat; nachdem die hier deutlich schon obertags aufgeschlossenen Quarzsandlagen einmal bekannt waren, konnte wohl für niemand auch früher schon der geringste Zweifel bestehen, daß die Peissenberger Flöze im Liegenden dieser Sande zu suchen seien. Daß GÜMBEL seinerzeit anderer Ansicht war, lag naturgemäß in seiner wesentlich verschiedenen Auffassung der bezüglichen Schichtenglieder. Dagegen war GÜMBEL im Norden des Bühlachs die miocäne Meeresmolasse schon bekannt (1894, S. 330) und BÄRTLING zeichnet 1903 südlich derselben auch noch die große Störung ein. Wie deutliche Aufschlüsse zwischen dieser jüngeren Meeresmolasse und dem nördlichsten durch Schurfbau bekannten Flöze zeigen, ist auch die jüngere bunte Molasse, offenbar wie bei Peissenberg in der Störungszone eingeklemmt, hier vertreten, gleichwie auch wieder an dem den südlichsten Teil des Bühlachs verquerenden Fahrweg, also normal im Hangenden der Flöze. Promberger Schichten sind obertags nicht aufgeschlossen.

Mit den Ergebnissen eines gegen 7 km langen Stollenaufschlusses im Osten, im Leitzachtale, machte schließlich Ende 1912 der Verfasser

¹⁾ KOEHNE, Stratigr. Ergebn. einer Tiefbohrung am Bühlach im oberbayer. Kohlenrevier. Ztschr. d. deutsch. geol. Ges. Bd. 64, 1912, S. 63.

bekannt. Von Wichtigkeit ist, daß hier über dem Glassandhorizont die Promberger Schichten etwa 320 m mächtig nachgewiesen werden konnten, darüber aber noch gegen 150 m Cyrenenschichten und dann 250 m breit die große Störungszone, in der neben Cyrenenschichten und Quarzsanden in ausgedehntem Maße Trümmer der jüngeren bunten Molasse auftreten¹⁾.

Gegenüber den an den Anfang gestellten GÜMBELschen Darlegungen ist es daher ein wesentlich anderes Bild, das den heutigen Ansichten entspricht.

Das ursprünglich überall verbreitete oberoligocäne Meer der unteren Meeresmolasse zieht sich zurück und das Brackwasser der Cyrenenschichten tritt auf der ganzen Linie seine Herrschaft an. Jedoch nur im Osten vermag es sich für längere Dauer zu halten; gegen West zu schreitet die Abkehr vom marinen Typus — und zwar je weiter nach Westen desto früher — noch weiter vor und macht hier direkt einer Verlandung in Verbindung mit Süßwasserbildungen Platz (ältere bunte Molasse). Die letzten östlichen Spuren davon finden sich in der Gegend von Miesbach. Geradezu vorherrschend wird dieser Typus dagegen westlich vom Lech.

Dann dringen aber die Brackwasserfluten von Ost gegen West neuerdings vor und besetzen schließlich wieder das ganze frühere Areal. Die Aumiesbach-Penzberg-Peissenberger Flöze sind darin zur Ablagerung gelangt.

In ihrem hangendsten Teile stellen sich, über das ganze Gebiet verbreitet, eigentümliche Quarzsande in meist mehreren Bänken ein. Ihr Beginn, die untere Quarzsandlage, wird allgemein als leitender Horizont anerkannt; die Mächtigkeit dieses ganzen Schichtenkomplexes der Quarzsande, der Quarzsandhorizont, scheint Schwankungen zu unterliegen.

Nach seiner Ablagerung bricht jedoch das oberoligocäne Meer über die ganze Erstreckung nochmals herein — nachdem es übrigens schon früher in kleineren Einbrüchen einzelne marine Bänke deponiert hat — und setzt die Promberger Schichten ab. Diese scheinen dann meist abermals in mehr oder minder ausgeprägte brackische Cyrenenschichten überzugehen oder lokal solche sogar einzuschließen (Peissenberg) und endlich sehen wir neuerdings die Verlandung der jüngeren bunten Molasse platzgreifen; im Westen, bei Peissenberg, ist dies wenigstens unmittelbar zu beobachten, im Osten, im Leitzachtal, angedeutet.

Weiter geht nun die direkte Schichtenfolge nicht. Eine gewaltige Störungszone trennt — in Form einer Überschiebung — über die ganze Erstreckung diese oligocänen Gebilde von der nächsten, nach bisheriger Kenntnis stets nördlich davon gelegenen Schichtenserie der miocänen »jüngeren Meeresmolasse« und der »jüngeren Süßwassermolasse« GÜMBELs. Letztere tritt übrigens auch wieder zumeist in der Facies der schon genannten »bunten« Molasse mit hauptsächlich Land-

¹⁾ WEITHOFER, Verh. K. K. geol. R.-A. 1912, S. 347.

schneckenresten auf. Daß für das untere Miocän auch eine Lücke in der fortlaufenden Schichtenfolge angenommen wird, wurde bereits erwähnt.

Was südlich dieser großen Überschiebung liegt, ist in mächtigen Falten zusammengeschoben.

Unter diesen lassen sich in nord-südlicher Richtung drei Faltungszonen unterscheiden: die größte ost-westliche Ausdehnung hat die unmittelbar südlich der Überschiebung gelegene nördliche Faltungszone. Sie beginnt im Osten schon bei Traunstein, übersetzt in geradlinigem Streichen südlich von Rosenheim den Inn, um über Miesbach und die Nonnenwaldmulde bei Penzberg nach Peissenberg zu ziehen. In den Tafeln zu meinen »Querprofilen durch die Molassebildungen Oberbayerns«¹⁾ ist diese Partie zwischen der dort eingezeichneten Dislokationen y und z gelegen; denn auch die südliche Begrenzung derselben ist eine große, durchgehende Störung, eben jene, auf die schon STUCHLIK 1893 (siehe oben) hingewiesen hat. Diese nördliche Faltungszone ist nicht einheitlich, sondern besteht meist selbst wieder aus ein bis mehreren verschiedentlich angeordnetem Haupt- und Nebenfalten (vgl. die genannten Profile).

