Sitzungsberichte

der

mathematisch-naturwissenschaftlichen Abteilung

der

Bayerischen Akademie der Wissenschaften zu München

1939. Heft I und II

Sitzungen Januar–Juli

München 1939
Verlag der Bayerischen Akademie der Wissenschaften
In Kommission bei der C. H. Beck'schen Verlagsbuchhandlung

Bibliothek d. Wissenschaften

Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär.

Von Ferd. Neumaier und Hans Wieseneder in München.

Mit 7 Figuren und 2 Tafeln.

(Blatt Griesbach 1:25000: Neumaier. Blatt Birnbach 1:25000: Wieseneder).

Vorgelegt von Herrn F. Broili in der Sitzung vom 1. Juli 1939.

Inhalt.

I. Die geographische Lage 178

II. Die bisherige geologische Bearbeitung des niederbayerischen Tertiärs 179

III. Die Schichtenfolge 183

1. Die obere Meeresmolasse 183
   a) Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach) 185
   b) Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach) 191
   c) Alter und Lagerung der marinen Schichten 195
2. Die obere Brackwassermolasse 199
   a) Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach) 201
   b) Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach) 202
   c) Alter und Lagerung der brackischen Schichten 205
3. Die Süßwasserschichten 207
   a) Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach) 207
   b) Alter und Lagerung der Süßwasserschichten 210
4. Die Quarzrestschotter 211
   a) Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach) 212
   b) Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach) 213
   c) Alter und Lagerung der Quarzrestschotter 214
5. Höhere Sand-, Mergel- und Kleinschotterformation 215
6. Umgelagerte Schotter, Schuttströme und Muren 216
7. Lehm und Löß 217
8. Terrassen 218

IV. Geländeausbildung 218

V. Sedimentpetrographische Untersuchungen 219

1. Die Korngrößenverteilung 219
   a) Methodik 219
   b) Die Korngrößenverteilung in den marinen Schichten 220
   c) Die Korngrößenverteilung in den brackischen Schichten . . 225
   d) Folgerungen 226
   e) Lehm und Löß 227

2. Die Mineralführung der untersuchten Schichten 227
a) Qualitative Verteilung 227
b) Quantitative Verteilung 232
c) Folgerungen 233

VI. Tektonik 239

VII. Zusammenfassung 249

Dank der Unterstützung der Bayerischen Akademie der Wissenschaften konnte in den Jahren 1936, 1937, 1938 sowie im Frühjahr 1939 eine geologische Bearbeitung des niederbayerischen Tertiärs erfolgen. Ziel dieser Arbeit war die geologische Kartierung der Kartenblätter 1:25000 Blatt Griesbach Nr. 597 (Aufnahme Neumaier) und Blatt Birnbach Nr. 596 (Aufnahme Wieseneder). Die Ergebnisse dieser Kartierung erscheinen in Form der amtlichen Kartenblätter bei der Reichsstelle für Bodenforschung, Zweigstelle München. Im folgenden soll über die Ergebnisse der geologischen und sedimentpetrographischen Untersuchungen berichtet werden.

I. Die geographische Lage.

Das bearbeitete Gebiet liegt im Bereiche des unteren Rottales, auf Blatt Griesbach nur nördlich der Rott und auf Blatt Birnbach zum geringen Teil auch südlich der Rott. Die höchste Erhebung beider Kartenblätter ist im Forst Steinkart bei P. 527 (Dreifaltigkeit). Vom Steinkart aus, einem N-S streichenden Höhenrücken, fällt das Gelände nach N und S, und O und W ab, wobei es durch junge Talzüge eine mannigfaltige morphologische Gliederung erfährt. Die höchste Erhebung im Bereiche des Kartenblattes Birnbach ist durch die Kuppe südlich Buchet mit 511 m gegeben. Zahlreiche kleinere Bäche an der O- und W-Seite des Steinkarts entwässern das Gebiet einerseits zur Rott nach Süden, andererseits zur Wolfach nach N. Mit Ausnahme der Furche des Hölltales sind die Entwässerungsadern nur wenig tief in das Gelände eingeschnitten. Die Wasserscheide zwischen Rott und Wolfach verläuft auf Blatt Birnbach von der Kuppe 411 bei Buchet über Offenöd–Peisting zum P. 459 im Tattenbacher Holz. Die in N-S-Richtung angelegten Talungen des Steina-Bachls, des „Birn-

baches" und des Tattenbaches gliedern das von der Rott entwässerte Gelände. Der nordöstliche Teil des Kartenblattes Birnbach wird zur Wolfach, der nordwestliche zum Aldersbach entwässert. Die Wasserscheide bildet der zwischen Wolfakirchen und Afham ausgebildete Höhenrücken. Die beiden Wasserscheiden treffen sich auf der Kuppe 478 südlich Stockland.

II. Die bisherige geologische Bearbeitung des niederbayerischen Tertiärs.

Auf Grund der bisherigen geologischen Bearbeitung des niederbayerischen Tertiärs war die nachstehende Schichtfolge bekannt:

Diluviallehm und Löß
Kleinschotter und hangende Sandmergelformation
Quarzitkonglomerat
Quarzschotter
Obere Süßwassermolasse (fehlt zum Teil, vornehmlich Ton und Mergel, untergeordnet als Sand und Schotter ausgebildet)
Obere Brackwassermolasse (Oncophoramergel und -sande bzw. Kirchbergschichten)
Obere Meeresmolasse („Schlier", „Meeressand von Ortenburg und Brombach").

Die ersten Beobachtungen in unserem Gebiete stammen von Gümbel, C. W. (1887), der die tiefsten Lagen der oberen Meeresmolasse mit Ostrea Crass. (Ortenburg und Brombach) zur unteren Miozänstufe stellt. Das Hangende dieses Schichtpaketes sind nach ihm glaukonitische marine Sande und Mergel, versteinerungsreiche Blättermergel des Mittelmiozäns. Diese Schlierblättermergel sind nach Gümbel gleichaltrig mit im W anschließenden brackischen Schichten, den sog. Oncophoraschichten, die lediglich eine Fazies der östlichen marinen Ausbildung darstellen. Er versuchte diese Tertiärablagerung Niederbayerns zu parallelisieren mit entsprechenden Ablagerungen des Wiener Beckens, indem er die Schichten von Ortenburg und Brombach der 1., die höher gelegenen marinen Sande und Mergel der 2. Mediterranstufe zuordnete. Die brackischen Schichten will er

als Deltabildung eines von der Böhmischen Masse herkommenden Flußsystems erklären.

Sueß, Fr. Ed. (1891), trat dieser Anschauung Gümbels entgegen und wies nach, daß eine Verzahnung von marinen und brackischen Schichten im Sinne Gümbels nicht zutrifft. Der Schlier tritt überall über den Sanden der ersten Mediterranstufe und unter den Oncophoraschichten auf. Hoernes, R. (1875), bringt in seiner Arbeit eine auch für unser Gebiet einschlägige Beschreibung der Fauna des Schliers von Ottnang.

Die erste ausführliche Bearbeitung der Fauna der brackischen Schichten stammt von Ammon L. (1888), der u. a. die Ansichten Gümbels bestätigt und Fossilfundstellen für brackische und marine Schichten angibt.

Die erste geologische Kartierung auf einem Meßtischblatt stammt von Kraus, E. (1915). Die tiefsten Schichten der oberen Meeresmolasse sind durch die marinen Sande von Ortenburg vertreten, die Kraus als oberes Untermiozän und unteres Mittelmiozän auffaßt. Erst im Hangenden des „Ortenburger Meeressandes" beginnt der eigentliche „Schlier" als gering mächtiger lettiger Mergel. Die Bildung der Oncophoraschichten deutete er ähnlich wie Gümbel und Ammon.

Stadler, J. (1926), hat mit der Kartierung des östlich davon gelegenen Gebietes, der Umgebung von Passau, die Stellung der marinen Schichten im wesentlichen richtig erkannt, wenn er auch mitunter Grobsandlagen im Schlier unrichtigerweise als Äquivalent des Ortenburger Meeressandes deutet. Seiner Auffassung nach gehört das Quarzitkonglomerat verschiedenen Horizonten an, die aber alle jünger sind als die obermiozäne Braunkohle der Umgebung von Passau.

Vorwiegend mit den Schotterablagerungen beschäftigen sich die Arbeiten von Schulz, H. (1926), Kinzl, H. (1927), Graul, H. (1937) und Graul, H. u. Wieseneder, H. (1939). Schulz faßt das Quarzitkonglomerat als einen einheitlichen Horizont auf, der stets an ein bestimmtes Niveau gebunden ist. Er nimmt an, daß die Quarzrestschotter nach W zu allmählich in das Hauptkieslager übergehen und mit diesem Übergang auch ein Wechsel in der petrographischen Ausbildung verbunden sei. Die zur Bildung des Quarzitkonglomerats notwendige Kieselsäure kann nicht allein

aus der Kaolinisierung der Schotter hergeleitet werden. Er vermutet daher, daß auch das kaolinisierte Grundgebirge des Bayerischen Waldes als Lieferant für Kieselsäure in Frage käme. Das Alter des Restschotters wäre seiner Auffassung nach obermiozän, da er unter die Malgersdorfer Weißerde im W eintaucht (Fund eines Zahnes von Dorcatherium crassum Lartet). Nach Schulz hat der Hauptschotter eine Verbiegung vor Bildung des Quarzitkonglomerates erfahren. Die östlichen der Verwitterung ausgesetzten Lagen des Hauptschotters sind der Verwitterung und Verkieselung ausgesetzt gewesen, während die westlichen Teile, durch die hangenden Schichten bedeckt, der Verkieselung nicht zugänglich waren. Aus diesem Grund haben wir auch in der Gegend von Eggenfelden einen Übergang von Quarzschotter in solche, die Kalke und kristalline Gerölle enthalten. Nach Schulz (1926) hat somit der Quarzschotter seine einförmige Zusammensetzung im wesentlichen durch Verwitterungsauslese erhalten.

Kinzl (1927), der bei der Bearbeitung der Schotter vom Hausruckgebiet ausgeht, kommt zu einem mittel- bis oberpliozänen Alter des Quarzschotters. Ablagerung und Verkieselung der Schotter haben sich unmittelbar hintereinander abgespielt. Die zur Verkittung bereitgestellte Kieselsäure stammt aus den Schottern selbst, sie ist bei der Verwitterung frei geworden. Die Ursache der Verkittung ist klimatischer Art.

Graul (1937) sieht in den großen jungtertiären Schotterfluren Niederbayerns und des benachbarten Hausruckgebietes einen großen Doppelschwemmkegel, der sein Material aus den Alpen bezog. Das Alter ist nach ihm altpliozän, die Verkieselung mittelpliozän.

Gundlach, K., und Teichmüller, R. (1937), versuchen mit Hilfe der von ihnen erfaßten Grenzfläche Meeresmolasse-Obere Süßwassermolasse, die sie annähernd mit der Grenze Helvet-Torton gleichstellen, die postmiozänen Verbiegungen der nordalpinen Saumtiefe festzulegen.

Wurm, A. (1937), beschäftigt sich in seiner Arbeit einleitend mit den älteren Sedimenten der Meeresmolasse (Ortenburger Meeressand und Schlier), der Brackwasser- und Süßwassermolasse, um dann im Hauptteil der Arbeit vor allem die Stellung der Tertiärschotter zu klären. Er unterscheidet einen im Norden zwischen

Vils- und Isartal bis etwa Landau–Landshut auftretenden kalkführenden Grobschotter von obermiozänem Alter und alpiner Herkunft. Ein Zusammenhang mit den kalkführenden Grobschottern am Inntalrand besteht nach Wurm nicht, da die Kalkgerölle des nördlichen Schotters wesentlich größer sind. Auf Grund der Übereinstimmung mit den Hausruckschottern käme diesem südlichen Vollschotter ein unterpliozänes Alter zu. Die dritte in unseren Kartenblättern vorkommende Schottereinheit ist der Quarzrestschotter, der mit dem Quarzitkonglomerat abschließt. Auch Wurm konnte keine volle Klarheit über die Beziehungen der Quarzrestschotter zu den Vollschottern gewinnen und er vermutet, daß im Restschotter verschieden alte Horizonte vorkommen. Als stratigraphisch höchste Serie im Tertiärhügelland erkannte er über dem Quarzrestschotter die Sand-, Mergel- und Kleinschotterformation, die nach einem Fund von Mastodon long. bei Geratskirchen ins Unterpliozän zu stellen ist. Mit Hilfe von Streichkurvenkarten der präunterpliozänen Erosionsfläche Mergel zu hangendem Grobschotter und der Grenzfläche Grobschotter zur höheren Sand-, Mergel-, Kleinschotterformation versucht er Alter und Abfolge der Bewegungen abzuleiten.

Kraus, E. (1939), geht im wesentlichen von der Annahme aus, daß die groben marinen Sande unserer Kartenblätter Äquivalente der untermiozänen Ortenburger Meeressande wären. Die feinkörnigen, mergeligen Bildungen werden mit dem Helvetschlier von Ottnang und dem lettigen Mergel im Hangenden des Meeressandes des Profiles von Maierhof parallelisiert.

Da die von Kraus für Burdigal gehaltenen sandigen Schichten im wesentlichen in der Umgebung des Rottales bei Birnbach und Brombach anstehen, die mergeligen für Helvet gehaltenen aber im S und O davon auftreten, konstruiert er seinen „Birnbacher Sattel", der bereits zur Helvetzeit seine Aufwölbung erfahren hat. Gegen O zu auf Blatt Griesbach sinken die Schichten immer mehr ab, so daß nach Kraus sich in diesem Gebiete nur mehr der jüngere, mächtige Hangendschlier entwickeln konnte. Zwischen burdigaler Meeresmolasse und helvetischen Brackwasserschichten besteht seiner Auffassung nach eine Diskordanz; in diese Zeit der Meeresregression fällt die Bildung der Verwitterungsschicht c von Ortenburg. Diese Leitschicht glaubt er auch

in einer 2 cm mächtigen mangan-eisenführenden Kruste an der Grenze von marinen und brackischen Schichten westlich Kirchberg gefunden zu haben. Die Oncophoraschichten füllen nach ihm das Erosionsrelief der Voroncophorazeit aus. Im Junghelvet soll sich im Oncophorameer seine „Mittelbayerische Schwelle" bilden und das Geröllmaterial für die Tuttinger Helvetschotter liefern, die unserer Ansicht nach aber diluviale Terassenschotter darstellen, da sie das Quarzkonglomerat aufgearbeitet enthalten. Die Süßwasserbildung stellt er aus allgemeinen Überlegungen ins Torton. Die Restschotter sind keine in situ verwitterten Vollschotter, sondern umlagerte ältere obermiozäne Vollschotter des W. Im Sarmat erfolgt die Umlagerung der Schotter und ihre Anreicherung in einer östlichen Eindellung. In dieser Einmuldung erfolgt die klimatisch bedingte Kaolinisierung und Verkieselung der Restschotter.

Überblickt man das vorhandene, reiche Schrifttum, so gewinnt man die Anschauung, daß immerhin noch zahlreiche Fragen der Stratigraphie, Tektonik und Sedimentpetrographie offen geblieben sind. Wie bereits Wurm (1937) und Kraus (1938) mit Recht betont haben, lassen sich aber diese Probleme nur im Rahmen einer eingehenden Detailuntersuchung und Kartierung lösen. Wir haben uns daher entschlossen, diesen mühsameren Weg zu wählen. Wir sind uns bewußt, daß durch eine Kartierung von 2 Meßtischblättern noch nicht die Übersicht erreicht werden kann, die notwendig ist, um zu einer restlosen Klärung aller Probleme zu kommen. Nach unseren bisherigen Ergebnissen sind wir aber überzeugt, daß mit dem Fortschreiten unserer Arbeiten im niederbayerischen Tertiär dies in absehbarer Zeit restlos gelingen wird.

III. Die Schichtenfolge.

1. Die obere Meeresmolasse.

Bei der Besprechung der Schichtenfolge der oberen Meeresmolasse vermeiden wir im Folgenden stets den Ausdruck Schlier, da er in keinem Falle als stratigraphischer Begriff, sondern als Faziesbegriff aufzufassen ist. Es hat sich z. B. in Oberösterreich ganz deutlich gezeigt, daß alle Altersstufen vom Oligozän bis

zum Torton als Schlier benannt werden, sofern sie nur in „Schlierfazies" entwickelt sind. Im Bereich der Schichtfolge der oberen Meeresmolasse unserer Kartenblätter haben wir gleichfalls eine verschiedene fazielle Ausbildung der oberen marinen Molasse: eine sandige, eine mergelige und eine tonige. Trotz mannigfacher Übergänge vom Sand zum mergeligen Sand, Mergel und Ton ist doch im Bereich der Kartenblätter folgende Gliederung in der Vertikalen möglich: zutiefst liegen Tone, die vor allem bei Loiterding bei Trainierungsarbeiten erschlossen wurden. Sie erreichen das Talniveau als älteste Schichten nur mehr bei Höhenmühle auf 340 m. Darüber liegt ein gut gebanktes, fossilführendes Mergelpaket, das im O von Blatt Griesbach auf 340–350 m einsetzt und eine Mächtigkeit von etwa 20 m zeigt. Dieser fossilführende Mergel hat seine Hauptverbreitung auf den Anhöhen westlich Neuhofen, Kohlpaint, Piesting, Höhenmühle und Berg. Er taucht nach W zu bereits bei Burgerding, Sprödhub unter die Talsohle und erscheint weiter im W nicht mehr. Über diesen eben beschriebenen Mergel folgt mit 30 m Mächtigkeit zwischen 370 und 400 m ein Blättermergel, dessen Verbreitung wiederum auf den bereits genannten Höhen östlich Piesting ist, der aber dann im W bei Afham bereits auf 350 m und bei Kindlbach zwischen 340–350 m erscheint. Die Ostseite des Tales des Kindlbaches zwischen Kindlbach, Aicha und Moos zeigt gute Aufschlüsse in dieser Serie. Über diesem blättrigen Mergel, der manchmal mehr oder weniger gut, aber immer deutlich als solcher ausgebildet ist, folgt im O bei 400 m ein sandiges Schichtpaket von 25–30 m, das nach W zu sich weiter verfolgen läßt und beim Götzendorfer in die marinen Sande des Blattes Birnbach übergeht.

Dem blättrigen Mergel von Kindlbach, Aicha und Moos entspricht auf Blatt Birnbach der blättrige Mergel von Weng auf 390 m. Westlich dieser Ortschaft taucht der blättrige Mergel unter das Talniveau. Die Sande über dem blättrigen Mergel besitzen auf Blatt Birnbach größere Verbreitung und reichen bei Thanreith bis auf 435 m. Das Sandpaket ist bei Birnbach und Untertattenbach durch eine Mergellage von etwa 10 m in eine hangende und liegende Lage geteilt. Ob dieser Mergel mit dem im Nordosten von Blatt Griesbach im Hangenden der Sande nochmals vorkommenden Mergel (bei Kroneck, Schenkendobl,

Oberessenbach) zu parallelisieren ist, bleibt dahingestellt. Jedenfalls konnte von diesen Fundpunkten aus keine weitere Verbreitung des Mergels nach W zu festgestellt werden. Südlich der Rott gliedert sich auf Blatt Birnbach die Meeresmolasse in einen liegenden Mergel, der mit dem blättrigen Mergel von Kindlbach gleichzustellen ist und eine mittlere Sandlage, die dem Sand von Basendobl, Essenbach, Brennhuber und Thanreith entspricht. Der hangende Mergel mag mit dem von Kroneck auf Blatt Griesbach gleichzustellen sein.

Nach der ganzen Ausbildung haben wir es im Hangenden des Schliers von Neuhofen, das heißt in den blättrigen Mergeln und Sanden, mit einer marinen Seichtwasserbildung zu tun. Darauf weisen Kreuz- und Schrägschichtung, dickschalige Austern-, Pecten- und Arcaarten hin. Auch die Ausbildung der blättrigen Mergel mit ihren Sandzwischenlagen deuten auf geringe Tiefe und lebhafte Wasserbewegung. Kennzeichnend für die Sandfazies der Meeresmolasse ist der meist reichlich vorhandene Glaukonitgehalt und die geringe Beteiligung von Glimmer in den Sanden.

a) *Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach).*

Den besten Einblick in die Ausbildung der tiefsten Schichten der oberen marinen Molasse gibt eine Mergelgrube nordöstlich Neuhofen in einer Höhe von 345–355 m. Hier steht ein fester, gut bekannter (20–30 m Bankmächtigkeit), hellgrauer Mergel an, in dem oft härtere Kalkmergelbänke eingelagert sind. Durch seine reiche Fossilführung gehört er zu den wichtigsten Fundstellen der ältesten marinen Schichten beider Kartenblätter. Eine eingehende Fossilbearbeitung soll in Bälde erfolgen.[1] Von den bis jetzt aus den Schichten der Meeresmolasse bekannten Fossilien konnten ausgesammelt werden:

Leda subfragilis
Modiola Foetterlei

[1] Die Fossilbestimmung in den Sanden der oberen Meeresmolasse hat in entgegenkommender Weise Herr Dr. Fr. X. Traub, München, durchgeführt, der auch die Faunen des niederbayerischen Tertiärs einer weiteren Bearbeitung unterzieht.

Nuculu placentina
Mactra triangula Renn.
Natica helicina
Lucina spez.
Perna spez.

Nach dem Hangenden zu findet sich auf den Schichtflächen ein ganz feiner Glimmerbelag, der dann in dem Profil, das über die Höhen östlich Neuhofen führt, immer mehr hervortritt. Dabei nimmt die Bankmächtigkeit ab und der Glimmerbesteg wird allmählich ersetzt durch feinste Sandzwischenlagen. In einer Höhe von 380 m ist sodann der Übergang von gut gebanktem Mergel zum blättrigen Mergel vollzogen.

In einem Aufschluß am Waldrand nordöstlich Piesting ist in 390 m in einem 3 m hohen Anriß dieser blättrige Mergel in bester Weise zu sehen. Wir haben hier einen stetigen Wechsel von feinen bis 1 cm mächtigen Mergellagen mit Zwischenlagerung von Feinsand, der manchmal linsenartig anschwillt, um bald darauf im gleichen Niveau wieder auszukeilen. Dadurch entsteht eine wohlgeschichtete, blättrige, leicht brechende Schichtfolge, die wir im Folgenden als blättrigen Mergel bezeichnen (Streifenschlier im Sinne von Kraus, E. [1938]). Die Fossilführung ist in diesem Aufschluß und ganz allgemein in den blättrigen Mergeln eine spärliche. Sie beschränkt sich mit leicht zerbrechlichen Schalenresten auf die dünnen Sandzwischenlagen. Bestimmt wurden:

Leda subfragilis Hörnes
Nucula placentina
Dentalium spez.
Ringicula
Haifischzähne

Bei etwa 400 m erfolgt sodann ein Übergang in feinsandige Glaukonitsande, die auf Höhe 420 östlich Höhenmühle das höchste Schichtglied in diesem Profil der marinen Molasse einnehmen.

Nochmals sind die tiefsten Lagen mariner Mergel in der Grube der Ziegelei von Höhenmühle aufgeschlossen. Hier war an der Sohle der Grube im Sommer 1936 ein tiefblauer 0,5 m mächtiger Ton anstehend, der auch an der Ostgrenze des Kartenblattes

(Blatt Eholfing) als Liegendes der fossilführenden marinen Mergel von Neuhofen erkannt wurde. Der Ton geht nach dem Hangenden zu allmählich in einen 3 m mächtigen blaugrauen Mergel von ganz dichter Beschaffenheit über, er führt nur vereinzelt Fossilbruchstücke von Zweischalern. Im Hangenden dieses Mergels finden sich dann bereits Sandmergel mit dünnen Sandzwischenlagen und marinen Fossilien in den Sandlagen. Eine solche Sandlage gewinnt eine Mächtigkeit von 8–10 cm, sie ist ganz von Eisen- und Manganausscheidungen durchsetzt und erweist sich schon innerhalb des Aufschlusses als nicht horizontbeständig.

Gegen Heinrichsdobl zu ist dieses Profil zwar oftmals durch Lehmüberlagerung und tiefgründige Verwitterung der Mergel unübersichtlich, läßt aber immerhin noch den Übergang zu den hangenden blättrigen Mergeln und marinen Sanden erkennen.

Besonders gut ist die Auflagerung von Sand auf dem blättrigen Mergel in einem Aufschluß östlich Gänshall zwischen 385 und 390 m zu sehen. An der Basis stehen 3 m hellgraue dünngebankte Mergel mit kleinen, oft wieder auskeilenden Sandschmitzen und Tonzwischenlagen an.

Darauf folgt 40 cm gut gebankter, stark sandhaltiger Mergel bzw. blättriger Mergel.

Die darüber liegende 35 cm mächtige Grobsandlage zeigt wirr durcheinandergehende Kreuzschichtung mit keinem einheitlich orientierten Einfallen. Sie ist besonders gekennzeichnet durch einen hohen Glaukonitgehalt und durch reichliche Führung von Muschelbruchstücken.

Nun folgt eine 35 cm mächtige Feinsandzwischenlage, darüber ein 50 cm mächtiger Sandmergel. Die darauf lagernden 30 cm Glaukonitgrobsande sind in ihrer Kreuzschichtung und in ihrem petrographischen Bestand ähnlich wie die 35 cm liegenden Grobsande.

Jetzt folgt eine 30 cm mächtige Grobsandschicht mit Haifischzähnen. Diese gesamte Schichtfolge, die besonders deutlich den Charakter einer strandnahen Bildung und den Unterschied der hier geltenden Sedimentationsbedingungen gegenüber denen der liegenden marinen Mergel zeigt, wird noch überlagert von einer 1,30 m mächtigen Sandmergellage, die zahlreiche Kalk-

konkretionen in sich schließt. Als Abschluß erscheinen 3,20 m schichtungslose, dicht gelagerte marine Glaukonitsande. Aus den Grobsanden dieses Aufschlusses konnten gesammelt werden:

Ostra digitalina
Aequipecten opercularis Lam. nov. var.
Ostrea gryphoides (Bruchstück).

Im liegenden Mergel sind Reste von Leda, Nucula und Dentalium spärlich vertreten. Es sei hier gleich betont, daß auch an anderen Stellen des Kartenblattes Griesbach an der Grenze blättriger Mergel zu Sand verschiedentlich diese Grobsandschüttung auftritt, so z. B. nördlich Kemating an der Ostseite des kleinen Tälchens auf 400 m und nördlich Haag zwischen 400 und 425 m.

Marine Sande im Hangenden des blättrigen Mergels haben sodann in der NO-Hälfte vom Blatt Griesbach weite Verbreitung zwischen Schenkendobl, Buchner, Essenbach und Oberessenbach, wo sie sich dann nördlich Oberessenbach auf Blatt Ortenburg und westlich Essenbach, Mitterdorf auf Blatt Eholfing eindeutig weiter verfolgen lassen. Ein Beispiel besonders schöner Kreuzschichtung mit dünnen Mergelzwischenlagen ist im Aufschluß nördlich Essenbach gleich am Waldrand gegeben. Gegen W zu haben wir am O-Abhang des Steinkarts die Glaukonitsande noch mehrmals aufgeschlossen, sei es in Form von Sandgruben, wie etwa bei Würm und Zehentreith oder in Form von kleinen Hanganrissen, wie bei Adelmörting. Die Fossilführung dieser Sande ist im allgemeinen eine spärliche. Nur in einigen Aufschlüssen, so in zwei Gruben östlich des Weges Schmidham–Zehentreith und in dem schon erwähnten Aufschluß nördlich Kemating haben wir gute Fossilfundstellen. Es sind die gleichen Arten, die wir schon bei Gänshall beschrieben haben, nur kommt aus dem Aufschluß östlich der Straße Schmidham–Zehentreith noch ein Bruchstück von Pecten solarium und Arca turonica hinzu.

Die Sande enthalten mitunter verfestigte Bänke von etwa 10 cm Mächtigkeit und kalkigem Bindemittel. Solche Lagen waren zum Beispiel in einer Grube am Scheitelpunkt der Straße Schmidham–Mittersdorf aufgeschlossen. Über diesen Sanden

folgen nun im NO des Blattes nördlich Schenkendobl auf etwa 420 m und von hier aus weiter zu verfolgen gegen Oberessenbach nochmals hangende Mergel. Diese hangenden Mergel konnten auch nordwestlich Kroneck nochmals nachgewiesen und mit denen von Schenkendobl und Oberessenbach parallelisiert werden. Es sei aber betont, daß es sich hier nicht um eine über das ganze Kartenblatt hin zu verfolgende Mergellage handelt, sondern vielmehr um eine geringmächtige fazielle Vertretung der marinen Sande.

Weite Verbreitung haben die marinen Schichtfolgen im S des Kartenblattes im Raume zwischen Afham, Baumgarten, Brunsmaier, Edengrub, Gaisberg und Jodlbauer. Hier erscheinen östlich Afham in einem Hohlweg bereits auf 350 m gut aufgeschlossen die blättrigen Mergel. Dieses Profil läßt sich nach O zu bis nördlich vom Hundsmaier verfolgen, wo auf 410 m ein kleiner Aufschluß fossilführende Sandmergel bringt. Hier erscheinen: Buccinum Pauli R. Hörnes, Natica spez., Leda und Nucula placentina. Die mergelige Ausbildung geht im Profil bis auf 425 m, wo sie dann von den gleichen Glaukonitsanden überlagert wird, die im Nordostteile bei Gänshall und beim Döbler das Auflager der marinen Mergel bilden. Ein kleiner, verfallener Aufschluß südlich der Straße Windbesl–Holzmaier zeigt die Glaukonitsande mit vereinzelten Mergelzwischenlagen und führt reichlich Ostrea digitalina und 1 Aequipecten opercularis. Auf der Höhe bei Krenleiten sind die Glaukonitsande bei 430 m nochmals erschlossen. Schlechte Aufschlußverhältnisse haben wir am Südabhang des Steinkartes, wo nur zahlreiche Schürfungen mit dem Spaten die Verbreitung der marinen Sande eindeutig erkennen lassen. Anders ist es aber dann, in der Umgebung von Griesbach, wo die Mergel und die darüber liegende Sandfazies gut erschlossen, nirgendwo aber besonders fossilführend ist. Zwei Aufschlüsse an den Abhängen bei der Turnhalle von Griesbach führen die Glaukonitfeinsande. Unregelmäßige Mergelzwischenlagen und vereinzelte Schalenreste erscheinen in diesen Sanden. Sie gehen nördlich Griesbach am Wege gegen Forsting östlich Brennberg bis auf 460 m. Westlich von Brennberg in der Talung, die vom Lindinger zum Forsting führt, zeigt sich besonders schön der stetige Fazieswechsel von Mergel und Sand sowohl in der Hori-

zontalen als auch in der Vertikalen. Weiter gegen N sind die marinen Sande in der Kurve bei Lederbach bis 445 m vorhanden, um dann bei 450 m bereits von den Mergeln der Brackwassermolasse überlagert zu werden.

Geht man von Griesbach aus im Hölltal gegen SW zur Teufelsmühle, so sind hier vor allem am O- und S-Hang des Tales, vereinzelt aber auch am W- und N-Hang die marinen Mergel zu beobachten. Die tiefsten Lagen dieser Mergel liegen bereits im gleichen Niveau wie die bekannten und von Gümbel (1887) und Ammon (1888) bereits beschriebenen blättrigen Mergel von Kindlbach. Dieser NS streichende und mit 6° gegen O einfallende blättrige Mergel führt in den Sandzwischenlagen spärliche Fossilreste:

Leda subfrag.
Tellina Ottnang.
Nucula plac.
Ringicula spez.
Dentalium.

Recht gut erscheinen die blättrigen Mergel am Weg südlich von Aicha nach Teufelsmühle mit NS 6° O. Sie reichen an der O-Talseite des Kindlbaches hinauf bis Moos und gehen dann in einer Höhe von 420 m in marine fossilfreie Sande über. Südlich der Kuppe 492 (diese westlich Lederbach) liegt auf den marinen Sanden sodann die brackische Schichtfolge als Oncophoramergel auf.

Bei Unter- und Oberuttlau im NW des Kartenblattes, ebenso östlich Riedertsham–Haarbach, erreicht die marine Schichtfolge nochmals geringe Verbreitung. Gute Aufschlüsse mit Fossilführung sind im Sandmergel nördlich der Straße Unter–Oberuttlau und südwestlich Oberuttlau in einem kleinen Hanganriß. Hier erscheinen:

Aequipecten opercularis Lam. nov. var.
Ostrea digitalina Dub.
Natica spez.
Haifischzähne.

Im Tal von Oberuttlau gegen P. 422 im SO von Oberuttlau gehen die marinen Sande noch bis 430 m, um dann von den Bil-

dungen der Brackwassermolasse überlagert zu werden. Nördlich Unter- und Oberuttlau ist die Grenze von marin zu brackisch bereits zwischen 405 und 410 m. Es erfolgt hiermit von Haag über P. 422 Oberuttlau–Unteruttlau und östlich Mackham ein Absinken der Grenze Meeresmolasse-Brackwassermolasse auf eine horizontale Entfernung von 2,5 km von 435 m auf 400 m, das sind 35 m. Westlich Mackham erscheinen am Talhang nochmals Schliersandmergel mit geringer Fossilführung. Sie leiten über zu den marinen mergeligen Schichten auf Blatt Birnbach.

b) *Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach).*

Eine Reihe guter Aufschlüsse gewährt Einblick in den Aufbau der marinen Schichten südlich der Rott.

Beim Bahnhof Birnbach liegen an der Basis (358 m) zunächst 2 m Mergel, die nach oben in Glaukonitsande übergehen und eine aufgeschlossene Mächtigkeit von über 14 m erreichen. Das Hangende dieser Glaukonitsande bilden blättrige Mergel, die in 395 m Höhe neben dem Wege westlich Neudeck erschlossen sind. Dieser hangende Mergel wurde auch in 395 m Höhe in Tale südlich Schwaibach und in 380 m am O-Hang der Kuppe, die sich südlich P. 370 befindet, nachgewiesen.

Diese Gliederung der marinen Schichten in ein liegendes Mergel-, ein mittleres Sand- und ein hangendes Mergelpaket läßt sich in den NO-Teil des Kartenblattes Kößlarn verfolgen. Der obere Mergel ist in einer großen Grube bei Steina, die von 400–410 m reicht, zu beobachten. Er ist außerordentlich gleichmäßig ausgebildet und von zahlreichen Sandaugen und blattdünnen Sandlagen durchsetzt. Die mittlere Glaukonitsandlage ist hinter den Häusern von Oberndorf aufgeschlossen. Die groben Sande dieser Örtlichkeit sind durch lebhafte Kreuzschichtung ausgezeichnet. Der zweite Aufschluß südlich Kainerding, auf der rechten Bachseite, ist durch seine Lage im Schichtpaket und durch seinen Fossilreichtum für die Beurteilung der marinen Schichtfolge sehr wichtig geworden. Der tiefere Teil besteht aus etwa 6 m Mergel, an dessen Grenze zu dem hangenden Sand zahlreiche Fossilien, die nachstehend angeführt sind, aufgesammelt werden konnten.

Arca (Anadara) turonica Duj. (sehr häufig)
Pectunculus (Axinea) cor. Lam. (sehr häufig)
Aequipecten opercularis Lam. n. v. (häufig)
Ostrea digitalina Dub. (häufig)
Natica helicina (selten)
Trochus (selten)
Haifischzähne.

In der gleichen Grenzzone finden sich auch gelegentlich Gerölle von Quarz und schwarzem Dolomit. Die vielfach ganzschaligen Fossilien sind hier offenbar zusammengeschwemmt worden. Allzuweit scheint aber der Transportweg nicht gewesen zu sein, da nicht selten Arcadubletten gefunden wurden. Der Abschluß der Sande nach oben wird wieder durch blättrige Mergel gebildet. Bei Weng (390 m) sind feinkörnige Schliermergel vertreten. Im ersten Graben südlich Thanreith nach W ist ein 6 m hoher Aufschluß in Glaukonitsanden, dessen Oberkante in 435 m Höhe gelegen ist, zu beobachten. Die unteren 1,3 m des Aufschlusses bestehen aus reinem Glaukonitsand über dem kreuzgeschichteten Sande mit Einlagerungen dünner Mergelblätter folgen. Da im Graben westlich Wased ein Aufschluß in brackischen Sanden auf 440 m Höhe beobachtet wurde, nähern sich im Raume von Weng aufgeschlossene marine und brackische Schichten bis auf 5 m, ohne daß Übergangsbildungen festzustellen wären. Im Bereich von Weng erlauben die marinen Schichten somit eine Gliederung in ein hangendes Glaukonitsand- und ein liegendes, z. T. in die Sande übergehendes Schlierpaket, das in seinen tiefsten, nicht mehr auf Blatt Birnbach gelegenen Teilen typische Vertreter der Ottnanger Schlierfauna führt.

Der marine Schichtkomplex in der Umgebung von Birnbach ist vorwiegend sandig ausgebildet. Meist finden sich dünne Mergelblätter als Zwischenlagen. Der tiefste Aufschluß ist durch die Grube der Ziegelei Birnbach gegeben. Das für die Ziegelei verwendete Material selbst gehört den Niederterrassenbildungen an, während die Glaukonitsande, an die der Tegel der Niederterrasse angelagert ist, naturgemäß fortgeworfen werden. Die schräggeschichteten Sande (Einfallen der Schrägschichtung

N 10 W, 35°) sind fossilleer und erreichen mit ihrer Unterkante 355 m. Die etwas höher gelegene Sandgrube der Brauerei Birnbach hat spärlich Fossilien (Ostrea digitalina) geliefert. Lebhaft kreuzgeschichtete Sande wechseln hier mit Mergelblättern ab. An der Straße bei Krottham treten die Mergelbildungen stärker hervor. Die Basis der Mergelgrube liegt hier bereits auf 380 m Höhe. In den Mergeln sind aber zahlreiche 10–15 cm starke Glaukonitsandlagen eingeschaltet. In den Anrissen zwischen Birnbach und Krottham wurden wiederholt Bruchstücke von Arca turonica gefunden. Die Straße Krottham–Lerchen schneidet in 410 m fast reine Glaukonitsande an, die das marine Schichtpaket nach oben abschließen. Die gleichen Sande sind in einem kleinen Aufschluß westlich Schwertling in 385 m Höhe zu beobachten. Nördlich dieser Lokalität tauchen die marinen Bildungen unter die brackischen Oncophoraschichten. Die marinen Schichten lassen sich somit bei Birnbach in einen liegenden Sand (ungefähr 25 m), einen mittleren Mergel (ungefähr 20 m) und in einen hangenden Sand (ungefähr 20 m) gliedern.

Die gleiche Schichtfolge ist auch in dem nach W anschließenden Tattenbachgraben zu beobachten; allerdings ist der liegende Sand nicht mehr aufgeschlossen, da die Schichten gegen NW einsinken. Der mittlere Mergel wird durch eine Grube auf 460 m bei Untertattenbach der Beobachtung zugänglich gemacht. Die tiefere Partie besteht aus Mergeln, die mit Glaukonitsandlagen wechseln, somit offenbar das Grenzgebiet von liegendem Sand und mittlerem Mergel darstellen. In den höheren Teilen des Aufschlusses treten die Sandlagen zurück. Das Einfallen der Mergelblätter wurde mit 5° gegen N 30 O gemessen. Der nächste bereits im Tattenbachtal befindliche Aufschluß besteht aus blättrigen Mergeln die mit 10° nach N 35 W einfallen. Die gleichen blättrigen Mergel fallen bei Kynoten mit 6° gegen N 45 W. Zwischen Kynoten und Neudau ist das Grenzgebiet des mittleren Mergels zum hangenden Sand in einer 13 m hohen Sandgrube, deren Basis bereits auf 375 m Höhe liegt, erschlossen. Der Sand entwickelt sich aus dem Mergel durch Zwischenschaltung zunächst dünner, dann aber immer stärker werdender Sandlagen, die schließlich herrschend werden. Im Mergel habe ich eine Natica helicina und eine Lucina gefunden. Im nächsten Auf-

schluß, den ich auch Herrn Prof. E. Kraus, als er einige Tage in meinem Gebiet weilte, vorführte, ist die Grenze marin-brakkisch direkt aufgeschlossen. Sie liegt in 398 m Höhe. Die liegenden groben Glaukonitsande sind sehr reich an Fossilien. Folgende bestimmbare Formen wurden aufgesammelt:

Pectunculus (Axinea) cor. Lam.
Ostrea digitalina Dub.
Dosinia sp. ind.

Der Glaukonitsand wird nach oben durch einen 2 cm starken Mangan-Eisenausfällungshorizont abgeschlossen, den Kraus (1938) als ortssteinähnliche Bildung deuten will.[1] Die Grenze marin-brackisch ist scharf und auch sonst fehlen Andeutungen eines allmählichen Überganges. Auch in der Nähe von Hirschbach findet sich noch der mittlere Mergel und der hangende Sand. Zwischen Hirschbach und Nindorf ist in einem kleinen Anriß auf 475 m grober Glaukonitsand mit Mergelblättern festgestellt worden. In diesen Sanden fand sich eine Bank von Ostrea lamellosa Brocc. und ein Bruchstück von Ostrea (Crassostrea) gryphoides Schloth. var. gingensis. Die Fortsetzung der marinen Schichten nach W ist in den Brombacher Sanden, die bereits in dem von Zöbelein (1939) untersuchten Gebiet liegen, zu suchen. In Hirschbach selbst stehen fossilfreie Mergel in 370 m Höhe an.

In der Nordostecke des Kartenblattes kommen die marinen Schichten bei Grongörgen wieder zum Vorschein und lassen sich in der östlichen Hälfte des Blattes Aidenbach bis an dessen Nordrand verfolgen. Bei Hötzenham und Riedertsham liegen auf 380 m ziemlich grobe, fossilfreie Sande, die in der Umgebung von Grongörgen und Haarbach in Mergel übergehen. Nordöstlich Eschlbach erreichen die Sande die Untergrenze der Oncophoraschichten. In einem auf 405 m gelegenen Glaukonitsandaufschluß wurden Arca turonica, Ostrea digitalina und Pectunculus aufgesammelt. Auch die obere Abteilung der Glaukonitsande geht nach Norden offenbar in Mergel über, da in den beiden

[1] Viel wahrscheinlicher ist es allerdings, daß es sich um eine Ausfällung von Fe- und Mn-Verbinduugen an der Grenze Sand zu Mergel handelt, die mit Verwitterung nichts zu tun hat.

Gruben östlich Grongörgen (397 und 395 m) blättrige Mergel entwickelt sind. Der Mergel der tieferen Grube zeigt in der Mitte ein Sandband mit Geröllchen und Fossilien. Nachgewiesen wurden Ostrea digitalina, Arca turonica und Aequipecten opercularis nov. var.

Unabhängig und in Übereinstimmung mit E. Kraus (1938) bin ich somit zu einer Gliederung der marinen Schichten nördlich der Rott in ein liegendes Sand-, ein mittleres Mergel- und ein hangendes Sandpaket gekommen.

c) *Alter und Lagerung der marinen Schichten.*

In den Blättermergeln und den darüber lagernden Glaukonitsanden treten folgende Fossilien auf:

Pelecypoda.[1]

	Aquit.	Burd.	Helv.	Tort.	Pliozän.	Rez.
Arca (Anadara) turonica Duj.			+			
Pectunculus (Axinea) cor Lam.	+	+	+	+	+	
Amussiopecten burdigalensis Lam.	?		+			
Pecten (Amussiopecten) solarium Lam.			+	+		
Pecten (Chlamys) multistriatus Poli	+	+	+	+	+	
Aequipecten opercularis Lam. nov. var.						
Anomya ephippium Lin.			+	+	+	
Ostrea digitalina Dub.			+			
Ostrea Lamellosa Brocc.		+	+	+	+	+
Ostrea (Crassostrea) gryphoides Schloth. var. gingensis		+	+			
Avicula phalaenacea Lam.	+	+	+	+	+	
Ringicardium hians Brocc. var. dannliana Mayer.		+				
Meretrix islandicoides Lam.		+	+		+	
Dosinia lupinus Lin.				+		
Tellina (Moerella) donacina Lin.	+	+	+			
Lucina n. sp.						
Dosinia sp. ind.						
Mactra sp. ind.						

[1] Zusammenstellung von Dr. Fr. X. Traub, München.