Beim Austritt des Inns aus dem Gebirge springt dieses am Westufer des Flusses aus der bisherigen Richtung etwas nach Süden zurück, und hier legt sich dann zwischen dem Gebirgsrand und der nördlichen Faltungszone eine neue große — aber einheitliche Falte — die mittlere Faltungszone — ein, die auch orographisch mit ihrem hohen, wannenförmigen Einsatz aus den Moosen der Innebene bei Au scharf hervortritt. Es ist dies zunächst die Haushamer Mulde, die rings von einem Aufbruch der unteren Meeresmolasse umgeben, bis Tölz an der Isar reicht, wo sie sich infolge eines in der Streichungsrichtung gelegenen Sattels der unteren Meeresmolasse schließt. Jenseits der Isar öffnet sie sich gegen Westen jedoch von neuem, umschließt weiter die Penzberger Kohlenmulde und ist bis zur Ammer südlich von Peissenberg deutlich nachweisbar. Im Gegensatz zum Haushamer, wird dieser (Penzberger) Teil der mittleren Faltungszone nur im Süden von der unteren Meeresmolasse begleitet, wobei diese letzten vom Inn bis zur Loisach bei Penzberg direkt am Alpenrand abstößt.

Wie am Inn bildet nun auch hier an der Loisach der Alpenrand eine am Westufer gegen Süden zurückspringende Staffel, und in diese legt sich nun neuerdings — und zwar gleichfalls mit einem orographisch hoch und überaus scharf aus der moorigen Ebene hervortretende wannenförmigen Abschluß — die dritte südlichste Faltungszone, jene der Murnauer Mulde, ein. Diese Mulde ist wieder rings von den zutage tretenden Schichten der unteren marinen Molasse umschlossen und reicht bis über den Lech.

1) Jahrb. d. K. K. geol. R.-A. 1902, Taf. II—IV.

Vom Westen her bis zur Gebirgsrandstaffel der Loisach sind daher drei Faltungszonen in nord-südlicher Richtung nebeneinander gelagert. Die südlichste stößt hier an der Loisachstaffel ab, und von da bis zu der Staffel des Inns sind daher nur mehr zwei Faltungszonen vorhanden. Weiter gegen Ost streicht dann nach Abstoßen auch der mittleren an der vorspringenden Innstaffel nur eine einzige, die nördliche bis in die Gegend über Traunstein hinaus, um ebenfalls an dem nach Norden vordrängenden Alpenrand (Haunsberg bei Salzburg?) ihr Ende zu finden.

Wir sehen daher, daß die Faltungen der oberbayrischen Molasse im Großen keine zufälligen Erscheinungen sind, sondern in einem gewissen engen Zusammenhange mit der staffelförmigen Ausbildung des Nordrandes der Alpen stehen, wobei jedoch nur anzuführen ist, daß alpine Querstörungen im Bereiche der Molasse sich nirgends fühlbar machen.

Die stratigraphische Zusammensetzung der einzelnen aufgezählten Mulden und Falten ändert sich natürlich nach ihrer Lage: Von Süden nach Norden nehmen immer jüngere Elemente der Schichtenreihe am Aufbau teil, von Westen nach Osten wird letzterer durch die immer mehr zurücktretende bunte Molasse und die als Ersatz zunehmenden Cyrenenschichten in seiner Zusammensetzung verändert.

Die südliche Faltungszone, mit ihrer südlichsten und westlichsten Murnauer Mulde, besteht bloß aus unterer Meeresmolasse, darüber einem schmalen Band von Cyrenenschichten mit wenigen und schwachen Kohlenflözchen, das ganze Innere ist von unterer bunter Molasse mit reichlichen Konglomerateinlagen ausgefüllt. Es erinnert dies bereits lebhaft an die Faciesausbildung westlich des Lechs.

Die mittlere Faltungszone ist im Westen ähnlich zusammengesetzt, führt jedoch schon bei Penzberg eine mächtige Serie der oberen Cyrenenschichten mit der jüngeren Flözgruppe und schließt mit der untersten Region des Quarzsandhorizontes. Weiter nach Osten wird die bunte Molasse immer mehr reduziert und ist östlich der Isar (im Westen der Haushamer Mulde) nur noch spurenweise angedeutet. Dafür werden hier über der unteren Meeresmolasse die Cyrenenschichten immer mächtiger und führen bei Hausham die reichen Lager der unteren Flözgruppe; bis zur oberen scheint die Entwicklung hier nicht gediehen zu sein. Es fehlt daher bis nun auch jede Spur eines Quarzsandhorizontes.

Die nördliche Faltungszone beginnt im Westen nachweisbar mit der unteren bunten Molasse und reicht hier bis in die obere bunte Molasse. Die letzten Andeutungen der ersteren scheinen sich im Osten im Mangfalltale zu finden; der Quarzsandhorizont ist dagegen hier im Osten mehrfach vertreten, ebenso wie die Promberger Schichten. Die obere bunte Molasse ist bisher aber nur in der Störungszone im Leitzachtale vorgefunden worden. Von bauwürdigen Flözen kommt nach obigem in dieser Faltungszone nur die jüngeren Flözgruppe bei Peissenberg, in der Nonnenwaldmulde bei Penzberg, dann bei Miesbach und Au vor.