Von diesen 18 Arten treten neu auf:

4 im Aquitan; davon reichen 3 ins Pliozän, 1 ins Torton,

3 im Burdigal, davon reichen 2 ins Helvet, 1 ins Pliozän,

7 im Helvet, 3 davon nur im Helvet, 2 reichen ins Torton, 2 ins Pliozän,

4 Arten sind vorläufig aus anderen Gebieten nicht bekannt.

Demnach liegt der Schwerpunkt der Fauna eindeutig im Helvet. Gleichaltrig mit der in unserem Gebiet als Helvet erkannten Schichtfolge sind die Sande von Brombach und Birnbach, gleichaltrig sind auch die bisher als Untermiozän gedeuteten Sande von Holzbach und Schönberg. Vergleicht man die Aufschlüsse von Holzbach, Schönberg und Gänshall, so kommt man zu der Auffassung, daß die typischen Grobsande im Profil von Gänshall mit dem bisherigen „Meeressand" von Holzbach und Gänshall zu parallelisieren sind. Die Gänshaller Grobsande sind ebenso wie die Sande von Brombach der letzte Rest der auskeilenden Grobsand- und Strandfazies des Helvet nach dem Süden, nach dem Beckeninneren zu. Wir kommen also im Gegensatz zu den älteren Auffassungen von Gümbel (1887), Ammon (1888), Stadler (1926) und Kraus (1938) dazu, daß diese marinen Sande nicht das älteste Schichtglied des Niederbayerischen Tertiärs darstellen. In ihrem Liegenden sind vielmehr noch die helvetischen blättrigen Mergel und die Mergel von Neuhofen. Stratigraphisch ältestes und orographisch tiefstes Schichtglied sind die fossilführenden Mergel von Neuhofen. Soweit wir jetzt Aussagen machen können, sind sie gleich alt oder älter als Helvet. Wir haben aber gewisse Hinweise, daß diese Mergel dem Burdigal angehören. Die höchste Heraushebung erfährt die marine Schichtfolge auf dem Kartenblatt Griesbach. Hier erscheinen im Profil an der Ostseite des Kartenblattes letztmals die ältesten Schichten, um dann der Tendenz des allgemein gültigen Absinkens nach W folgend unter die Talsohle einzutauchen. Nirgendwo im W erscheinen mehr diese älteren Schichten. Auch die blättrigen Mergel, die im O noch weite Verbreitung haben, greifen noch

auf die Ostseite des Blattes Birnbach über und sinken dort unter die hangenden Glaukonitsande.

Der hangende Mergel auf Blatt Birnbach südlich der Rott wird von Kraus (1938) dem Helvet zugezählt, während er, wie schon erwähnt, die Glaukonitsande von Birnbach ins Burdigal stellt. Diese Annahme führt ihn zur Konstruktion seines „Birnbacher Sattels", dessen Entstehung in die Zeit vor Ablagerung der Oncophoraschichten fallen soll. Schon der Nachweis des helvetischen Alters der gesamten marinen Schichten auf Blatt Birnbach macht diese Annahme unwahrscheinlich. Es ist zwar richtig, daß die marinen Schichten bei Birnbach nach W, NW und SW absinken, aber im O kommen, wie sich aus den bisherigen Darlegungen ergibt, immer ältere Schichtglieder zum Vorschein, so daß wir es bei Birnbach nicht mit einem Sattel, sondern einer in das Gebiet des Blattes Griesbach übergreifenden Schwelle zu tun haben.

Eine weitere wichtige Bezugsfläche, die Grenze von marin zu brackisch, die auf Kartenblatt Griesbach erstmals am Ostabhang des Steinkartes westlich Dobl, in der Nähe P. 449 auf 440 m erscheint, folgt diesem Generaleinfallen nach W, in dem sie am Scheitelpunkt der Straße Weg–Uttlau auf 430 m auftritt. In einem kleinen Aufschluß westlich Kirchberg, der genau westlich des Scheitelpunktes der Straße liegt, ist die Grenze marin brakkisch auf 398 m abgesunken. Am Westrand des Kartenblattes Birnbach bei Freiling ist die Grenzfläche bereits unter dem Talniveau.

Daneben haben wir auf Blatt Griesbach etwa auf einem Profil Griesbach–Lederbach–Oberuttlau–Mackham noch ein Absinken der Schichten nach Norden von 450 m auf 400 m. Die gleiche Erscheinung macht sich auf Blatt Birnbach geltend. Von Birnbach sinkt die Grenzfläche nach N auf 3 km um 40 m ab. Auch südlich der Rott findet ein Absinken der Schichten statt. Im nordwestlichen Teil des Blattes Birnbach herrscht demnach Nord-West-, im südwestlichen Teil des Blattes Süd-West-Fallen.

Auf Blatt Eholfing hat die Aufwölbung der marinen Schichten ihren Scheitelpunkt erreicht, von hier aus fallen die Schichten wieder nach O.

Wir geben zu, daß eine Auswertung der Daten von Streichen

und Fallen auf Grund der Werte aus einzelnen Aufschlüssen die Annahme zuläßt, daß, etwa vom Westrande des Kartenblattes Griesbach aus, die Schichtenfolge nach O einfällt. Tatsächlich ist das gemessene Fallen der blättrigen Mergel von Kindlbach und Aicha z. B. ein östliches. Es ist aber hier die Frage zu klären, ob bei einem strandnahen Sediment, wie dies unsere Sande und blättrigen Mergel sind, man aus dem örtlichen Einfallen so weitgehende Schlüsse ziehen darf. Kreuz- und Diagonalschichtung, sekundäre Rutschungen und Senkungen sind Erscheinungen, die bei Einzelbeobachtung eines Aufschlusses zu falschen Deutungen führen müssen. Es ist notwendig, daß man durch Aufnahmearbeit die Verbindung von Aufschluß zu Aufschluß sucht, um dann erst Aussagen über die Lagerung der Schichten im Gebiete der Meeresmolasse zu machen.

Wir glauben auch, daß das Fehlen der Brackwassermolasse im O uns gleichfalls einen Hinweis gibt, daß eben nur ältere Schichten dort zutage treten und die brackischen Schichten infolge der Heraushebung der Erosien zum Opfer gefallen sind. Wenn man freilich an eine Aussüßung von N her denkt und die Böhmische Masse als Liefergebiet ansieht, dann könnte, wie vielfach angenommen, die östliche Begrenzung des Flußdeltas der brakkischen Schichten auf einer Linie Vilshofen–Birnbach–Kößlarn liegen. Auf Grund unserer Geländeaufnahmen reichen die fossilführenden brackischen Schichten bis zum Ostabfall des Steinkartes. Wir werden später nachweisen, daß eine Bildung der brackischen Schichten durch ein aus N kommendes Flußsystem nicht in Frage kommt.

Kraus (1938) nimmt an, daß die Brackwassermolasse Niederbayerns gegen Süden und Osten teilweise in das Meer des hangenden Schliers übergeht. Wir haben für eine solche Deutung bei unseren Geländebeobachtungen keinerlei Anhaltspunkte bekommen.

Falls noch irgendwelche Zweifel über die Lagerungsverhältnisse und das Alter der marinen Schichten bestehen sollten, so werden wohl diese durch die Ergebnisse der Tiefbohrung von Birnbach[1] (Höhe des Bohrpunktes 365 m) zerstreut. Unter dem

[1] Wir danken an dieser Stelle auch Herrn Professor Dr. Bentz, Berlin, für die Überlassung der Bohrproben.

Alluvium, das 11,5 m mächtig ist, folgt bis –90 m ein blättriger Mergel, der dem blättrigen Mergel von Weng, Kindlbach, Aicha und östlich Piesting vollkommen gleicht. Mit allmählichem Übergang kommt unter dem blättrigen Mergel ein feiner Mergel, der in Ausbildung und Fossilinhalt dem Schlier von Neuhofen entspricht. Auch hier haben wir zahlreich auftretende Seeigel und die sonst nirgends nachgewiesene Perna- und Modiolaarten. Ab —125 m stellen sich wieder sandige Zwischenlagen ein. Bei —160 m tritt erstmals eine grüne Grobsandlage auf, die bis —180,1 m reicht. Im oberen Teil dieses Sandes finden sich feinsandige und tonige Zwischenlagen. Dieser grobkörnige, dunkelgrüne Glaukonitsand würde dem burdigalen Meeressand entsprechen, er gleicht völlig den von Grill (1935) im Gallneukirchner Becken beschriebenen grünlich gefärbten Phosphoritsanden des Burdigals. Unter dem Sand folgt brauner Schlier, der wahrscheinlich dem Oligozänschlier von Oberdonau entspricht. Eine weitere Bearbeitung der Bohrung ist in Aussicht genommen. Damit ist wohl der endgültige Beweis erbracht, daß die marinen Mergel von Neuhofen älteste Miozänschichten des Ostens darstellen und dem bereits bei der Kartierung beobachteten Westeinfallen folgen, um in der Bohrung in größerer Tiefe zuerscheinen. Auch für das Blatt Birnbach ergibt sich der schlüssige Beweis, daß die Sande über dem blättrigen Mergel liegen und die tieferen Schichten der marinen Schichtfolge auf Blatt Birnbach nicht wieder erscheinen.

2. Die obere Brackwassermolasse.

Die Schichten der Brackwassermolasse werden im Bereich des untersuchten Gebietes durch Sand und Mergel vertreten, die auf Blatt Griesbach am Ostabhang des Steinkartes erstmals erscheinen und auf den bereits beschriebenen marinen Sanden aufliegen. Im NW-Teil des Blattes Griesbach ist die Grenze der marinen gegen die brackischen Schichten bereits auf einer Höhe von 400 bis 410 m. In diesem Teil des Kartenblattes gewinnen sie immer mehr an Verbreitung, wobei sie stets ein liegendes Mergel- und ein hangendes Sandpaket bilden. Die Mächtigkeit der Mergel liegt im O von Blatt Griesbach (am Steinkart) zwischen 15 und 25 m, im W zwischen 30 und 40 m. Die Sande erreichen am O-

Abhang vom Steinkart Mächtigkeiten von 20 und 30 m, im NO-Teil des Kartenblattes eine solche von 50 m. Die mittlere Mächtigkeit der brackischen Schichtfolge ist 60 m, die maximale Mächtigkeit 90 m. Der Übergang von Sand zu Mergel ist manchmal ein plötzlicher, wie etwa an vielen Stellen des Steinkartosthanges. Ein andermal erfolgt unter allmählicher Anreicherung des Glimmergehaltes ein Übergang zum Sandmergel und schließlich zum Oncophorasand. Aequivalent der liegenden Mergel am Steinkartosthang sind die Oncophoramergel am Scheitelpunkt der Straße Uttlau–Weng.

Eine einheitliche Gliederung der brackischen Schichten ist im Kartenblatt Birnbach nicht durchzuführen. Vielfach ist aber wie bei Wald, Lerchen, Schmelzholzham und Neudeck die Trennung eines auf den marinen Schichten lagernden Mergels von einem hangenden Sand möglich. Bei Kirchberg und Hirschbach treten hangende, sandige Mergel hinzu. Zwischen der Rott und einer Linie, die von Wolfgang über Grottham nach Hirschbach führt, fehlen die Mergel. Unmittelbar südlich der Rott sind sie als tiefste Bildung der brackischen Schichten wieder vertreten. Die Mächtigkeit der Brackwassermolasse schwankt auf Blatt Birnbach zwischen 40 und 60 m. Im NO des Kartenblattes herrschen mergelige Sande und sandige Mergel vor.

Die brackischen Sande zeigen meist eine deutliche Kreuz- und Schrägschichtung, sie sind an einigen Aufschlüssen an Brüchen geringen Ausmaßes durchzogen. Der in den marinen Schichten vielfach zu beobachtende rhythmische Wechsel von geringmächtigen Sand- und Mergellagen fehlt den brackischen Bildungen. Kennzeichnend für Mergel und Sand ist ein nie fehlender Fossilgehalt, der besonders in gewissen Sandlagen ein sehr reicher ist. Allerdings enthält diese brackische Fauna nicht viel Arten; sie ist dafür um so reicher an Individuen, wie Oncophora Partschi var. Gümbeli, Melanopsis impressa, Cardium Bavaricum, Dreissenia, Hydrobia. Der Mangel an Fossilien in den hangenden Oncophorasanden bei den östlichen Vorkommen auf Blatt Griesbach ist wohl auf eine nachträgliche Entkalkung der brackischen Schichten zurückzuführen. Durch ihren Fossilreichtum erlauben die brackischen Sedimente stets ihre Feststellung im Gelände, auch die Abtrennung dieser Schichten von den marinen Basis-

schichten ist nicht besonders schwer. Neben dem kennzeichnenden Fossilgehalt sind es besonders in der Sandfazies noch reichliche Glimmerführung und fehlender Glaukonitgehalt, die weitere Hilfsmittel bei der Kartierungsarbeit gewesen sind.

a) *Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach).*

Am Ostabfall des Steinkartes erscheint die brackische Schichtfolge meist in den OW ziehenden Gräben, im N erstmals in einer Talung, die südlich Forsthub gegen Rehwinckel zieht. Das stratigraphisch Liegende der brackischen Mergel ist hier allerdings nicht aufgeschlossen, da diese unter 450 m von Schotter und Lehm überdeckt sind. Es ist aber sicher, daß die Mergel bis mindestens 440 m hinabreichen. Durch Schürfungen konnte die brakkische, hier schlecht aufgeschlossene Schichtfolge, am Steinkartosthang weiter nach S verfolgt werden. Hier erscheint sie wieder in dem Graben, der über P. 423 nach W zieht und nördlich P. 523 gegen die Staatsstraße Griesbach–St. Salvator kommt. In diesem Profil sind bei 445 m auf marinem Sand (die Grenze ist auch hier nicht erschlossen) 25 m Mergel und dann ab 470 m bis 500 m die Oncophorasande gut aufgeschlossen. Der Neubau einer Forststraße in diesem Gebiet erlaubte in den Jahren 1937 und 1938 einen recht guten Einblick in die Sandfazies dieser Schichtfolge. Hier waren vor allem Sprünge von 20 bis 40 cm Höhe und Kreuzschichtung gut zu beobachten. Nach S zu ist die Brackwassermolasse von Lehm und Schotter überlagert. Östlich von P. 449 erscheinen nochmals Mergel und Sand, die auf 495 m von Quarzrestschotter überlagert werden.

An der Straße Griesbach–Reutern erscheinen Mergel und Sande wiederholt, sie reichen hier bis 465 m. Beim P. 490 östlich Griesbach ist das südlichste Vorkommen der brackischen Sande. Am Nordabhang des Steinkartes konnte überall durch Schürfungen die Verbreitung der Brackwassermolasse nachgewiesen werden. Das Auflager auf die marine Schichtfolge ist nirgends erschlossen. Nachgewiesen wurden die Oncophoramergel bis 430 m. Von hier ab überlagern weiter talwärts Schotter und Lehm das Jungtertiär. Die Grenze der brackischen Schichtfolge gegen die hangenden Schotter liegt in einer Höhe von 470 m.

Vereinzelte kleinere Aufschlüsse in den liegenden Mergeln

sind nördlich Unteruttlau und östlich Riedertsham. Oft recht versteckt liegen die Aufschlüsse in der brackischen Schichtfolge östlich und westlich der Straße Lederbach-Uttlau, wo östlich, nördlich und westlich Forsting, nordwestlich Holzhäuser, westlich P. 422 (am Westabhang des von Oberuttlau gegen P. 422 ziehenden Tales), beim Gallermann, Pischl und nach W zu gegen den Scheitelpunkt der Straße Uttlau-Weng Mergel und Sande in kleinen Aufschlüssen stets fossilführend zutage treten. Westlich Haag liegt auf etwa 435 m die Grenze gegen die liegenden marinen Sande und zugleich das südlichste Vorkommen der Brackwasserschichten im W. Die Fossilführung ist in allen Aufschlüssen die gleiche. Die bereits erwähnten brackischen Arten sind überall regelmäßige Begleiter der Mergel und Sande.

Die Grenze der liegenden marinen Schichten gegen die hangenden brackischen ist im Bereiche des Kartenblattes Griesbach nirgendwo aufgeschlossen. Sie konnte aber durch Schürfung und Aufschlüsse mit großer Annäherung immerhin auf einige Meter genau festgelegt werden, wenn nicht Lehm und Schotterüberdeckung ihre Erfassung unmöglich machte.

b) *Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach).*

Südlich der Rott liegen über den marinen hangenden Mergeln bei Neudeck Oncophoramergel von 6 bis 8 m Mächtigkeit. Darüber folgen ziemlich grobe Sande mit einzelnen Quarzröllchen und einer 30 cm starken Fossilbank, die im wesentlichen aus Melanopsis impressa und Oncophora Partschi aufgebaut wird. Die Aufeinanderfolge Mergel-Sand ist auch bei Thalham wieder aufgeschlossen. Die Mergel an der Basis sind mit 3 m, die darüber liegenden schräggeschichteten Sande ebenfalls in 3 m Mächtigkeit erschlossen. Auch die Fossilbank findet sich im Sande wieder. Der nächste Aufschluß in dem Oncophoramergel liegt bereits auf der NW-Ecke des Kartenblattes Kößlarn, südlich der Häuser Loderham, auf 380 m Höhe. Da die Grenze marin-brackisch bei Neudeck auf 420 m liegt, ist zwischen diesem Orte und Loderham (2,5 km) mit einem Absinken der Grenzfläche um 40 m zu rechnen, das entspricht ungefähr 1^0. Beim Orte Weng, bei St. Wolfgang und Birnbach fehlen die Mergel und die brackischen Sande liegen direkt auf den Glaukonitsanden. Eine

kleine Grube zwischen jungpliozänen Schotterresten auf dem Riegel nordwestlich von Weng zeigt diese Sande 1 m mächtig. Auch im Graben westlich Wased finden sich geschichtete Oncophorasande mit Kalkkonkretionen und biotitreichen Lagen. Brackische Mergel setzen erst wieder nördlich von St. Wolfgang ein. Die Grube an der Straße zwischen Uttlau-Weng (440 m) gewährt Einblick in die Grenze Sand-Mergel, die an dieser Stelle etwas unter 430 m liegt. Die hangenden kreuzgeschichteten Sande sind von Brüchen geringer Sprunghöhe (wenige cm) durchzogen, die mit 70° gegen N 30° W einfallen.

Sehr feinkörnige bläuliche, brackische Mergel mit Cardium bavaricum und Oncophora Partschi wurden in 420 m östlich Eschlbach festgestellt. Westlich Schnellertsham (410 m), Schmelzholzham (400 m) und Riedertsham (405 m) befinden sich weitere Aufschlüsse in sandig-mergeligen Oncophoraschichten.

Im Graben, der von Lerchen nach Churfirst führt, sind in 420 m Höhe fossilführende Oncophoramergel aufgeschlossen. An der Straße sind bei 425 und 430 m brackische Sande zu beobachten. Über den Sanden finden sich westlich Lerchen in 435 m wieder fossilführende Mergel. Der Riegel südlich der Straße zeigt grobe Sande mit Oncophora und einer Geröllage (Quarze), über der Tone mit Pflanzenhäcksel und Süßwasserfossilresten folgen. Der Höhenlage nach steht dieses Vorkommen zwischen dem Sand und dem oberen Mergel. Wurm (1937), der dieses Vorkommen erwähnt, meint, daß es sich hier um eine Einschaltung von Süßwasserschichten in die Oncophorasande handelt. Man kann im Felde nicht unterscheiden, ob diese Auffassung zutrifft oder ob es sich um eine Reliefausfüllung handelt. Nach der regionalgeologischen Lage möchte ich der zweiten Deutung den Vorzug geben.

Südlich Kemnathen ist die Trennung in liegenden Mergel und hangenden Sand möglich. Die Grenze Sand-Mergel liegt in etwa 400 m Höhe. Ein weiterer Aufschluß, in dem ich Oncophorabruchstücke fand, befindet sich im ersten Graben links von Wolfakirchen. Bei Bauschöd, Oed und Brunndobl wurden 2 m Bohrungen durchgeführt, die helle, glimmerreiche Feinsande erbrachten, die wohl ohne Bedenken den brackischen Schichten zugerechnet werden dürfen.

In der nächsten Umgebung von Birnbach liegen die Sande unmittelbar auf den marinen Schichten. Bei der Kreuzwegkapelle NW Birnbach finden sich fossilfreie, kreuzgeschichtete Sande mit Kalkkonkretionen, die den brackischen Schichten zugerechnet werden müssen. Die mangelnde Fossilführung erklärt sich aus der Entkalkung, bei der offenbar auch die Schalen der Fossilien zerstört worden sind. Auch NW von Birnbach, bei dem Gehöft Brandstatt (nicht in der Karte) wurden in einer Sandgrube unter jungpliozänen Schottern hellgelbe Oncophorasande (?) beobachtet. Im Graben östlich von Schwertling setzen wieder Mergel, die reichlich Oncophora, Cardium und Dreissenia führen, ein. Die Mergel sinken bei Oberbirnbach, wo sie den Quellhorizont für die Birnbacher Wasserleitung bilden, unter das Talniveau, da sie dem allgemeinen NW-Einfallen folgen. An der Straße sind bei 415 m gelbe Feinsande, die massenhaft Melanopsis impressa führen, ergraben worden. Bei Lohe, Afham und Kallham sind keine Aufschlüsse zu verzeichnen. Die durchgeführten Bohrungen haben aber auch hier jene gelben glimmerigen Feinsande geliefert, die wohl nur den Oncophoraschichten zugezählt werden können.

Am schönsten sind die brackischen Schichten in der Nähe von Kirchberg ausgebildet. Die Auflagerung ist, wie schon erwähnt, im Graben westlich von Kirchberg erschlossen. Über Glaukonitsanden mit reichlicher Fossilführung folgen feinkörnige Oncophoramergel. Die brackischen Schichten beginnen mit etwa 2 cm aufgearbeiteten Glaukonitsanden, deren brackischer Charakter sich aus der Fossilführung ergibt. Erst darüber folgt der Mergel mit Oncophora, Cardium und Dreissenia. Gleiche Mergel sind auch bei der Schule Kirchberg und bei Obertattenbach aufgeschlossen. Über dem Mergel folgen Sande, die meist lebhafte Kreuz- und Schrägschichtung zeigen. Das Einfallen der Schichten wurde bei Winckl mit 10^0 gegen N 20 O und bei Obertattenbach mit 5^0 gegen N 30 W gemessen. Bei der Schule Kirchberg und bei Winckl konnten auch zahlreiche kleine Brüche, deren Sprunghöhe 10–15 cm beträgt, festgestellt werden. Gemessen wurde bei Kirchberg 50^0 gegen N 10 W und 65^0 gegen W, bei Winckel 60^0 gegen W. Über den Sanden liegen sandige Mergel, die in der Talung östlich Obertattenbach zu beobachten sind und

Oncophora und Dreissenia führen. Das brackische Schichtpaket hat bei Kirchberg eine Mächtigkeit von 50 m.

Die liegenden Mergel sind im Graben, der von Wald nach Zehentwiesen führt, gut erschlossen. Die Mächtigkeit dürfte 10 m kaum überschreiten. Auf der Ostseite des Schneckinger Baches finden sich in mehreren Gruben die Oncophorasande in typischer Ausbildung. Auch bei Udlberg und Stainer befinden sich große Aufschlüsse in den Oncophoraschichten. Bei Wald sinkt die Grenze der brackischen und Süßwasserschichten fast bis ins Talniveau ab. Die oberste Lage der brackischen Sande, die gegenüber Riegelsberg erschlossen ist, ist überaus glimmerreich und ziemlich grob. Im Hangenden folgen Süßwassertone mit Unio, Ancylus, Planorbis und Helix. Das Schichtfallen wurde im Zehentwiesengraben mit 10^0 nach N 70^0 O und gegenüber Riegelsberg mit 20^0 gegen N 20^0 O gemessen. Die bereits mehrfach erwähnten, in den Aufschlüssen zu beobachtenden kleinen Brüche verlaufen bei Zehentwiesen mit 60^0 gegen N 60 W, bei Udlberg mit 50^0 gegen N 70 W gegenüber Riegelsberg mit 70^0 gegen N 80 W.

c) *Alter und Lagerung der brackischen Schichten*

Über die Alterstellung der brackischen Mergel und Sande herrscht in der Literatur völlige Übereinstimmung. Seit der ersten Bearbeitung der Fauna durch Ammon (1888) werden sie ins Helvet gerechnet. Kraus (1938) stellt sie in das oberste Helvet. Überall treten die brackischen Schichten als Hangendes der marinen Schichtfolge auf, es ergaben sich nirgendwo Hinweise einer faziellen Vertretung der marinen Schichten durch die brackischen. Eine Verzahnung von mariner Schichtfolge mit der Brackwassermolasse in der Horizontalen ist in unseren Kartenblättern nicht beobachtet worden. Von ihrem ersten Auftreten am O-Abfall des Steinkartes fallen die brackischen Schichten nach W und gleichzeitig von Churfirst nördlich Griesbach nach NW zu ein. Auch auf Blatt Birnbach folgen die brackischen Schichten dem Einfallen nach W und NW, im südwestlichen Teil des Blattes ist SW-Fallen beobachtet worden. Die Brackwassermolasse zeigt somit das gleiche Streichen und Fallen wie die marinen Schichten.

Nach dem Hangenden zu werden die Oncophoraschichten am Steinkart von den Quarzrestschottern überlagert, wobei diese Grenze der Oncophoraschichten gegen die Restschotter auf Blatt Griesbach ein westliches und nordwestliches Einsinken zeigt. Im nordwestlichen Teil des Blattes Birnbach schieben sich zwischen brackischen Schichten und Restschottern Süßwasserbildungen ein. Es handelt sich hierbei nicht um eine fazielle Vertretung der Brackwasserschichten, da die Mächtigkeit derselben ungefähr gleich bleibt. Östlich Kopfstädt beim Churfirst erscheint bei 525 m der Schotter, der dann weiter im W auf Höhe 502 ab 500 m auftritt. Bei Buchet auf Blatt Birnbach ist die Schotterunterkante in 490 m zu suchen. Sie sinkt weiter bis zum W-Rand des Kartenblattes auf 460 m ab. Weiter im N des Kartenblattes Griesbach liegende OW-Profile erweisen wiederum das Einfallen der brackischen Schichten von O nach W zu, zum Beispiel eines von Adelmörting im O gegen Englöd im W (östlich Oberuttlau), wo im O die Oberkante der brackischen Schichten auf 500 m, im W auf 490 m liegt. Verfolgen wir dieses Profil auf Blatt Birnbach, so treffen wir die Oberkante der brackischen Schichten bei 475 m, während sich bei Oberbirnbach bereits Süßwasserschichten zwischen Schotter und brackischen Schichten einschieben, deren Oberkante dort auf 430 m gelegen ist.

NS-Profile an der O-Seite des Steinkartes zeigen ein Absinken der Grenzfläche von Oncophoraschichten gegen Quarzschotter von 525 m im Süden bei Kopfstädt auf 475 m im N westlich Forsthub, das sind auf 4½ km Horizontalentfernung 50 m. An der W-Seite des Steinkartes fällt die Grenze Brackwassermolasse zu Restschotter gleichfalls nach N ein, nur ist hier hervorzuheben, daß wir bei einem Vergleich des Einfallens der Unter- und Oberkante der Brackwassermolasse ein steileres Einfallen der Unterkante im Vergleich zur Oberkante haben. NS-Profile im Kartenblatt Birnbach ergeben folgendes Bild: Bei Wolfakirchen liegt die Obergrenze der brackischen Bildungen auf 420 m, bei Oberbirnbach auf 430 und nordöstlich von Birnbach auf 470 m. Am NW-Rand des Blattes erreicht die Oberkante ebenfalls noch die 420 m-Grenze. Von dort steigt sie bis Freiling auf 425 m an und erreicht bei Hirschbach 440 m. Auf Blatt Birnbach gehen somit Ober- und Untergrenze der Brack-

wassermolasse, wenigstens soweit dies nach den Aufschlüssen beurteilt werden kann, parallel.

Die bisherigen feldgeologischen Untersuchungen ergaben keinen sicheren Hinweis, daß eine nennenswerte Lücke zwischen den marinen und brackischen Schichten besteht, etwa im Sinne einer Erosionsdiskordanz. Es liegen auch keine sicheren Hinweise vor, ob die Mergel der Brackwassermolasse etwa ein im Sinne von Kraus, (1938) vorhandenes marines Relief ausfüllen. Lediglich die Zunahme der Mächtigkeit der Brackwasserschichten in der NW-Ecke des Kartenblattes Griesbach würde eine solche Deutung auf beschränktem Raume zulassen. Die von Kraus (1938) angegebene Verteilung der Oncophoraschichten bei Birnbach entspricht insofern nicht der Wirklichkeit, als die von ihm gezeichnete Einbuchtung (vgl. seine Tafel VI) nicht besteht. Damit fällt aber auch die Voraussetzung für die Annahme einer Anlagerung der Brackwassermolasse an das „Birnbacher-Gewölbe". Die später angeführte sedimentpetrographische Untersuchung läßt eine wesentliche Beteiligung von aufgearbeiteten marinen Schichten an den Brackwasserbildungen unwahrscheinlich erscheinen. Sicherlich ist eine weitspannige Verbiegung der einstmals horizontalen Grenzfläche marin zu brackisch vorhanden, sie ist aber unserer Ansicht nach durch posthelvetische Bewegungen zu erklären.

3. Die Süßwasserschichten

(Nur auf Blatt Birnbach entwickelt)

Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach)

Im nordwestlichen Teil des Kartenblattes Birnbach schiebt sich zwischen die liegenden Oncophoraschichten und die hangenden Restschotter eine Serie von Süßwassersedimenten (Sande, Tone und Mergel) ein. Sowohl ihre Ausbildung als auch ihr Fossilinhalt (Unionen, Planorbis, Helix) bestätigen ihren Charakter als Ablagerungen seichter Tümpel, versumpfter Landstrecken und stärker bewegten Wassers. Da die direkte Auflagerung der Schotterunterkante auf die brackischen Schichten im südöstlichen Gebiet des Kartenblattes nicht zu beobachten ist, besteht in diesem Teil die Möglichkeit, daß ein schmaler Streifen von

Süßwassersedimenten zwischen Restschottern und Oncophoraschichten auftritt. Wahrscheinlich ist diese Annahme aber nicht, da sich, besonders die Tone, auch dort wo oberflächliche Aufschlüsse fehlen, in der Geländeformung bemerkbar machen müßten. Es ist anzunehmen, daß die Süßwasserbildungen an einer Linie zu Ende gehen, die die NO- mit der SW-Ecke des Kartenblattes verbindet. Entsprechend dieser Verteilung fehlen die Süßwasserschichten auf Blatt Griesbach, während sie im Bereich des Kartenblattes Pfarrkirchen (Zöbelein 1939) weite Verbreitung besitzen und reich gegliedert sind.

An einer Reihe von Profilen, deren Darstellung in der Karte aber nicht mehr möglich ist, soll nun der Aufbau dieser Schichtfolge im einzelnen dargestellt werden:

1. Lerchen

Die Kuppe nordwestlich Lerchen wird von folgender Schichtfolge aufgebaut:

30 cm brauner Ton mit Ancylus deperditus und Helix
60 cm hellgelber, fossilfreier Sand
40 cm Ton
150 cm hellgelber, glimmerarmer, fossilfreier Sand; Sand mit reichlich baueritisiertem Biotit, gelegentlich Bruchstücke von Oncophora

Wie schon erwähnt ist diese Süßwasserschichtfolge höhenmäßig zwischen den Oncophorasanden an der Straße und dem brackischen Mergel westlich Lerchen gelegen und wird von uns als Reliefausfüllung gedeutet.

2. Oberbirnbach

Westlich der Straße bei Oberbirnbach gestattet ein 7 m hoher Aufschluß, dessen Unterkante auf 430 m liegt, Einblick in eine ähnlich aufgebaute Schichtfolge. Es folgen von oben nach unten:

Sand
Konkretionshorizont
Sand, kreuzgeschichtet
sandiger Ton
Ton
brauner Pflanzenhäcksel führender Ton mit Uniobruchstücken, Ancylus deperditus und Helix

Auch die Kuppe südwestlich Gillöd ist von der gleichen Schichtfolge aufgebaut, wobei die petrographisch verschiedenen Schichten in kennzeichnender Weise im Ackerboden hervortreten. Von Oberbirnbach aus ist die Grenze der brackischen und der Süßwasserbildungen an der Geländeausformung zu erkennen. Nach N zu gewinnen die Süßwasserschichten große oberflächliche Verbreitung; verschiedene kleinere Aufschlüsse bei Stelzberg, Kainzdobl und Lohe gestatten Einblick in den Aufbau der sandigen und tonigen Süßwasserschichten, in denen keine Fossilien nachgewiesen werden konnten.

3. Obertattenbach

Weitere Beobachtungen über den Einzelaufbau der Süßwasserschichten wurden westlich von Obertattenbach gemacht.

Eine Grube in 456 m zeigt von oben nach unten nachstehende Schichten:

50 cm gelber Sand
50 cm sandiger Mergel
100 cm Mergel
12 cm sandiger Mergel
20 cm grauer Ton
30 cm graubrauner Ton mit Braunkohlenspuren und Ancylus deperditus, Planorbis, Helix und Unionen
30 cm sandiger Mergel

4. Wald

In der NW-Ecke des Kartenblattes erfahren die Süßwasserschichten eine weitere Gliederung durch ein zwischengeschaltetes Schotterpaket. Die Grenzzone der Brackwasser- und Süßwasserschichten ist in einer Grube gegenüber Hütterer aufgeschlossen. Es folgen von oben nach unten:

50 cm Sand
3 cm Ton mit Pflanzenhäcksel, Melanopsis, Unio, Ancylus und Helix
26 cm sandiger Ton
200 cm Sand mit Oncophora

Die in die Süßwasserschichten eingeschalteten Schotter sind unterhalb von Riegelsberg durch eine Grube aufgeschlossen. Sie haben intensiv gefärbte Fe- und Mn-Ausfällungshorizonte und bestehen aus viel Quarz, Gneisen alpiner Herkunft, Quarzphyl-

liten, Jurahornsteinen und seltener auftretenden Gesteinen kalkalpiner Abstammung. Gegenüber den Restschottern ist die Korngröße wesentlich geringer, wie die nachstehende Korngrößenanalyse zeigt:

größer als	32 mm	0%
	32–16 mm	23%
	16–8 mm	42%
	8–4 mm	17%
kleiner als	4 mm	18%

Diese etwa 10 m mächtige Schotterlage ist im Gelände von Riegelsberg bis Grub verfolgt worden. Unter Kölberg, zwischen Hagenöd und Hochaich sind weitere Ausbisse dieses Schotters zu beobachten. Von den hangenden Restschottern ist er durch eine mächtige, als Wasserstauer wirksame Mergellage getrennt. Ein wichtiges Profil der Süßwasserschichten wurde gegenüber Riegelberg (Unterkante 410 m) aufgenommen. Es folgen von oben nach unten:

	Ton mit Unio und Helix
20 cm	Sand
6 cm	Ton
50 cm	glimmeriger Sand mit Kalkkonkretionen
50 cm	geschichteter Sand mit baueritisiertem Glimmer und Quarzgeröllen
40 cm	ungeschichteter Sand mit Oncophora

b) *Alter und Lagerung der Süßwasserschichten*

Die Ausbildung der Obergrenze der Oncophoraschichten und ihr Übergang zu den Süßwasserbildungen ist in allen untersuchten Profilen gleichartig. Die Oncophorasande schließen mit glimmerreichen Lagen, die gelegentlich Gerölle enthalten, ab und werden durch die fossilführenden Tone, die Pflanzenhäcksel und Braunkohle führen, überlagert. Nach oben folgen dann Sande und Mergel, die aber an keiner Stelle Fossilien geliefert haben. Die von Pflanzenresten und geringmächtiger Braunkohle begleiteten fossilführenden Tone bilden nach unseren Beobachtungen einen einheitlichen Horizont und stellen die Basisschichten der Süßwasserbildungen dar. Es ist wohl anzunehmen, daß die Süßwasserschichten ursprünglich eine größere Verbreitung hatten; erhebliche Teile sind offenbar einer vor Ab-

lagerung der Restschotter wirksamen Erosion zum Opfer gefallen. Nach den bisherigen Felduntersuchungen darf man annehmen, daß die Süßwasserschichten in flachen Wannen und Mulden abgelagert wurden. Für eine Unterbrechung der Sedimentation zwischen brackischen und Süßwasserschichten haben sich keine Hinweise ergeben, so daß mit einer allmählichen Aussüßung des Meeres der Oncophoraschichten zu rechnen ist.

Da den von uns beobachteten Süßwasserschichten die gleiche Stellung zukommt, die ähnliche Bildungen auf Blatt Julbach besitzen, so übernehmen wir das nach Wurm (1937) geltende obermiozäne Alter auch für unsere Süßwasserschichten. Der von diesem Autor gezogene Vergleich mit dem Obermiozän von Audorf in der Oberpfalz gilt mit Rücksicht auf die Fossilführung auch für unsere Süßwasserschichten. Der allmähliche Übergang der oberhelveten Brackwasser- in die Süßwassermolasse macht für diese ein tortones Alter wahrscheinlich. Auch Kraus (1938) ist zu ähnlichen Ergebnissen gekommen.

4. Die Quarzrestschotter

Die brackischen, beziehungsweise die Süßwasserschichten werden von Quarzschottern überlagert, die auf Blatt Griesbach ihre Hauptverbreitung im Forst Steinkart haben und dort Mächtigkeiten von 20–35 m erreichen. Auf Blatt Birnbach treffen wir die Schotter bei Buchet, am Höhenzug zwischen Birnbach–Oberbirnbach und an der Linie Lerchen-Churfirst-Wased. Auch am W-Rand des Blattes zwischen Hirschbach und Wald sind die Restschotter weit verbreitet. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 10 und 25 m.

Nach dem Hangenden zu werden die Schotter abgeschlossen von einer bis zu 1–2 m mächtigen Platte von Quarzitkonglomerat, die vielfach zapfenförmig in die Unterlage eingreift. Vorherrschend am Geröllbestand dieser von Kraus (1915) als Restschotter bezeichneten Schichtfolge sind gut gerundete Quarzgerölle, die einen mittleren Korndurchmesser von 40–70 mm haben. Daneben sind vorhanden: Gneise, Serizitphyllite, Quarzphyllite, Jurahornsteine und ganz vereinzelt Buntsandsteinquarzite, so daß wir berechtigt sind, dieses Material mindestens ursprünglich aus den Alpen abzuleiten. Das Fehlen von Kalk- und

Dolomitgeröllen ist von verschiedenen Autoren bereits erwähnt und gedeutet worden. Die texturellen Eigenschaften der Schotter sind vor allem von Wurm (1937) so eingehend beschrieben worden, daß sich an dieser Stelle weitere Darlegungen erübrigen. Das Einfallen der Schotter ist gleichsinnig mit dem der liegenden, bereits mehrfach besprochenen Schichtserien.

a) *Einzelbeschreibung (Blatt Griesbach)*

Zusammensetzung und Lagerung der Quarzschotter können in zahlreichen Aufschlüssen im Forst Steinkart östlich und westlich der Straße Griesbach–Salvator gut studiert werden. Im Schotterkomplex kommen auf Blatt Griesbach oftmals feine Kaolinsande vor, die nicht auf ein bestimmtes Niveau des Schotters beschränkt sind. So erscheinen diese Kaolinsande in einem Aufschluß östlich Salvator an der Basis der Restschotter. In einem anderen Aufschluß, westlich P. 513, südlich der Straße nach Freiling und westlich P. 523, südlich der Straße nach Rothenbergham sind sie auch in höheren Schotterlagen gut aufgeschlossen.

In einer der Gemeinde Reutern gehörenden Kiesgrube nördlich P. 527 (östlich der Straße Griesbach–Salvator) sind Zusammensetzung und Lagerungsverhältnisse der Quarzrestschotter besonders gut zu sehen. 150 m östlich P. 527 (östlich der Straße Griesbach–Salvator) haben wir in einem Aufschluß anstehend noch das Quarzitkonglomerat, das eine ebene und glatte Hangendfläche hat und mit seinen verfestigten Partien zapfenförmig in die losen Schotter eingreift. Die Diagenese erfaßt dabei sowohl grobe Geröllpartien als auch feine Kaolinsande. Ein merklicher Steilhang im Gelände zeigt meist das Ausstreichen des Quarzitkonglomerats, das zwischen den losen Schottern im Liegenden und seiner ganz gering mächtigen Hangendserie oft riedelartig herausragt. Diese Erscheinung ist vor allem östlich der Straße Salvator–Griesbach, und zwar vom Waldeingang nördlich Salvator bis zur Einmündung der alten Straße von Salvator zu sehen. Auch auf dem Wege von Griesbach zum Forst Steinkart beobachtet man südlich P. 527 nochmals den Riedel des Quarzitkonglomerates und den dadurch bedingten Steilanstieg im Gelände. Das Quarzitkonglomerat hat im Bereiche des Forstes

Steinkart weite Verbreitung. Es sind aber vor allem westlich P. 513 Stellen vorhanden, an denen das Konglomerat durch lose Schotter vertreten wird.

b) *Einzelbeschreibung (Blatt Birnbach)*

Bei Buchet liegt die Schotterunterkante bei 490 m und das Quarzitkonglomerat auf 510 m, so daß wir mit 20 m Schottermächtigkeit zu rechnen haben. Selbstverständlich reichen die abgeschwemmten Schotter und abgefahrenen Quarzitblöcke stellenweise bis ins Tal. Die Auflagerungsfläche der Schotter zwischen Krottham und Lerchen liegt im S auf 480 m, im N auf 470 m; das Quarzitkonglomerat im S auf 494 m und im N auf 480 m. Entsprechend nimmt die Mächtigkeit von 14 m im S auf 10 m im N ab. Weder die Konglomeratplatte noch die Schotterdecke ziehen geschlossen um den Höhenzug herum, sondern sind bei den Holzhäusern und bei Offenöd unterbrochen. Das Konglomerat und die Schotter sind an diesen Stellen offenbar abgetragen und am Hang mischen sich Gehangelehm und abgerutschte Tone und Lehm des Hangenden der Quarzschotterplatte. Am Höhenzug westlich Wolfakirchen beträgt die Mächtigkeit der Schotter ungefähr 20 m, wobei die Unterkante bei 470 m liegt.

Der größte zusammenhängende Restschotterkomplex umrahmt das obere Tattenbachtal und ist bis an den N- und W-Rand des Kartenblattes zu verfolgen. Nördlich Hirschbach, an der Straße, wurde die Schotterkante bei 460 m beobachtet; nach N zu fällt sie allmählich bis auf 450 m ab. Verhältnismäßig viel verliert das Quarzitkonglomerat im Tattenbacher Holz an Höhe. Während es oberhalb der Holzhäuser noch auf 475 m liegt, wurde es östlich Kölberg schon auf 465 m angetroffen. Die Mächtigkeit der Schotter schwankt auch hier, überschreitet aber niemals 25 m. Ähnlich wie bei Brunndobl und Offenöd fehlt das Quarzitkonglomerat bei Gigeröd und Stockland. Geht man von P. 481 über Gigeröd nach Peisting, so trifft man keine Spur von Schotter oder Konglomerat, die hier der Höhenlage nach unbedingt ausstreichen müßten. Sie sind hier entweder abgetragen oder vielleicht überhaupt nicht zur Ablagerung gekommen.

c) *Alter und Lagerung der Quarzrestschotter*

Wir stimmen mit Schulz (1926) und Wurm (1937) überein, daß der Restschotter im wesentlichen seine Zusammensetzung durch einen erst nach der Ablagerung einsetzenden Verwitterungsvorgang erhalten hat. Dieser Verwitterungsvorgang in situ ergibt dann erst die veränderte petrographische Zusammensetzung der im O gelegenen Quarzrestschotter von den im W gelegenen Vollschottern. Da dieser Vollschotter aber obermiozänen Alters ist und wir den Quarzrestschotter mit ihm gleichstellen, so nehmen wir auch für diesen obermiozänes Alter an. Lokal können wohl auch Umlagerungsvorgänge wirksam gewesen sein; wesentlich für die Ausbildung der petrographischen Zusammensetzung der Restschotter waren diese aber nicht. Es ist unmöglich vorzustellen, daß die nicht seltenen Tonskelette von Mergeln, die man in der Hand zerreiben kann, einen längeren Transport mitgemacht haben.

Nun glaubt Schulz (1926) allerdings, daß vor der Bildung des Quarzitkonglomerates noch eine Verbiegung des Schotters stattgefunden habe. Aus der Tatsache des gleichsinnigen Einfallens der Schotterunterkante mit dem Quarzitkonglomerat ergibt sich aber erst eine nach der Verkieselung wirksame Tektonik. Die zur Verfestigung notwendige Kieselsäure stammt gewiß zum großen Teil aus den Schottern selbst, wo sie bei ihrer Verwitterung frei wurde. Vielleicht stammt sie auch zu einem geringen Teil, wie Schulz (1926) annimmt, aus dem kaolinisierten Teil der Böhmischen Masse.

Man findet in der Literatur immer wieder Angaben, wonach die Restschotter an verschiedenen Stellen Mächtigkeiten erreichen, die ihre mittlere Mächtigkeit wesentlich überschreiten. Man schließt daraus, daß an diesen Stellen der Restschotter das Relief der brackischen Schichten ausfüllt. Wir haben bei dieser Kartierung an keiner Stelle die Auffüllung eines Reliefs gefunden. Auch Zöbelein (1939), der Blatt Pfarrkirchen kartierte, konnte unsere Auffassung nur bestätigen. Alle jene Schottermächtigkeiten, die sich an Stellen ergeben, an denen die Schotter weiter in das Tal reichen, sind nicht als Quarzrestschottermächtigkeit zu deuten. Es handelt sich hier vielmehr um Schuttströme, die

jünger sind als der Quarzrestschotter und die mitunter bereits Gerölle des Quarzitkonglomerates führen. Wir bezeichnen sie als abgeschwemmte Schotter, als Muren oder Talschotter.

5. Höhere Sand-, Mergel- und Kleinschotterformation

Über dem Restschotter liegt die von Wurm (1937) beschriebene höhere Sand-, Mergel- und Kleinschotterformation. Diese höhere Serie ist auf Blatt Griesbach nirgends gut aufgeschlossen. Schürfungen zeigten, daß nur ein gering mächtiger Schotterschleier das Quarzitkonglomerat überlagert. Es sind meist glimmerhaltige Feinsande und Kleinschotter, die in dieser höheren Serie vorkommen.

Auf Blatt Birnbach besitzt die hangende Serie bei Buchet nur geringe Mächtigkeit und Verbreitung. Zwischen Grotthamer-Lerchen und Wolfakirchen erreicht sie schon eine Mächtigkeit von 12 m und eine beträchtliche Ausdehnung. Nordwestlich Kirchberg ist die dort als Feinsand ausgebildete hangende Serie wieder nur 6 m mächtig, während sie bei Ried 14 m erreicht. Aufschlüsse finden sich nicht, so daß die einzelnen Glieder nicht auseinandergehalten werden können. Im Landschaftsbild machen sich die Ablagerungen der hangenden Serie besonders dadurch bemerkbar, daß über den mit Calluna-Rasen überzogenen und mit zwergwüchsigen Schwarzkiefern bestockten Restschottern wieder hochwüchsige Forste mit einer ganz anderen Bodenflora folgen.

Wurm (1937) spricht von einer ziemlich scharfen Grenze zwischen den liegenden Restschottern und den hangenden Kleinschottern. Er nimmt an, daß diese Grenze einer Unterbrechung der Sedimentation entspräche und daß es in dieser Zeit zur Bildung des Quarzitkonglomerates gekommen sei. Er bringt auch Nachweise für eine erosive Aufarbeitung liegender Grobschotter. Obwohl wir infolge der ungünstigen Aufschlußverhältnisse in unserem Gebiete über diese Frage keine restlose Klarheit gewinnen konnten, schließen wir uns der Deutung Wurms an. Er hat auch darauf hingewiesen, daß auf Grund der paläontologischen Funde in der höheren Sandmergelformation oberstes Ober-

miozän oder Unterpliozän vorkommt. Aus der petrographischen Ähnlichkeit ergeben sich Beziehungen zum Flinz der Münchner Umgebung.

6. Umlagerte Schotter, Schuttströme und Muren

Vielfach gehen von den Quarzschottern aus Schuttströme in das Tal. So zeigen sich auf Blatt Griesbach bei Grub, Nußertsham und Mackham solche Talschotter. Es handelt sich um umgelagerte und abgeschwemmte Quarzrestschotter, die z. B. bei Rothenbergham Einlagerungen von verschwemmten Oncophorasanden enthalten. Diese Schotter zeigen meist eine gute Schichtung, so daß wir berechtigt sind, in diesem Falle nicht allein trockenen Massentransport oder Transport durch Muren anzunehmen.

Anders sind die Verhältnisse am O-Abhang des Steinkarts, wo die Schotter vielfach mit Lehm durchmischt sind. Hier haben wir keinerlei Sonderung nach der Korngröße. Die Oberfläche dieser ins Tal führenden Schotterzungen ist eine ganz flache.

Neben den von der Restschotterdecke abgeschwemmten und mit Lehm vermischten Schottern können auch zusammenhängende, ins Tal vorstoßende Schotterzungen auf Blatt Birnbach beobachtet werden. Die Oberfläche dieser Schottermassen ist buckelig, diese sind in ihrer ganzen Mächtigkeit mit Quarzitblöcken durchsetzt. Wir stellen uns vor, daß diese Schotterzungen durch Abgleiten größerer Schotterkomplexe in Form der aus den Alpen bekannten Murbrüche entstanden. Die Vegetation ist auf ihnen ebenso spärlich und kennzeichnend wie auf den Schottern in ursprünglicher Lagerung. Solche Muren treten nur auf Blatt Birnbach auf, und zwar dort, wo Tone des Obermiozäns die Unterlage der Restschotter bilden, die offenbar den Gleithorizont abgegeben haben. Ein verhältnismäßig kleiner Schuttstrom konnte westlich Oberbirnbach festgestellt werden. Er reicht von der Schotterunterkante (460 m) bis auf 440 m herab. Besonders bemerkenswert sind die Verhältnisse bei Haiden, Tölzenöd und Stockland. Auf der Hochebene von Stockland, wo der Höhenlage nach Restschotter zu erwarten wären, ist nichts von ihnen zu sehen. Am oberen Ende des Zehentwiesengrabens aber finden sich Reste von Muren, die nur von der erwähnten Ebene gekom-

men sein können. Hier läßt sich also nachweisen, daß die Schotter durch Abgleiten von ihrer ursprünglichen Unterlage vollständig entfernt worden sind. Die besonderen klimatischen Verhältnisse des Diluviums machen es wahrscheinlich, daß der größte Teil der Murbrüche in dieser Zeit erfolgte.

Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang noch jüngere Schotter, die das Quarzitkonglomerat aufgearbeitet enthalten, die auf Blatt Griesbach, z. B. auf P. 492 m nördlich Lederbach und auf Blatt Birnbach in 430 m bei Weng, Gigler und nordöstlich Neudau vorkommen. Die Ausbildung der gut gerollten Reste von Quarzitkonglomerat setzt eine länger wirksame Umlagerung voraus, die mit der vermutlich im Mittelpliozän einsetzenden Reliefausbildung zusammenhängt. Diese jüngeren Schotter finden sich jetzt nur als kleine Vorkommen aufgesetzt auf den erwähnten Kuppen.

7. Lehm und Löß

Die jungtertiären Bildungen sind vielfach von Verwitterungslehmen überlagert. Man kann bei diesen Lehmbildungen unterscheiden zwischen Verwitterungslehmen in situ und solchen, die durch Materialumlagerung entstanden sind.

Verwitterungslehme in situ sind im O des Kartenblattes Griesbach weit verbreitet, auf Blatt Birnbach treten sie nicht mehr auf. Sie erscheinen in den Gebieten, in denen die Mergel der marinen Meeresmolasse ihre Verbreitung haben. Es sind dies jene bisher als Lehm oder Lößlehm schlechthin bezeichneten Bildungen. Die schlämmanalytische Untersuchung konnte aber dartun, daß diese Lehme nichts anderes sind als verwitterte marine Mergel. Die blätterige Beschaffenheit der verwitterten Mergel im Bereiche der blättrigen Mergelfazies kommt oft noch im verwitterten Zustand gut zum Ausdruck. Es hat also bei diesen Verwitterungsbildungen keine Umlagerung stattgefunden, das Körnungsbild gleicht weitgehend dem der unverwitterten Mergel.

Als zweite Gruppe von Lehmbildungen haben wir die auf den W-Hängen der Talungen oft vorkommenden Lehmdecken, deren Mächtigkeit bisweilen 6 m überschreitet. Solche Lehmdecken finden sich weit verbreitet auf Blatt Griesbach östlich Schmidham, östlich Afham und Aunham, östlich Kindlbach–

Unterparzham, auf Blatt Birnbach, bei Holzham–Birnbach und nördlich Wolfakirchen. Die kleineren Vorkommen sind aus der beigegebenen Kartenskizze zu entnehmen. Die Lehme sind von sandig-glimmeriger Ausbildung und gelber bis brauner Farbe.

Das für die untersuchten Lehme gefundene doppelte Maximum in der Körnung (Maximum im Feinsand und im Feinschluff) deutet nach Zingg (1935) auf heterogene Mischung, d. h. es sind genetisch verschiedene Sedimenttypen vermengt, ohne daß der dabei stattgefundene Umlagerungsvorgang sortierend wirkte. Wir können daher in diesen Lehmen nicht verwitterte Tertiärbildungen oder Löße erblicken, sondern deuten sie als lokale Zusammenschwemmungen verschiedener Sedimente. Löß und Lößlehm können dabei ebenfalls beteiligt sein, was durch das Vorkommen von echtem Löß auf Blatt Griesbach in Form von kleineren Lößinseln bei Tettenweis–Holzhäuser, Kleinhaarbach und bei Oberbirnbach auf Blatt Birnbach wahrscheinlich ist.

8. Terrassen

Die Rott wird auf Blatt Birnbach von einer zum Teil sehr ausgeprägten Terrassenbildung begleitet. Am besten ist diese bei Blaichenbach südlich Birnbach entwickelt. In ihrem unteren Teil besteht sie aus Schottern, die von Terrassenlehm überlagert werden. Die Terrasse besitzt 12 m Höhe über der Talsohle, sie ist auch bei Birnbach und Obertattenbach entwickelt. Sie wurde bis zum Inn verfolgt und entspricht der Niederterrasse. Noch jüngere Terrassen, die sich nur wenige Meter über die Talsohle erheben und mit Lehm bedeckt sind, finden sich zwischen Holzham und Birnbach und bei Mühlham. Die Mächtigkeit des Rottalluviums beträgt bei Birnbach 11,5 m.

IV. Geländeausbildung

Die Oberflächenausbildung im Bereiche der marinen Schichtfolge ist eine recht charakteristische. Im Bereiche der marinen Mergel ist das Gelände stark zergliedert. Zahlreiche kleinere Kuppen und Talungen lassen die Verbreitung der Mergel gut erkennen. Beim Übergang vom Mergel zum Sand wird der Böschungswinkel stets steiler. Einen besonders guten Einblick in die Morphologie der marinen Bildungen gewinnt man auf Blatt

Griesbach auf dem Wege von Afham zum Windbeßl und auf dem Weg von Amsham zum Maierhof; auf Blatt Birnbach bei St. Wolfgang. Im Bereiche der Brackwasserfolge ist die Oberflächenausbildung eine ganz ähnliche. Modellartig schön zeigt sich der Übergang von der flachen Gehängeausbildung der Mergel zur steileren der Sande in der Talung, die von Anleng gegen Rothenbergham führt (NW-Grenze des Blattes Griesbach).

Die reiche Gliederung der Süßwasserschichten in Tone, Sande, Mergel und Schotter führt zur Ausbildung mehrerer petrographisch bedingter Denudationsniveaus, die besonders von Riegelsberg aus gut überblickt werden können. Die Hochfläche zwischen Peisting, Stelzberg, Kainzdobl, Gillöd und Bauschöd stellt als die Oberkante der Süßwasserschichten die oberste dieser Flächen dar. Das Einsetzen der unverlagerten Restschotter macht sich fast immer durch einen konvexen Gehängeknick bemerkbar. Noch schärfer ist der Gefällsknick an der Oberkante der unverfestigten Schotter, der im Bereiche des Quarzitkonglomerates konkav ausgebildet ist.

Über dem wohl einer alten Verebnungsfläche entsprechenden Quarzitkonglomerat erhebt sich mit ganz geringer Böschung die hangende Sandmergelformation.

Mit außerordentlich flachen Böschungen verkleidet der Lehm das Gehänge. Es sind meist weit nach O ausladende Lehmzungen, die das Landschaftsbild beherrschen.

Für die Geländeformung ist im untersuchten Gebiete abgesehen von den Terrassenbildungen an der Rott nur der petrographische Charakter der Schichten maßgebend.

V. Sedimentpetrographische Untersuchungen

1. Die Korngrößenverteilung

a) *Methodik*[1])

10–20 g der Probe wurden angerieben und 2 Stunden lang unter Zusatz eines Stabilisators (Natriumpyrophosphat ½ *n*) geschüttelt, pipettiert und der Rest geschlämmt. Die Pipettanalyse wurde mit dem Seriensedimentationsapparat nach Kraus,

[1]) Bei der Durchführung der Korngrößenuntersuchung, der Anfertigung der Schweremineralpräparate und der Skizzen hat uns Herr G. Spiegler weitgehend unterstützt.

die Schlämmanalyse mit dem Spülapparat nach Kopecky-Kraus durchgeführt. Falls das Sediment einen höheren Prozentsatz von Körnern > 0,2 mm hatte, wurde zwischen 10 und 2 mm noch mit Sieben getrennt. Im Spülapparat erhielten wir 4 Korngrößengruppen, und zwar > 0,2, 0,2–0,1, 0,1–0,05, 0,05–0,02 mm und als Abgeschlämmtes < 0,02 mm. Die Schlämmanalyse reichte in den meisten Fällen zur Charakterisierung der sandigen Sedimente. Die feineren Korngruppen, die bei den Mergeln auftreten, wurden mit der Pipettanalyse erfaßt, und zwar schließen die Korngrößen unmittelbar an die an, die beim Spülapparat erfaßt werden. Durch 5 Pipettierungen erfolgte eine Aufteilung in die Korngrößengruppen 0,02–0,01, 0,01–0,005, 0,005–0,002, 0,002–0,001 und < 0,001 mm. In der Bezeichnung der einzelnen Korngrößengruppen und ihrer Einteilung haben wir uns an die Vorschläge von Niggli (1935) gehalten.

Zur Bestimmung der Schwermineralien wurden die Fraktionen 0,2–0,1 und 0,1–0,05 mm gut durchmischt und davon ein Schwermineralkonzentrat hergestellt. Bisweilen wurde auch aus der Schüssel geschlämmt. Zur Bestimmung der Feldspate wurden diese mit einer Mischung von der Dichte 2,65 abgetrennt. Als Trennungsflüssigkeit für die Schwermineralien wurde ein Gemisch von Azetylentetrabromid (2,87) und Methylenjodid (3,3) mit einer Dichte von 3,050 verwertet. Gearbeitet wurde mit dem von Andrée und Claus (1935) angegebenen Zentrifugengefäß. Die Zählpräparate wurden in Kollolith eingebettet. Ausgezählt wurde in Gruppen zu je 100 Körnern. Mit der Erfassung von 300 Körnern erreicht man bereits gute Durchschnittswerte.

b) *Die Korngrößenverteilung in den marinen Schichten*

Die feinsten Körnungen aller marinen Sedimente haben die tiefsten und ältesten Mergel vom Typus Neuhofen, Höhenmühle und Piesting, die nur im O des Kartierungsgebietes vorkommen. Hier sind etwa 70 % aller Korngrößen < 0,02 mm, wobei das schwach ausgeprägte Maximum in der Korngrößengruppe 0,02–0,01 mm liegt.

In ihren höheren Lagen zeigen die Mergel (zwischen dem tieferen Mergel von Neuhofen und dem blättrigen Mergel und in den höheren Mergellagen auf Blatt Birnbach) zwischen 0,2 und

0,02 mm ein schwach ausgeprägtes Maximum. Vom Maximum aus erfolgt eine allmähliche Abnahme nach dem Feineren zu, wobei die Korngrößen < 0,01 mm nur in geringem Maße vertreten sind oder ganz fehlen. Es sind dies eben jene Korngrößenbereiche, die bei der marinen Sedimentation ausgeflockt werden, um in einer gröberen Korngröße zu sedimentieren. Der Kurven-

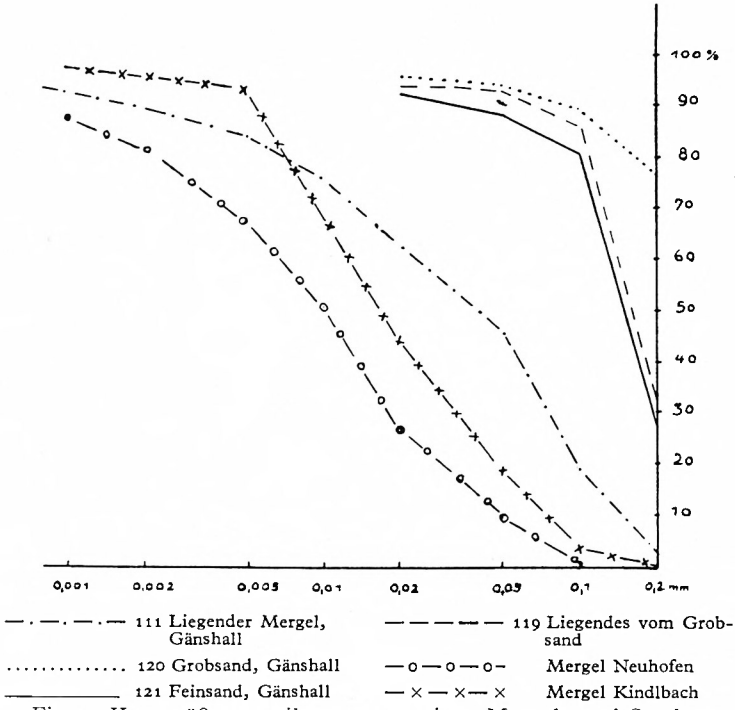


Fig. 1. Korngrößenverteilung von marinen Mergeln und Sanden (Blatt Griesbach).

typ der marinen Mergel entspricht einer guten Mischung, in der annähernd jede Korngröße gewichtsanalytisch gleich stark vertreten ist.

Die Hälfte der Sande haben ihr Maximum in der Grobsandfraktion von 0,5–0,2 mm und zur anderen Hälfte in der Feinsandfraktion von 0,2–0,1 mm. Im Gegensatz zu den Mergeln ist das Maximum stark ausgeprägt. Auf jeden Fall herrschen die Korngrößen 0,5–0,2 und 0,2–0,1 mm vor, während die anderen Korngrößen nur nebenbei auftreten. Es handelt sich also hier

um ein gut aufbereitetes Sediment, das sich dem Zustand der idealen Aufbereitung nähert. Die Gleichkörnigkeit ist bei manchen Sanden so ausgeprägt, daß man von einem α-Grobsand oder γ-Feinsand sprechen kann.

Vergleicht man nun die Körnung der marinen Sande und Mergel, so fällt auf, daß in den Sanden jene groben Fraktionen

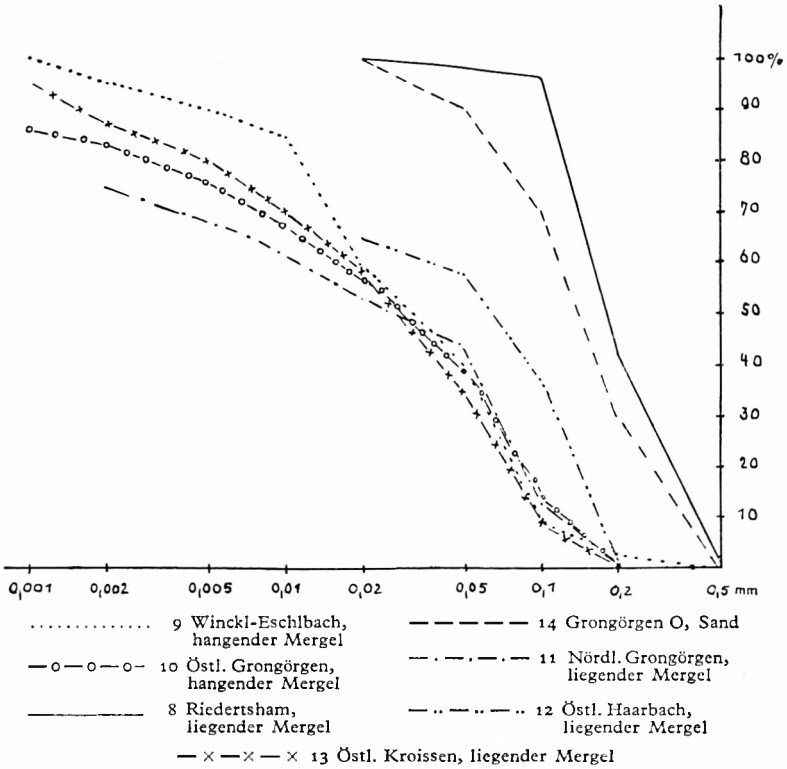


Fig. 2. Korngrößenverteilung von marinen Mergeln und Sanden (Blatt Birnbach).

stark vertreten sind, die in dem Mergel fehlen. In den Mergeln wiederum haben wir jene feineren Teilchen vorherrschend, die wir im Sand vermissen. So ergänzen sich Sand und Mergel in ihrem Körnungsbild gegenseitig. Bei den Sanden erfolgt bei $< 0{,}2$ mm, beziehungsweise bei $< 0{,}1$ mm und $< 0{,}05$ mm eine sprunghafte Abnahme der Korngrößen, bei den Mergeln steigt von diesen Korngruppen an der Gehalt an Feinem.

Nachdem diese Erscheinung sich bei allen Sanden und Mergeln als allgemein gültig erwiesen hat, sehen wir in den Sanden und Mergeln einen ursprünglich einheitlichen Sedimenttypus, der bereits seine Aufbereitung durchmachte und vielleicht schon sedimentiert war. Erst im Bereiche des Strandes setzte dann eine

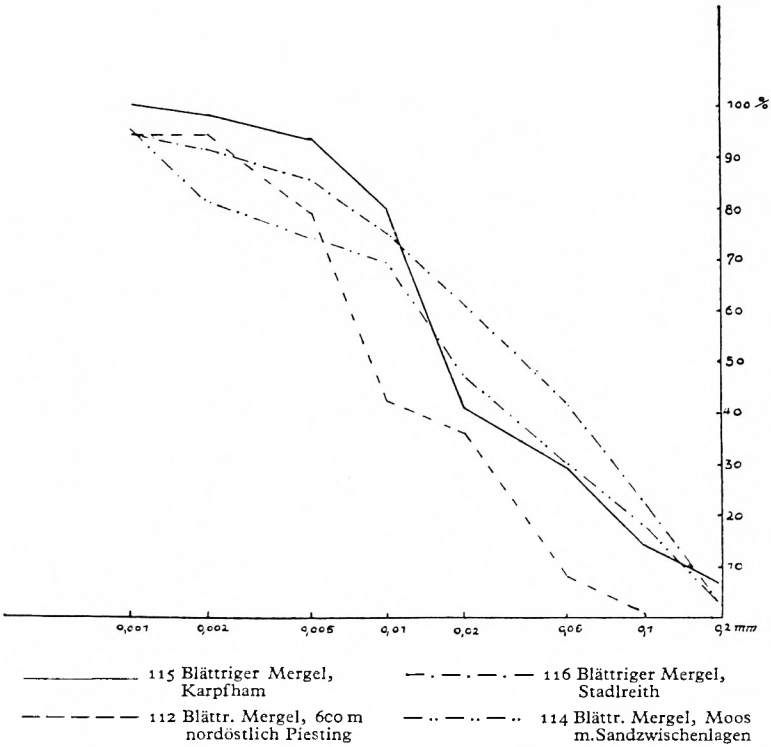


Fig. 3. Korngrößenverteilung von marinen, blättrigen Mergeln (Blatt Griesbach).

Entmischung ein, d. h. eine Umänderung und Auswaschung des bereits bestehenden Sedimentes. Wir glauben in dieser Erscheinung einen genetischen Zusammenhang zwischen Sanden und Mergeln feststellen zu können. Die Sande sind Rückstandsedimente, während die Mergel das ausgeschlämmte und an Stellen geringerer Bewegung und Schleppkraft des Wassers abgesetzte Material darstellen.

Auf diese Weise kann eine Entmischung im großen vor sich gehen, wie wir sie durch das Vorkommen unserer Liegendsande, mittlerer Mergel und Hangendsande haben. Daneben treffen wir auch noch eine Entmischung im kleinen, bei den blättrigen Mergeln vor allem auf Blatt Griesbach. Hier hat gleichfalls ein Entmischungsvorgang Mergel und Sand gesondert abgelagert. Die Kurven dieser blättrigen Mergel sind recht kennzeichnend; sie haben vielfach zwei Maxima, wobei man in diesem Fall allerdings nicht an eine heterogene Mischung im Sinne von Zingg (1935) denken darf. Man erfaßt nämlich bei der Schlämmanalyse eines solchen blättrigen Mergels sowohl die Sand- als auch die Mergelschicht, das heißt das ursprünglich einheitliche Sediment. Man ist aber nicht gewiß, ob man bei der Probenahme im Gelände beide Lagen im richtigen Mischungsverhältnis gewinnt.

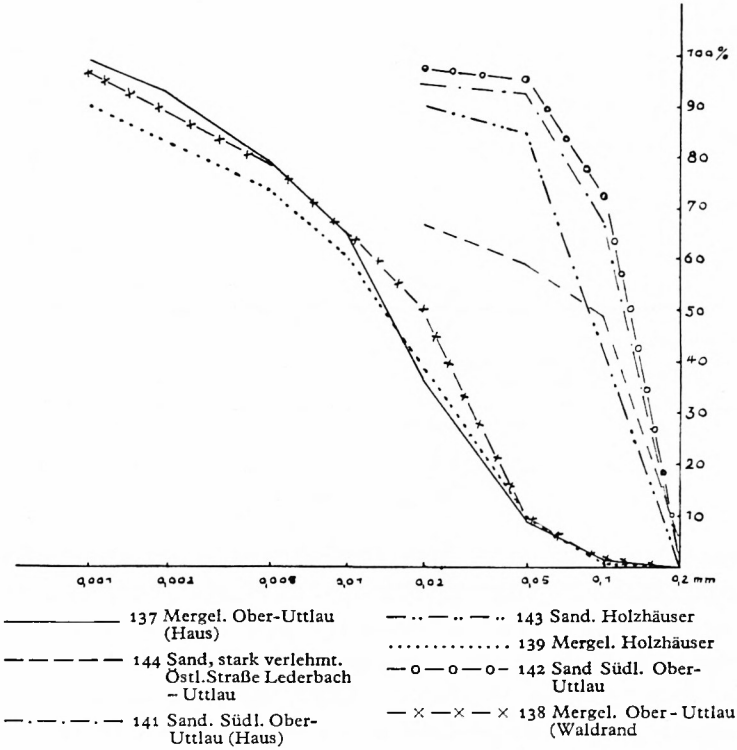


Fig. 4. Korngrößenverteilung von brackischen Mergeln und Sanden (Blatt Griesbach)

So kann es sein, daß neben der normalen Mischung des blättrigen Mergels noch eine Mergel- oder Sandlage zuviel hinzukommt, so daß sich ein zweites Maximum ergibt.

c) *Die Korngrößenverteilung in den brackischen Schichten*

Das Körnungsbild der brackischen Schichten gleicht bei den Mergeln und bei den Sanden im Charakter dem der marinen Bildungen. Eine Unterscheidungsmöglichkeit liegt lediglich darin, daß die brackischen Mergel und Sande ihr Maximum um eine Gruppe feiner haben als die entsprechenden marinen Sedimente. Auch die Oncophoramergel und -sande stehen in genetischem Zusammenhang, die Sande sind wieder der Rückstand, die Mergel das Ausgespülte des Ausgangssedimentes. Die Grenze, an der Mergel und Sande sich ergänzen, liegt bei 0,05 im Gegensatz zu 0,01 mm bei den marinen Schichten.

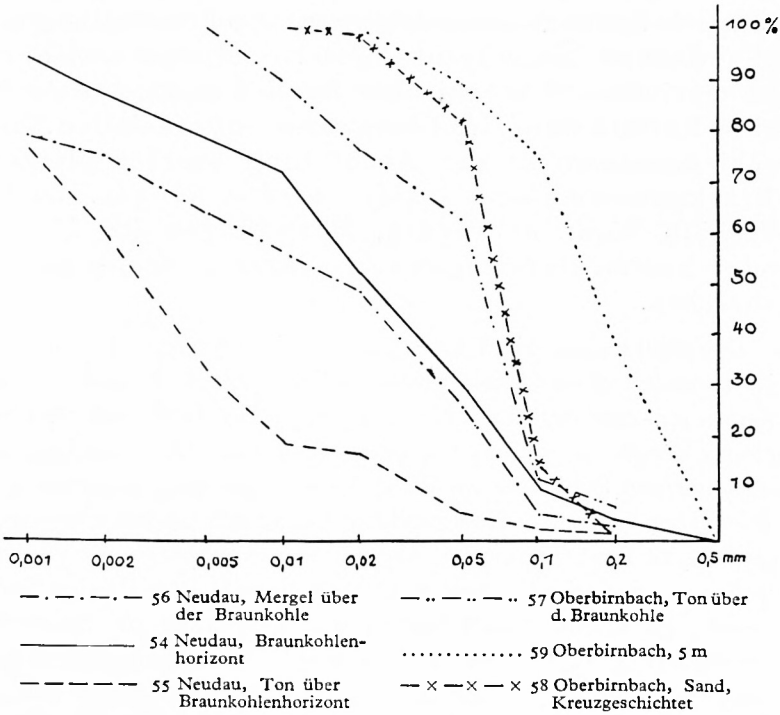


Fig. 5. Korngrößenverteilung von Süßwasserschichten (Blatt Birnbach).

Die Korngrößenzusammensetzung der Süßwasserbildungen wechselt außerordentlich rasch und zeigt den für die marinen und brackischen Schichten kennzeichnenden Zusammenhang von groben und feinen Sedimenten nicht mehr. Tone, Sande und Mergel ergänzen sich hier nicht in dem Sinne, daß erstere das Ausgeschlämmte und letztere den Rückstand darstellen. Es besteht kein genetischer Zusammenhang der einzelnen Absätze, die das Ergebnis eines einfachen Saigerungsvorganges im Sinne von Zingg (1935) darstellen. Die starke Beteiligung feinster Korngrößen läßt sich mit dem Fehlen von Koagulationserscheinungen erklären.

d) *Folgerungen.*

Das Auftreten der Entmischungsgrenze an der gleichen Stelle im Korngrößenbereich über größere Räume spricht für gleichbleibende Sedimentationsbedingungen. Die Feststellung des genetischen Zusammenhanges von Mergel und Sand im marinen und brackischen Bereich zeigt, daß durch eine Entmischung im Flachwasser die faziellen Verschiedenheiten in der Ausbildung unserer Meeres-Brackwassermolasse erklärt werden können. Es ist deshalb nicht notwendig, Bewegungen im Liefer- oder Sedimentationsgebiet zu ihrer Deutung heranzuziehen.

Betrachtet man die Körnungsbilder in einzelnen Profilen, so ist zunächst daran keine gesetzmäßige Verteilung und Gleichheit in ein- und derselben Fazies festzustellen. Geht man aber bei einem Vergleich von den liegenden Mergeln im O zu den hangenden marinen Schichten im W, so kann folgendes gesagt werden: Wir haben im O des Kartenblattes Griesbach die feinstkörnigen Sedimente vom Typus der Mergel von Neuhofen und Höhenmühle, es sind dies die stratigraphisch tiefsten und ältesten Sedimente; zu ihrem Absatz hatten wir noch nicht die Sedimentationsbedingungen des Flachwassers. Entmischungserscheinungen, die im kleinen zur Bildung der blättrigen Mergel führen, deuten auf eine allmähliche Verflachung des Sedimentationsgebietes hin.

Mit dieser Verflachung geht Hand in Hand ein Gröberwerden der Sedimente. Erst diese gröberen Sedimente geben im blättrigen Mergel und im Hangenden der blättrigen Mergel durch Entmischungserscheinungen größeren Ausmaßes zur Bildung eines unteren marinen Sandes, eines mittleren Mergels, eines oberen Sandes usw. Veranlassung. Durch eine Entmischung etwa des Mergels von Neuhofen kann die Fazies seiner hangenden Sedimentserien nicht mehr erklärt werden. Es drückt sich hier die gleiche Gesetzmäßigkeit aus, die Götzinger (1938) als ein Versanden der hangenden Partien des Schliers von Oberdonau beschrieben hat. Mit der Aussüßung des Meeres zur Oncophorazeit erscheinen Sedimente, die in der Regel um eine Gruppe feiner sind als die liegenden marinen Bildungen.

e) *Lehm und Löß.*

Im regionalgeologischen Teil haben wir bereits die Auswertung der Körnungstypen der verschiedenen Lehmarten gebracht. Die Schlämmanalyse konnte auch hier Hinweise für die Deutung der Lehme als Zusammenschwemmung verschiedener Sedimente ohne nochmalige Sortierung geben. (Siehe Abb. 6 und 7 auf Seite 228, 229).

2. Die Mineralführung der untersuchten Schichten.

a) *Qualitative Verteilung.*

Beschreibung der Mineralien:

Zirkon: In den untersuchten Proben im allgemeinen nur in geringer Menge. Gewöhnlich idiomorph, seltener rundlich. Die Rundung der Körner muß nicht, wie schon Claus (1936) und Andrée (1936) gezeigt haben, auf Transport zurückgehen, da die Zirkone kristalliner Schiefer sedimentärer Abkunft vielfach gerundete Formen zeigen.

Monazit: Äußerst selten. Rundliche Körnchen. Farbe blaßgelbgrün.

Topas: Äußerst selten, farblos.

Apatit: Gewöhnlich in reichlicher Menge. Rundliche bis sechsseitige Basisschnitte oder Säulchen nach c. Die Oberfläche ist gewöhnlich rauh, infolge Ausbildung von Ätzgrübchen. Als

Einschlüsse wurde opake Substanz, vielfach kerngehäuft, beobachtet. Auch Turmalin kommt ab und zu als Einschluß vor.

Rutil: In fast allen Proben beobachtet. Verbreitet sind lang- und kurzprismatische Formen mit idiomorpher Endigung und Kniezwillinge, selten splittrig. Farbe braun bis gelb, je nach Dicke.

Turmalin: In wechselnder, meist geringer Menge vorhanden.

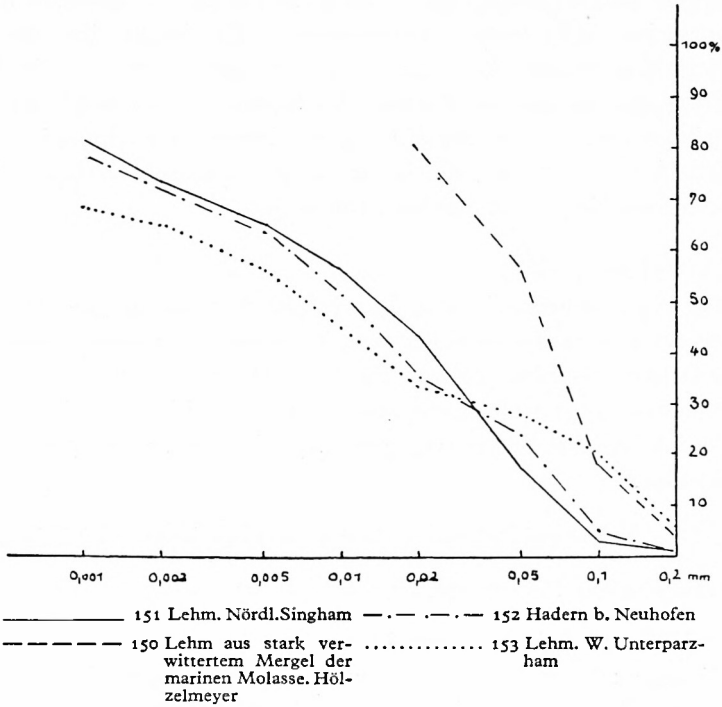


Fig. 6. Korngrößenverteilung von Lehmen (Blatt Griesbach).

In den Restschottern und ihren Zwischenlagen durch Verwitterungsauslese angereichert. Gewöhnlich in idiomorphen Säulchen, die die Hemimorphie sehr gut erkennen lassen, rundliche Körnchen seltener, manchmal splittrig. Die tintenblauen Formen dürften aus Erstarrungsgesteinen kommen, da sie gerade in alpinen Pegmatiten weite Verbreitung besitzen. Braune und schwarze Turmaline sind nicht nur in magmatischen Gesteinen, sondern auch in alpinen Phylliten und Glimmerschiefern weit verbreitet.

Sillimanit: Nur in geringen Mengen. Splittrige Bruchstücke und kleine Nadeln.

Andalusit: Sehr selten. Unregelmäßige, splittrige Bruchstücke von charakteristischem Pleochroismus: *nα* fleckig, hellrosa, *nγ* farblos. Deutliches Relief. Herkunft ungewiß, vielleicht aus aufgearbeiteten Glassanden, vgl. Andrée (1936).

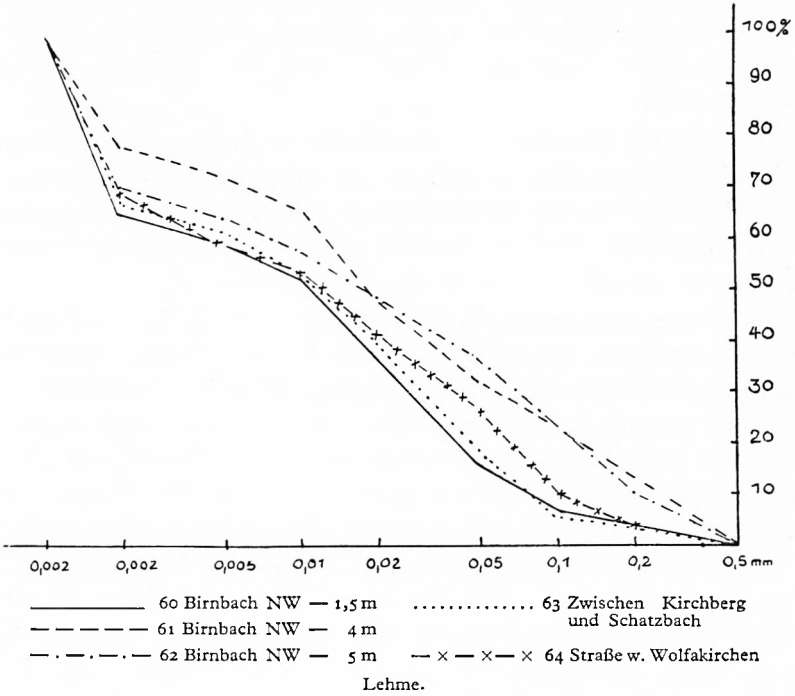


Fig. 7. Korngrößenverteilung von Lehmen (Blatt Birnbach).

Disthen: In geringer Menge in allen Proben vertreten, in den Restschottern angereichert. Durchwegs farblose Spaltformen, meist nach (100). Spaltbarkeit nach (010) und Faserbruch nach (001) sehr gut zu beobachten. Gelegentlich mechanisch verbogene, undulös auslöschende Blättchen. Das Mineral dürfte zum Teil aus dem alpinen Kristallin, zum Teil aus aufgearbeiteten älteren Sedimenten stammen.

Titanit: Unregelmäßige Körnchen, die leicht an ihrer hohen Licht- und Doppelbrechung sowie an der starken Dispersion der

optischen Achsen erkannt werden können. Obwohl für dieses Mineral vielfach authigene Entstehung angenommen wird, dürfte es zum größten Teil aus dem alpinen Kristallin, wo es weit verbreitet ist, abzuleiten sein.

Staurolith: In allen Proben in geringer Menge, in den Restschottern und ihren Zwischenlagen durch Verwitterungsauslese Hauptschweremineral. Unregelmäßig, splittrig, gelegentlich charakteristische Basisschnitte. $n\gamma$ rötlichgelb, $n\alpha$ hellgelb. Erzeinschlüsse selten. Herkunft unsicher, zum Teil wohl aus älteren Sedimenten.

Granat: In den marinen, brackischen und Süßwasserschichten ziemlich gleichmäßig verteilt. In den Restschottern durch intensiv wirkende Verwitterungsvorgänge gelöst. Splittrig bis gerundet. Oberfläche vielfach von kleinen Wärzchen besetzt, die auf Ätzungen zurückzuführen sind.

Epidot: Sehr häufig in den marinen, brackischen und Süßwasserschichten. Fehlt in den Restschottern infolge Verwitterungsauslese. Gewöhnlich in Splittern, die keine Beziehung zu kristallographischen Flächen erkennen lassen. Auch gerundete Formen häufig. Die Farbe variiert von farblos bis gelbgrün. Da der Epidot in den älteren Sedimenten zu den seltenen Mineralien zählt, muß er von einem kristallinen Liefergebiet stammen.

Zoisit: Wurde in den Zähltabellen mit dem Epidot zusammengefaßt. Viel seltener als Epidot findet sich der durch lavendelblaue Interferenzfarben und kleinen Achsenwinkel gekennzeichnete Zoisit, der wahrscheinlich aus Zoisitamphiboliten und anderen zoisitführenden Gesteinen des alpinen Kristallins stammt.

Hornblenden: Der größte Teil der Hornblenden besitzt grüne Farbe und lebhaften Pleochroismus (blaugrün, saftgrün, gelbgrün). Durchwegs handelt es sich um Spaltblättchen nach (110) mit unregelmäßiger Endigung, die vielfach von hahnenkammähnlichen Ätzformen besetzt sind. Bisweilen besitzen die Hornblenden auch bräunliche Farbtöne, wobei der Pleochroismus meist gering ist. In einigen Fällen waren diese Typen von gekrümmten Quarzstengeln durchwachsen, eine Erscheinung, die vielfach an der typomorphen Hornblende alpiner Karinthineklogite zu beobachten ist.

Strahlstein: Verbreitung selten bis häufig. Meist stengelig nach c. $c\gamma$ 15°. Das Mineral wurde in den Zähltabellen mit den übrigen Hornblenden zusammengefaßt.

Blaue, glaukophonartige Hornblenden: Der Menge nach stark zurücktretend, aber regelmäßig in allen Schichtgruppen vertreten. Morphologie wie bei der gemeinen Hornblende. Geringe Doppelbrechung. Achsenwinkel von schwankender Größe. $n\alpha'$ violett, $n\gamma'$ blau. Im Bereich des Kristallins der Ostalpen sind ähnliche blaue Hornblenden nur aus dem Penninikum bekannt geworden. Sie bilden sich dort bei der rückschreitenden Metamorphose alpiner Hornblendeeklogite. Ob sie in unseren Schichten direkt aus dem Kristallin oder aber aus der Oligozänmolasse stammen, wo sie nach Andrée (1936) vorkommen, ist nicht sicher zu entscheiden. Da aber der Glaukophan zu den umlagerungsempfindlichen Mineralien gehört, dürfte der ersten Deutung der Vorzug zu geben sein.

Augit: Äußerst selten. Unregelmäßige Körner von geringem Pleochroismus. Opt. + $c\gamma'$ 35°. Wahrscheinlich Diopsid.

Brookit: Nur in einer Probe unter 1%. Ausbildung nach (100), gelblich.

Anatas: Äußerst selten. Idiomorph, gelblich.

Biotit: Besonders in den Oncophoraschichten häufig. Rundliche, bisweilen sechsseitige Basisschnitte. Fast durchwegs Sagenitgitter. Farbe braun bis hellgelb (Baueritisierung). Achsenwinkel durchwegs sehr klein.

Muskowit: In den marinen Mergeln, den brackischen und Süßwasserschichten weit verbreitet.

Chlorit: Gewöhnlich als unregelmäßige Blättchen ausgebildet. Gelegentlich treffen wir Sagenitgitter und Zirkoneinschlüsse an. In den sandigen marinen Sedimenten tritt der Chlorit ebenso wie der Glimmer zurück, während er in den brackischen und Süßwasserschichten weite Verbreitung besitzt. Die sagenitführenden Chlorite sind wohl aus Biotiten entstanden. Dieser Vorgang dürfte bereits im kristallinen Hinterland als rückschreitende Metamorphose höher metamorpher kristalliner Schiefer erfolgt sein. Auch aus Hornblende wird bei diesem Vorgang ein Teil des Chlorits entstanden sein. Chloritoide wurden nicht beobachtet.

Opake Mineralien: Schwefeleisen, Magnetit und Aggregate von Limonit. In den Tabellen ist die quantitative Beteiligung in Prozent sämtlicher Schwerermineralien angegeben.

Glaukonit: Nur in den marinen Schichten, authigen. Körnchen mit glatter Oberfläche. Im durchfallenden Lichte schwarz bis dunkelolivgrün.

Feldspate: Der Feldspatgehalt der untersuchten Proben ist gering. Kalifeldspat findet sich als Mikroklin mit deutlicher Zwillingsgitterung. Die Plagioklase, die häufig Zwillingslamellen erkennen lassen (An.-Gehalt 10–25%), sind von zahlreichen Serizit- und Klinozoisitmikrolithen erfüllt. Diese Erscheinung ist für die Plagioklase bestimmter alpiner Gesteine überaus kennzeichnend.

b) *Quantitative Verteilung.*

Im Sinne von Moos (1935) verstehen wir unter Hauptgemengteilen Mineralien des Schwereanteils, die mit 100–10%, unter Nebengemengteilen solche, die mit 10–2%, unter Accessorien solche, die mit weniger als 2% vorhanden sind. Hauptgemengteile in den marinen, brackischen und Süßwasserschichten sind Epidot, Hornblende, Granat. Nebengemengteile und Accessorien sind Zirkon, Turmalin, Staurolith, Rutil, Andalusit, Disthen, Titanit, Glaukophan. Die wichtigsten Schwerermineralien Epidot, Hornblende und Granat machen meist 60–85% des durchsichtigen Anteiles der Schwerermineralkonzentrate aus.

Es sind dies alles Mineralien, die charakteristisch sind für metamorphe Gesteine der Mesozone. Nach Moos (1935) sind aber Epidot und Hornblenden nicht nur herkunftsempfindlich, sondern auch umlagerungsempfindlich. Wir können daher annehmen, daß diese Mineralgesellschaft unmittelbar aus einem Gebiet mit kristallinen Gesteinen kommt. Disthen, Staurolith, Andalusit, Titanit und Rutil, die in geringer Menge vorkommen, sind gleichfalls zur metamorphen Mineralprovinz zu zählen. Da diese Mineralien nach Moos (1935) aber nicht umlagerungsempfindlich sind, können sie auch aus umgelagerten älteren Sedimenten stammen. Diese Annahme erscheint auch wahrscheinlich, da nach Edelmann (1938) mindestens 95% der jetzigen Sedimente durch Zerfall und Umlagerung älterer Absatzgesteine entstehen.

Es ist also noch die Frage zu prüfen, ob diese umlagerungsempfindlichen Mineralgruppen von älteren Sedimenten herkommen. Gewisse Anhaltspunkte sind für eine solche Deutung vorhanden. Zudem Andrée (1936) in den Schweremineralspektren der Oligocänmolasse Mineralien hat, die in unseren marinen, brackischen und Süßwasserschichten sich wieder finden. Der hohe Quarzgehalt der untersuchten Sedimente spricht ebenfalls für die Beteiligung aufgearbeiteter älterer Sedimente.

c) *Folgerungen.*

Wenn wir im Rahmen der Bearbeitung des niederbayerischen Tertiärs auch eine eingehende sedimentpetrographische Untersuchung durchführten, so geschah es nicht etwa deshalb, weil wir glaubten, mit dieser Methode stratigraphische Fragen lösen zu können. Die mineralogische Untersuchung stellt eine Verfeinerung der petrographischen Kennzeichnung der Sedimente dar. Man wird aber auch, wenn man die petrographische Charakterisierung der Schichten etwa im Sinne der Sedimentpetrographie weitgehendst verfeinert, nicht imstande sein, eine stratigraphische Gliederung zu vollziehen. Denn die petrographische Ähnlichkeit oder Gleichheit von Schichten bedeutet noch nicht, selbst wenn sie sich auf den Mineralbestand bezieht, ihre stratigraphisch gleiche Stellung. Wir geben zu, daß in gewissen fossilleeren Sedimenten „Leithorizonte" gefunden werden können. Wir glauben aber, daß das Endziel jeder sedimentpetrographischen Untersuchung die Klärung der Frage nach der Herkunft und den Absatzbedingungen der Sedimente ist.

Freilich geben die Mineralvergesellschaftungen der Sedimente ein nur sehr bedingtes Abbild der Gesteine des Lieferungsgebietes, da sie durch Verwitterung, Transport, Absatz und Diagenese weitgehende Veränderungen erlitten haben. Verwitterungs- und umlagerungsempfindliche Mineralien werden ausgemerzt, während die widerstandsfähigen eine relative Anreicherung erfahren. Die Auslesevorgänge beginnen, worauf Moos (1935) bereits verwiesen hat, bei der Verwitterung im anstehenden Gestein. Der Transport bewirkt weitere Auslesevorgänge. Besonders der Granat wird in länger transportierten Sedimenten angereichert, wie sich dies besonders an den Sanden der Helgoländer Düne und

an den marinen Sanden der Umgebung dieser Insel (Gundlach, K. und Kleinsorge, H. [1937] und Voelcker, J. [1937]) nachweisen läßt. Auch die reichliche Granatführung des Flinzes und der obermiozänen Schotter und ihrer Zwischenlagen bei Freising (Kraus, L., [1938]) scheint auf die Transportfestigkeit dieses Minerals zurückzugehen.

Ebenso hat die Korngröße, wie besonders Moos (1935) nachwies, Einfluß auf die quantitative Zusammensetzung der Schwermineralspektren. Granat zeigt nach diesem Autor eine deutliche Zunahme bei Kornvergröberung. Dies ist sehr deutlich bei den von uns untersuchten Proben zu beobachten; die Sande führen 10–40%, die Mergel 4–25% dieses Minerals. Der Epidotgehalt nimmt deutlich mit abnehmender Korngröße zu. Beim Zirkon und Staurolith ließ sich bei den von uns untersuchten Proben kein Einfluß der Korngröße auf die quantitative Beteiligung nachweisen.

Trotz der skizzierten Schwierigkeiten gestatten die besonders günstigen Verhältnisse der nordalpinen Saumtiefe, Sicheres über das Liefergebiet des untersuchten Materials auszusagen. Als Ursprungsgebiet für den aus kristallinen Gesteinen stammenden Anteil der untersuchten Sedimente kommt unseres Erachtens nur das alpine Kristallin oder der SW-Rand der Böhmischen Masse in Frage. Selbst bei Annahme einer autochtonen Schwelle des Untergrundes blieben nur diese beiden Möglichkeiten, da das moldanubische Kristallin, worauf auch Schwinner, R. (1933) verwiesen hat, mindestens bis an den N-Rand der Kalkalpen reicht, weshalb eine derartige Aufragung des Untergrundes aus dem für die moldanubische Scholle typischen katametamorphen Kristallin bestehen müßte.

Trotz mannigfacher Analogien ihres inneren Baues unterscheiden sich das alpine und das moldanubische Kristallin so weit, daß sie auch noch in ihren, durch Auslese veränderten Lockerprodukten auseinandergehalten werden können. Der für uns in Betracht kommende Teil des Moldanubikums, wir denken hauptsächlich an den „Bayerischen Wald", ist ein Migmatitgebiet katametamorpher Prägung. Der Orthoanteil liefert reichlich Zirkon. In der jüngeren Granitgeneration finden sich Monazit

und gelegentlich auch Dumortierit. Für den Paraanteil sind Sillimanit und Cordierit, die dem alpinen Kristallin fehlen oder doch stark zurücktreten, kennzeichnende Gemengteile. Epidot findet sich gewöhnlich nur als eine seltene jüngere Neubildung. Die Hornblenden besitzen bräunliche Farbtöne. Im alpinen Kristallin finden sich die Minerale Epidot, grüne und blaugrüne Hornblende, Chlorit, Disthen und Staurolith sehr häufig. Glaukophan ist nur aus bestimmten Teilen des alpinen Kristallins bekannt geworden.

Wir würden uns trotzdem hüten, auf wenige, wenn auch typische Gemengteile weittragende Schlüsse aufzubauen. Die in den marinen Schichten aber immer wiederkehrende Mineralgesellschaft: Epidot, Zoisit, Grüne Hornblende, Granat, Staurolith, Disthen und Titanit weist eindeutig auf ein Liefergebiet von der Zusammensetzung des alpinen Kristallins. Auch der regelmäßige, wenn auch geringe Glaukophangehalt läßt sich nur in diesem Sinne deuten. Die Untersuchungen der Feldspäte führten zum gleichen Schluß. Neben Mikroklin wurden Plagioklase gefunden, die von Serizit und Klinozoisit erfüllt sind. Nach Angel (1931) werden diese für das alpine Kristallin kennzeichnenden Feldspäte als „gefüllte Plagioklase" bezeichnet.

Es erhebt sich nun die Frage, wieweit auch Material aus dem N an der Zusammensetzung der marinen Sedimente beteiligt ist. Nach den bisherigen Ausführungen kann der Einfluß des Kristallins der Böhmischen Masse nur sehr gering sein; es ist aber möglich, daß der gelegentlich auftretende Sillimanit und der häufiger vorkommende Andalusit aus N abzuleiten sind. Wahrscheinlicher ist es allerdings, daß diese Minerale aus den Glassanden, in denen sie zum Teil häufig vorkommen, stammen. Auch der Glaukophan könnte aus der aufgearbeiteten Oligozänmolasse sein. Es ist wohl selbstverständlich, daß neben dem alpinen Kristallin auch Sedimente im Rückland der nordalpinen Saumtiefe klastisches Material geliefert haben. Flysch, helvetische Zone und Oligozänmolasse brachten wahrscheinlich die Hauptmenge des Quarzes und einen Teil der umlagerungsstabilen Mineralien, während der Kalkgehalt, wenigstens zum Teil, aus den Kalkalpen kommt.

Diese Feststellung erscheint uns besonders wichtig, weil verschiedene Autoren auf Grund von Geländebefunden eine Sedimentschüttung von N her annehmen, die aber nach den Ergebnissen der sedimentpetrographischen Untersuchung nicht in Frage kommt. Die Grobsandlagen von Brombach, Birnbach, Gänshall und Haag lassen sich nur durch alleinige Zufuhr von alpinem Material erklären. Der Einfluß des moldanubischen Kristallins ist auf eine schmale Zone am Nordrand des Beckens beschränkt. Es handelt sich hierbei nicht um Schüttungen von Flüssen, sondern um das Material des aufgearbeiteten kristallinen Untergrundes, der, wie besonders die Karte von Kraus (1915) zeigt, die Ortenburger Meeressande zum Teil unterlagert.

Besondere Aufmerksamkeit erfordert in diesem Zusammenhang das von Kraus (1915) beschriebene Profil im Maierhofbruch bei Ortenburg. Über Weißjura der Peltoceras bimammatum-Stufe waren zur Zeit unserer Probennahme 4 m Meeressand aufgeschlossen, darüber jenes lettige Schichtpaket, das Kraus zum Schliermergel stellt. Der Meeressand besteht neben Feldspat und Quarz aus Zirkon, Turmalin, Monazit, Sillimanit, während die typisch alpine Mineralgesellschaft fast vollständig fehlt. Es besteht kein Zweifel, daß es sich hier um den aufgearbeiteten Untergrund der nächsten Umgebung in der Küstenzone handelt. Diese Mineralgesellschaft konnte weiter nach S zu, zum Beispiel in den Sanden von Niederfeilen (auf Blatt Ortenburg), nicht mehr festgestellt werden.

Ähnliche Verhältnisse wie bei Ortenburg sind noch bei Spitzöd südöstlich Fürstenzell zu beobachten. Hier liefert der in nächster Nähe des „Meeressandes" anstehende Granit das Material für diese Grobsande.

Über dem Sand folgt ein Meter lettiger Mergel, dessen Schwereanteil aus der kennzeichnenden alpinen Kombination: Granat, Epidot, Hornblende, Disthen, Staurolith und Titanit besteht. In diesem Profil läßt sich somit das Übergreifen der aus den Alpen kommenden Sedimente nach Norden mit völliger Klarheit erkennen.

Die sedimentpetrographische Untersuchung zwingt uns nach diesen Untersuchungen zur Annahme, daß Gerinne, die im ostalpinen Kristallin wurzelten, Kalkalpen und Flyschzone durchquerten und ihr Material in das helvetische Becken des Meeresmolasse schütteten. Zu ähnlichen Ergebnissen hat auch die morphologische Betrachtungsweise von Machatschek (1938) geführt. Nach ihm wurden vor Ausbildung der nördlichen Längstalflucht durch Abdachungsflüsse aus den Zentralalpen glattpolierte Quarz- und Gneisgerölle über die zur oligozänen bis untermiozänen Augensteinlandschaft eingeebneten Kalkalpen gebreitet. Dem frühmittelmiozänen Altreliefin den Kalkalpen, das nach einem besonders typischen Vorkommen von Lichtenegger, N. (1926) als Raxlandschaft bezeichnet wird, entsprechen jüngerer Schlier und Blättermolasse. Die nördlichsten Ausläufer dieser aus den Zentralalpen kommenden Sedimentation sind die Mergel des Maierhofbruches bei Ortenburg.

Da die Schweremineralführung in den marinen, brackischen und Süßwasserschichten annähernd gleich ist, gelten die bisherigen Überlegungen für die ganze Schichtfolge. Wir haben daher für diese Zeit mit keiner wesentlichen Änderung im alpinen Rückland und in der Richtung der Sedimentzufuhr zu rechnen. Erst die im W auf Blatt Pfarrkirchen über den Restschotter auftretenden Feldspatsande lassen nach Zöbelein (1939) auf eine Sedimentzufuhr aus dem Moldanubikum schließen.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen marinen und brackischen Schichten liegen in der leichten Fraktion, da hoher Glimmer- und Chloritgehalt bei mangelnder Glaukonitführung für die brackischen Schichten kennzeichnend sind. Gegen eine wesentliche Beteiligung von umgelagerten marinen Mergeln und Sanden spricht der reichliche Glimmergehalt der brackischen Schichten, der den marinen Sanden fast vollständig fehlt. Die aus den Schichtflächen der marinen Mergel angereicherten Glimmerblättchen sind wesentlich kleiner, als die in den brackischen Schichten vorkommenden. Den Glimmer vom nördlichen Vorland zu beziehen ist aber mit Rücksicht auf die ihn begleitende typische alpine Mineralkombination unmöglich. Ebenso wäre mit Rücksicht auf die Transport- und Umlagerungsstabilität des

Korngrößenverteilung der untersuchten Sedimente.

1. Blatt Griesbach.

Marine Schichten	Probe-nummer	Korngrößen in Millimeter								
		0,5–0,2	0,2–0,1	0,1–0,05	0,05 bis 0,02	0,02 bis 0,01	0,01 bis 0,005	0,005 bis 0,002	0,002 bis 0,001	<0,001
Liegender Mergel, Neuhofen	101	—	2	10	19	**21**	18	16	4	10
Liegender Mergel, Neuhofen	102	—	1	9	17	**24**	17	14	6	11
Liegender Mergel, Höhenmühle	103	—	3	8	17	**23**	16	13	10	8
Mergel, Piesting	104	—	1	14	**22**	19	16	10	9	9
Mergel, Hötting	105	—	6	18	**32**	14	10	10	6	4
Mergel, Kindlbach	106	1	3	15	25	**40**	9	3	2	2
Mergel, NW-Ausgang Reutern	107	3	17	19	**22**	15	11	7	4	2
Mergel, sandig, NW-Ausgang Unteruttlau	108	2	28	**30**	20	12	7	2		
Mergel, Amsham	109	7	14	23	**26**	20	6	3		
Sandmergel, Haag	110	1	11	**46**	38	<0,02 = 4				
Mergel, Gänshall	111	2	18	**27**	17	13	8	6	4	3
Blättriger Mergel, NO Piesting	112		1	7	**28**	6	**37**	15	<0,002 = 4	
Mergel, Wegkreuzung Strenberg-Grub	113		5	25	**29**	16	10	8	6	1
Blättriger Mergel, Moos	114	2	16	**12**	17	**22**	5	7	14	
Blättriger Mergel, Karpfham	115	6	8	**15**	12	39	13	5	2	
Blättriger Mergel, Stadlreith	116	2	**21**	19	19	14	10	6	3	4
Sandlage im Mergel von Höhenmühle	117	**88**	5	2	1	4				
Sandlage im Mergel von Hohenmühle	118	**93**	4	2	—	1				
Sand, Liegendes vom Grobsand Gänshall	119	32	**54**	7	1	6				
Grobsand, Gänshall	120	**78**	12	4	2	1				
Feinsand, Hangendes vom Grobsand Gänshall	121	27	**54**	7	4	7				
Sand, Hangendes vom Mergel in Schenkendobl	122	10	**71**	7	2	5				

Sand, Überg. v. Mergel z. Sand, Waldrand Haag	123	**51**	33	6	3	7				
Sand, Hangendes des Mergels von Griesbach, Finanzamt Griesbach	124	21	**63**	7	1	8				
Sand, nördl. Hundsmeyer	125	**70**	15	4	1	10				
Sand, NW Essenbach	126	47	**49**	3	1	—				
Sand, Kurve bei Lederbach	127	1	**65**	20	4	10				
Sand, ssö. Basendobl	128	**79**	17	1	1	2				
Sand, ssö. Basendobl	129	**54**	34	2	2	8				
Sand, Scheitelpkt. d. Straße Mitterdorf-Griesb.	130	25	**57**	7	4	7				
2 m über Probe 130	131	**60**	16	4	5	14				
Sand, ö. Zehentreith	132	8	**83**	4	—	5				
Sand, Buchner	133	**80**	13	3	2	2				
Sand, Waldrand, ö. Haag	134	18	**64**	6	3	9				
Sand, Lindinger	135	34	**55**	4	1	6				
Sand, WNW Buchner	136	10	**73**	7	2	8				
Sand, Niederfeiln, Blatt Ortenburg	136a	**64**	31	2	—	3				
Brackische Schichten										
Mergel sdl. Oberuttlau (Haus)	137	—	1	3	**32**	29	14	14	6	1
Mergel, Oberuttlau (Waldrand)	138	—	1	9	**40**	16	13	10	8	2
Mergel, Holzhäuser	139	—	1	9	**29**	22	13	9	7	9
Mergel, Scheitelpunkt der Straße Uttlau–Weng	140	—	—	26	**35**	16	7	5	5	6
Sand, südl. Oberuttlau (Haus)	141	1	**66**	25	2	6	—	—	—	—
Sand, Oberuttlau (Waldrand)	142	2	**70**	23	2	<0,02=3				
Sand, Holzhäuser	143	1	**42**	42	5	<0,02=10				
Sand, ö. Straße Lederbach–Uttlau (bereits stark verlehmt)	144	4	**45**	10	8	10	10	8	4	
Sand, Scheitelpunkt d. Straße Uttlau–Weng, 5,50 m über Aufschlußsohle	145	1	34	**57**	4	3				

Lehm und Löß	Probe-nummer	Korngrößen in Millimeter 0,5–0,2	0,2–0,1	0,1–0,05	0,05 bis 0,02	0,02 bis 0,01	0,01 bis 0,005	0,005 bis 0,002	0,002 bis 0,001	< 0,001
Lehm, Hölzlmeyer, aus stark verwittertem Mergel der marinen Molasse	150	4	14	**38**	24	16	3	1		
Lehm, nördl. Singham	151	1	2	14	**26**	13	9	8	8	**19**
Lehm, Hadern bei Neuhofen	152	1	4	**18**	12	16	12	8	7	**21**
Lehm, westl. Unterparzham beim Götzendorfer	153	6	**14**	8	5	12	11	9	3	**32**
Löß, südl. Tettenweis	154	—	1	18	**24**	15	9	5	4	22

2. Blatt Birnbach.

Marine Schichten	Probe-nummer	Korngrößen in Millimeter 0,5–0,2	0,2–0,1	0,1–0,05	0,05 bis 0,02	0,02 bis 0,01	0,01 bis 0,005	0,005 bis 0,002	0,002 bis 0,001	< 0,001
Bahnhof Birnbach, Sand 10 m	1	5	**86**	6	3					
Kainerding, liegender Mergel	2	1	6	**18**	**18**	15	13	10	9	10
Kainerding, Glaukonitsand	3	14	**63**	4	4	< 0,02 = 15				
Neudeck, hangender Mergel	4	0	6	**31**	29	< 0,0.02 = 34				
Staina, hangender Mergel	5	1	11	**23**	22	16	8	8	7	4
Thal, Glaukonitsand 0,5 m	6	**69**	25	5	1					
Thal, Glaukonitsand, 2,5 m	7	**78**	18	2	2					
Riedertsham, liegender Sand	8	42	**54**	2	1	1				
Winckl-Eschlbach, hangender Mergel	9	3	6	**31**	20	25	5	5	5	
Östl. Grongörgen, hangender Mergel	10	1	13	**25**	18	10	9	7	3	14
Nördl. Grongörgen, liegender Mergel	11	1	12	**30**	20	8	7	7	15	
Östl. Haarbach, liegender Mergel	12	1	**36**	21	7	5	< 0,01 = 30			

Östl. Haarbach, liegender Mergel	13	1	8	**26**	23	12	10	7	8	5
Östl. Grongörgen, Sand	14	30	**40**	20	10					
Ziegelei Birnbach, liegender Sand	15	42	**55**	2	1					
Krottham, mittlerer Mergel	16	4	15	**24**	22	12	7	6	4	6
Straßeneinschnitt Krottham–Lerchen, hangender Sand	17	35	**62**	2	1					
Lengham, Sand 40 cm	18	3	**37**	9	11	10	8	7	6	9
Lengham, Sand 2 m	19	6	**78**	15	1					
Lengham, blättriger Mergel zw. dem Sand	20	6	**20**	19	15	14	7	8	4	7
Untertattenbach, liegender Sand	21	25	**64**	5	6					
Untertattenbach, mittlerer Mergel	22	1	**23**	22	21	< 0,02 = 33				
Neudau, oberer Sand	23	1	**55**	13	9	< 0,02 = 22				
Kirchberg, oberer Sand	24	30	**52**	16	2					
Nindorf, blättriger Mergel im Glaukonitsand	25	5	5	15	**25**	18	8	9	6	9
Nindorf, Glaukonitsand	26	45	**47**	2	2	2	1	1		
Brackische Schichten										
Neudeck, Mergel	27	0	1	37	**46**	< 0,02 = 16				
Neudeck, Sand	28	**55**	28	8	9					
Östl. Eschlbach, Mergel	29	1	1	1	8	**18**	**18**	13	12	28
Schmelzholzham O, sandiger Mergel	30	1	31	**60**	3	5				
Lerchen 425 m, Sand	31	1	**52**	40	4	3				
Lerchen 430 m, Sand	32	1	33	**40**	4	6	5	< 0,005 = 11		
Lerchen W 440 m, Mergel	33	1	2	**37**	36	11	6	7		
Rücken zw. d. Lerchenbächen, Sand	34	1	5	**80**	7	7				
Graben SW Wolfakirchen, 420 m	35	1	2	**48**	27	11	4	4	3	
Wolfakirchen N, 420 m	36	4	23	**41**	18	6	8			
Kemnathen S, Sand 405 m	37	1	**54**	41	3	1				
Birnbach NO, 450 m, Sand	38	5	**89**	3	1	2				
Schwertling O, 407 m, Mergel	39	1	2	5	**26**	22	14	14	8	8

Brackische Schichten	Probe-nummer	Korngrößen in Millimeter 0,5–0,2	0,2–0,1	0,1–0,05	0,05 bis 0,02	0,02 bis 0,01	0,01 bis 0,005	0,005 bis 0,002	0,002 bis 0,001	< 0,001
Oberbirnbach 415 m, Sand	40	2	3	**70**	17	8				
Kirchberg, Schule 400 m, Mergel	41	3	5	10	**34**	16	10	8	7	7
Kirchberg, Schule 403 m Sand	42	1	30	**63**	2	4				
Kirchberg, Kirche 410 m, Sand	43	1	5	**44**	25	10	8	7		
Kirchberg, Graben W, Mergel	44	1	4	8	**36**	19	11	11	5	5
Obertattenbach 410 m, Sand	45	1	**51**	47	1					
Neudau 410 m, Sand	46	1	**72**	25	2					
Zehentwiesengraben, Mergel	47	1	1	5	27	**28**	19	11	8	
Zehentwiesengraben, Mergel	48	1	1	12	**26**	24	14	12	5	5
Stainer, Basis	49	1	30	**42**	15	4	8			
Stainer, 2,5 m	50	2	30	**65**	3					
Süßwasserschichten										
Oberbirnbach W, Sand	51	20	24	**52**	2	2				
Wald bei Fichtner, Sand	52	5	**30**	25	5	< 0,02 = 35				
Ed — 4,5 m	53	3	**69**	7	2	< 0,02 = 19				
Neudau NW, Braunkohlenhorizont	54	4	6	**42**	22	19	7			
Neudau NW, Ton über der Braunkohle	55	1	1	3	12	2	14	**28**	16	23
Neudau NW, Mergel üb. der Braunkohle	56	3	2	**42**	23	15	11	4		
Oberbirnbach, Ton über der Braunkohle	57	6	6	**50**	25	13				
Oberbirnbach, Sand, kreuzgeschichtet	58	1	14	**67**	17	1				
Oberbirnbach, Sand 5 m über der Braunkohle	59	**38**	36	15	11					
Lehme										
Birnbach NW — 1,5 m	60	4	3	9	**20**	17	6	6	35	

Birnbach NW — 4 m	61	13	10	9	16	**18**	6	6	**22**
Birnbach NW — 5 m	62	10	13	**14**	12	9	6	6	**30**
Zwischen Kirchberg und Schatzbach	63	3	3	12	**21**	14	8	5	**34**
Straße westl. Wolfakirchen	64	4	6	**16**	15	12	6	10	**31**

3. Blatt Griesbach.

Marine Schichten	Probenummer	Opak	Chlorit	Apatit	Zirkon	Rutil	Monazit	Turmalin	Sillimanit	Andalusit	Disthen	Titanit	Staurolith	Granat	Epidot	Hornblende	Glaukophan
Liegender Mergel, Neuhofen	102	31		9	5			8				5	6	27	34	15	×
Mergel, Hötting	105	23		20	2	×		6				3	3	22	22	41	
Mergel, Gänshall	111	28		9	2			5				6	2	25	50	10	×
Sandmergel, Gänshall		26		3	×	1		2				4	3	19	63	8	×
Grobsand, Gänshall	120	23		9	5	×		3				2	4	41	37	7	
Feinsand, Gänshall	121	22		5	1			3				1	3	11	59	21	×
Sandlage im Mergel von Höhenmühle	118	26		7	5		×	3	×	×	1		9	22	15		
Sandlage im Mergel von Höhenmühle mit Eisen-Mangananreicherung	117	91		3	7	1	2	5		2			×	29	8	45	
Sand, Waldrand, Haag	134	28		4	—			—				2	3	8	77	10	
Blättriger Mergel, Karpfham	115	23		3				2		1		2	2	10	43	38	
Sand, Lindinger	135	26		6	1			1				×	2	6	70	20	
Mergel, verwittert, Hölzlmeyer	150	20		2	×	1		5				1	2	4	79	7	
Brackische Schichten																	
Mergel, Holzhäuser	139	17		3		1		6				2	1	5	75	9	×
Mergel, Waldrand Oberuttlau	138	16		9		1		6				5	7	6	73	1	×

Brackische Schichten	Probe nummer	Opak	Chlorit	Apatit	Zirkon	Rutil	Monazit	Turmalin	Sillimanit	Andalusit	Disthen	Titanit	Staurolith	Granat	Epidot	Hornblende	Glaukophan
Sand, Oberuttlau	—	9				3		5				4	6	23	28	30	
Sand, Oberuttlau	141	28		10		2		6				2	2	23	32	32	
Sand, Oberuttlau	—	30		10	1	4		4				×	4	3	63	20	
Mergel, östlich Zehentreith	—	24		7	—	1		7				×	2	30	56	4	×
Restschotterzwischenlagen																	
Kaolinsand, westl. P. 523. Steinkart	—	62	—	—	4	19		12	1	3	6		51	2			
Kaolinsand, westl. P. 513, Steinkart	—	48		2	2	12		15		1	27		42				
Lehm																	
Lehm aus verwittertem marinen Mergel, Hölzlmeyer	150	20		2	×	1		5				1	2	4	79	7	
Lehm, nördlich Singham	151	26		1	1	5		13					3	72	5		

4. Blatt Birnbach.

Marine Schichten																	
Kainerding, mittlerer Sand	3	75	×	2	2	1		4			2	1	4	19	47	19	×
Bahnhof Birnbach, Sand	1	80	×	4	1	×		2		×	1	2	3	18	37	36	×
Neudeck, hangender Mergel	4	30	×	8	10	2		7			1	2	2	7	54	13	2
Kuppe bei Leithen, hangender Mergel	—	30	×	10	×	3		6			1	4	4	5	60	13	4
Ziegelei Birnbach, liegender Sand	15	52	×	10	×	1		2				×	1	9	46	39	1
Lengham, sandiger Mergel	18	50	×	3	1	×		2		×	1	1	4	9	74	8	×

Krottham, mittlerer Mergel	15	60	×	3	1	1		10			1	2	10	10	36	29	×
Riedertsham, liegender Sand	8	53	×	4	×	×		1				×	1	14	58	24	2
Kirchberg W, hangender Sand	24	80	×	2	2			4	×	1	1	1	4	18	40	29	×
Grongörgen O, liegender Sand	14	80	×	2	×	×		5			2	1	6	18	29	38	×
Haarbach O, liegender Mergel	13	70	×	1	1	×					1	1	5	20	37	35	×
Obertattenbach, Mergel	—	26	×	10	1	1		3		1		2	1	8	58	24	1
Brackische Schichten																	
Neudeck, Sand	28	26	20	2	×	1		6			3	3	5	9	51	22	
Birnbach, Sand	38	40	×	10	×	2		4			1	2	6	31	25	28	×
Schule Kirchberg, Sand	42	26	10	5	1	1		4			2	3	2	16	34	37	
Graben S Lerchen, Sand	—	48	6	1		×		3			2	3	5	29	30	28	
Obertattenbach, Sand	45	39	×	3		1		4			2	4	7	13	35	34	
Stainer, Sand	50	43	×	3	×	1	×	5		×	1	2	10	36	23	21	
S. Kemnathen, Sand	37	33	×	10		1		4			1	5	6	22	36	25	
Schnecking, N Grenze des Blattes, Sand	—	38	4	7	×	2		8			2	5	6	17	42	17	×
Schmelzholzham, sandiger Mergel	30	45	10	2	×	2		9			2	3	12	5	49	18	
Wieser am Wald, sandiger Mergel	—	19	×	3	×	1		12			1	3	2	12	48	21	
Süßwasserschichten																	
Wald bei Fichtner, Sand	52	54	20	6				4				4	16	16	40	20	
Ed, Bohrung — 1,7 m, Sand	—	41	25	4		×		4		×	×	4	9	14	33	36	
Ed, Bohrung — 4,5 m, sandiger Mergel	53	43	26	4	1	4		10		×	3	8	4	11	29	30	
Ton über dem Schotter bei Riegelsberg	—	51	35	—		2		15			2	4	6	1	68	2	
Restschotterzwischenlagen																	
Wolfenschüßler	—	76	—	—	×	11		18			28		43				
Schacha	—	80	—	—	7	18		19			25		31				

Granats mit einer viel stärkeren Anreicherung dieses Minerals zu rechnen. Die älteren Vorstellungen von Gümbel (1887), die bereits von F. E. Sueß (1891) abgelehnt wurden, nach welchen die Bildung der brackischen Schichten auf einen von N kommenden Fluß zurückgeht, verliert durch die sedimentpetrographische Untersuchung damit ihre Grundlage. Soweit die Aussüßung lokale Ursachen hatte, ist sie nur durch Flüsse, die von den Alpen her kamen, zu erklären. Bloß die außerordentlich glimmerreichen Lagen mit Geröllschnüren, die sich bei Hirschbach, Lerchen und anderen Orten an der Obergrenze der Brackwasserschichten einstellen (Blatt Birnbach), sind als lokale Zusammenschwemmungen zu erklären.

Das Schweremineralspektrum der Restschotter und der in den Restschottern eingelagerten Schichten von Kaolinsanden ist grundlegend verschieden von dem der bisher besprochenen marinen, brackischen und Süßwasserschichten. Hauptgemengteile sind in den Restschottern: Staurolith, Disthen, Turmalin und Rutil. Hornblende, Epidot und Granat, die in den liegenden Schichten als Hauptgemengteile auftreten, spielen nur mehr die Rolle von Nebengemengteilen und Accessorien oder fehlen vollständig. Es liegt daher die Frage nahe, ob wir es nicht mit Sedimenten zu tun haben, die von einem anderen Liefergebiet kommen als die bisher besprochenen. Es ist aber auffallend, daß in den Schweremineralien der Restschotter nur solche enthalten sind, die auch in den liegenden älteren Schichten vorkommen. Es fehlt jedoch der Granat, der ja zu den verwitterungsresistenten Mineralien zählt. Es zeigt sich aber, besonders in den von Zöbelein (1939) untersuchten Profilen, daß die Mineralgesellschaft der Restschotter das Ergebnis einer Verwitterungsauslese darstellt. Unter dem Einfluß der Kaolinisierung wird offenbar auch der Granat, der sonst als verwitterungsresistent gilt, gelöst und es kommt zu einer Anreicherung der verwitterungsresistenten Mineralien, unter denen bei der Kaolinverwitterung der Staurolith die erste Stelle einnimmt. Wir dürfen daher trotz der grundlegenden Änderung des Mineralbestandes keine Schlüsse auf Änderungen im Liefergebiet ziehen.

Der Schweremineralbestand der Lehme, die als heterogene Mischungen erkannt wurden, gleicht dem der marinen und brak-

kischen Schichtserie, es ist lediglich der Apatit, ein äußerst verwitterungsempfindlicher Bestandteil, in geringerem Maße vorhanden. Sonst läßt aber der Schwereminerabestand vermuten, daß Sedimente unseres Untersuchungsgebietes einen wesentlichen Anteil am Aufbau dieser Lehme nehmen und daß sie weiter keinen besonders tiefgreifenden chemischen Umwandlungsvorgängen ausgesetzt waren.

VI. Tektonik.

Im Unter- und Mittelmiozän haben wir nach Ausweis der vorliegenden Tiefbohrungen eine kräftige Absenkungstendenz, die sich mit der allmählichen Verlandung im Bereich der hangenden Schichten der marinen Meeresmolasse immer mehr vermindert. Zur Zeit der Aussüßung und der Bildung der Brackwassermolasse ist die Senkungstendenz im wesentlichen abgeschlossen. Der Übergang vom Burdigal zum Helvet im marinen Bereich, der in den Bohrungen beobachtet werden kann, ist allmählich und die Festlegung der Grenze ist zumindest nach äußeren Kennzeichen schwierig. Anders ist es beim Übergang von marinen zu brackischen Schichten. Hier scheint vielleicht eine geringe Erosionsdiskordanz zu bestehen. Nachgewiesen ist eine solche von Götzinger (1936) im SO und O des Hausrucks, wo Oncophoraschichten zum Teil in Erosionsrinnen des Schliers eingelagert sind. Für das niederbayerische Gebiet ist wohl in Übereinstimmung mit den übrigen Autoren (Kraus 1938) anzunehmen, daß die Grenze marin-brackisch im großen den Charakter einer Verebnungsfläche besitzt. Gundlach und Teichmüller (1936) versuchen mit Hilfe der Grenzfläche obere Meeresmolasse – obere Süßwassermolasse, die nach ihnen mit der Grenze Helvet-Torton zusammenfallen soll, die postmiozäne Verbiegung der nordalpinen Saumtiefe festzustellen. Diese Formulierung ist allerdings sehr unklar; anscheinend wird zur oberen Meeresmolasse auch die mergelige und sandige Schichtfolge der brackischen Schichten gerechnet, da die marinen Schichten niemals unmittelbar unter der Süßwassermolasse liegen. Auch auf der Brackwassermolasse liegen verschieden alte Schichten, im O der Restschotter, im W die Süßwasserschichten, so daß auch bei der wohl gemachten An-

nahme, daß die Oncophoraschichten die Oberkante der Meeresmolasse darstellen, Unrichtigkeiten bezüglich der Grenzführung zurückbleiben. Auch Wurm (1937) hat bereits darauf hingewiesen, wie unklar die von den beiden Autoren angenommene Bezugsfläche definiert ist.

Wie bereits Gundlach und Teichmüller (1936), Wurm (1937) und Kraus (1938) gezeigt haben, ist in der Umgebung des Rottales bei Birnbach, Pfarrkirchen eine Aufwölbung vorhanden, die wir auch noch auf Blatt Griesbach nachweisen konnten und die unter der Bezeichnung „Rottschwelle" (Gundlach und Teichmüller) bzw. „Birnbacher Sattel" (Kraus) bekannt geworden ist. Alle Autoren haben die Verbiegung der Schichten durch tektonische Vorgänge erklärt, eine Deutung, der auch wir uns anschließen wollen. Wir haben bereits früher betont, daß der Scheitelpunkt der Aufwölbung der marinen Schichten keineswegs bei Birnbach zu suchen ist. Noch im Bereich des Kartenblattes Griesbach steht der in der Bohrung Birnbach erkannte Neuhofener Schlier an, der sich dann auf Blatt Eholfing nach O zu weiter fortsetzt, um etwa in der Mitte des Kartenblattes wieder nach O abzusinken. Es handelt sich somit hier um eine flachwellige Verbiegung der marinen Schichten, wie sie ähnlich Petraschek (1923) im Schlier Oberdonaus nachgewiesen hat. Auch in der Tiefe haben wir im Gegensatz zu den Erfahrungen in Oberdonau (Götzinger 1926) keine stärkere Faltung als an der Oberfläche, wie sich aus den Ergebnissen der letzten Tiefbohrungen ergeben hat. Nachweisen können wir daher nur eine posthelvetische Verbiegung der marinen Schichten. Damit wollen wir aber nicht die Möglichkeit älterer Bewegungen bestreiten.

Die Quarzrestschotter liegen im S und W, an den Flanken der Rottschwelle auf Süßwasserschichten, während sie im Kern der Aufwölbung bei Birnbach und auf Blatt Griesbach auf Brackwasserschichten ruhen. Die Süßwasserschichten nördlich und südlich der Rottschwelle mußten einen ursprünglichen Zusammenhang haben, da die eingeschalteten, früher beschriebenen Schotter alpiner Abkunft sind. Wir müssen daher annehmen, daß die Erosion der Süßwasserschichten, die vor Ablagerung der Restschotter erfolgte, mit der Ausbildung der Rottschwelle in Zusammenhang steht. Somit haben wir das Alter der Ver-

biegung zeitlich ziemlich genau eingegliedert, da sie jünger als die vermutlich tortonen Süßwasserschichten und älter als die wahrscheinlich sarmatischen Restschotter ist. Sie fällt damit etwa in die Mitte des Obermiozäns.

Auch die Oberkante der Quarzrestschotter, die wohl eine Einebnungsfläche darstellt und durch das Quarzitkonglomerat gegeben ist, folgt der Verbiegung der Rottschwelle. Ihre Verbiegung ist aber geringer als die der liegenden Grenzfläche marin-brackisch. Zwischen P. 449 westlich Dobl (nördlich Griesbach) und Oberbirnbach sinkt die Grenze marin-brackisch um 50 m, die Oberkante der Restschotter dagegen nur um 25 m ab. Auch die auf den Quarzrestschottern liegende hangende höhere Sand-Mergel-Kleinschotter-Formation, die zum obersten Obermiozän oder Unterpliozän gestellt wird, folgt dieser Verbiegung. Wir haben also hier eine weitere gleichsinnige Äußerung jener Bewegungstendenzen, die wir bereits im Obermiozän kennen gelernt haben. Das Ausmaß der Verbiegung der jüngeren Schichten ist erklärlicherweise geringer als das der älteren, bereits vorgefalteten Sedimente. Das Alter dieser Bewegung ist jünger als unterpliozän. Im Oberpliozän ist der Aufschüttungsvorgang abgeschlossen und im Gefolge kräftiger Hebung setzt die Umlagerung der Schotter und die Ausbildung des Reliefs ein. Die Asymmetrie der NS verlaufenden Täler wird allgemein durch eine jüngere Kippung des Gebietes nach O erklärt.

VII. Zusammenfassung.

1. Die tiefsten und ältesten Bindungen der marinen Schichten sind bei Neuhofen vertreten und gehören vermutlich noch ins Burdigal.

2. Darüber liegen blättrige Mergel des Helvet, die bei Kindlbach und Neuhofen auftreten.

3. In den hangenden Partien der marinen Schichten vollzieht sich eine Versandung, die auf Seichterwerden des Beckens und lebhafte Küstenströmungen hindeutet.

4. Der Schwerpunkt der in diesen Schichten nachgewiesenen Fauna liegt eindeutig im Helvet.

5. Der aus Oberösterreich bekannt gewordene grüne, phosphoritführende burdigale Meeressand erreicht im untersuchten Gebiet nirgends die Oberfläche, ist aber in den Bohrungen Birnbach, Füssing und Weihmörting, in annähernd gleicher Tiefe, nachgewiesen worden.

6. Die helveten brackischen und Oncophoraschichten liegen über den marinen Bildungen; im Bereich des untersuchten Gebietes sind Übergänge nicht beobachtet worden, so daß man annehmen kann, daß sich die Aussüßung ziemlich rasch vollzogen hat.

7. Im nordwestlichen Teil des Kartenblattes Birnbach liegen zwischen den Brackwasserschichten und den hangenden Restschottern Süßwasserbildungen des Obermiozäns.

8. Der Restschotter, der mindestens ursprünglich alpiner Abkunft ist, liegt zum Teil auf der Süßwassermolasse und zum Teil auf den Oncophoraschichten, so daß die Süßwassermolasse vor seiner Ablagerung teilweise erodiert wurde.

9. Die Grenze marin-brackisch ist an einer Linie, die von Brombach über Birnbach nach Griesbach verläuft, aufgewölbt. Gleichsinnig, wenn auch schwächer, ist die durch das Quarzitkonglomerat markierte Oberfläche der Restschotter verbogen. Der Kern dieser flachwelligen tektonischen Verbiegung liegt an der Westgrenze des Blattes Eholfing.

10. Die Korngrößenuntersuchung hat gezeigt, daß sich die marinen Mergel und Sande der über den blättrigen Mergeln gelegenen Schichten so ergänzen, daß sie Entmischungsprodukte ursprünglicher Absätze darstellen. Die gleiche Gesetzmäßigkeit gilt auch für brackische Mergel und Sande.

11. Die mineralogische Analyse ergab, daß die marinen brakkischen und Süßwasserschichten ihr Material aus den Alpen bezogen. Die hauptsächliche Beteiligung der in den älteren Sedimenten des alpinen Rücklandes nur selten auftretenden umlagerungsempfindlichen Mineralien Epidot und grüne Hornblende weist auf eine Beteiligung des alpinen Kristallins im Liefergebiet hin.

12. Nur bei Maierhof und Spitzöd ist eine schmale Zone in den marinen Schichten von aufgearbeiteten Zersetzungsprodukten der Böhmischen Masse aufgebaut.

Schriftenverzeichnis.

von Ammon, L.: Die Fauna der brackischen Tertiärschichten in Niederbayern. (Geogn. Jh. **1**. 1888.)

Andrée, H., und Claus, G.: Ein Zentrifugengefäß aus Messing zur Mineraltrennung nach dem spezifischen Gewicht. (Zbl. Min.Abt. A, 1935.)

Andrée, H.: Die Schwermineralien der älteren oberbayerischen Molasse. (N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. 71, Abt. A, 1936.)

Angel, F.: Über Plagioklasfüllungen und ihre genetische Bedeutung. (Mitt. Naturw. Ver. f. Steiermark, **67**. 1937.)

Claus, G.: Schwermineralien aus kristallinen Gesteinen des Gebietes zwischen Passau und Cham. (N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. 71, Abt. A. 1936.)

Edelman, C. H.: Ergebnisse der sedimentpetrologischen Forschung in den Niederlanden und den angrenzenden Gebieten 1932–1937. (Geol. Rdsch. **29**. 1938.)

Götzinger, S.: Neueste Erfahrungen über den österreichischen Schlier unter besonderer Berücksichtigung der beiden 1200 m-Tiefbohrungen bei Braunau am Inn. (Petroleum, **22**. 1926.)

— Exkursion in den Hausruck. (Führer für die Quartär-Exkursion der Int. Quart. Konferenz, Österreich 1936.)

— Aufnahmsbericht über Blatt Ried-Vöcklabruch (4751). (Verh. Geol. Bundesanst. Wien 1938.)

Graul, H.: Untersuchungen über Abtragung und Aufschüttung im Gebiet des unteren Inn und des Hausruck. (Mitt. Geogr. Ges. München, **30**. 1937.)

Graul, H., u. Wieseneder, H.: Schotteranalytische Untersuchungen im oberdeutschen Tertiärhügelland. Abh. Bayr. Akad. Wiss. München. N.F. 46. 1939.

Grill, R.: Das Oligozänbecken von Gallneukirchen bei Linz a. d. Donau und seine Nachbargebiete. (Mitt. Geol. Ges. Wien, **28**. 1937.)

v. Gümbel, C. W.: Die miocänen Ablagerungen im oberen Donaugebiet und die Stellung des Schliers von Ottnang. (Sitz.Ber. Math. Phys. Kl. Akad. Wiss. München, 1887.)

Gundlach, K., und Kleinsorge, H.: Die Sande der Nordsee um Helgoland. (Zs. Dtsch. Geol. Ges. **89**. 1937.)

Gundlach, K., und Teichmüller, R.: Die postmiocäne Verbiegung der nordalpinen Saumtiefe. (Stille-Festschrift, Stuttgart 1936.)

Hoernes, R.: Die Fauna des Schliers von Ottnang. (Jb. Geol. Reichsanst. **25**. 1875.)

Kinzl, H.: Über die Verbreitung der Quarzitkonglomerate im westl. Oberösterreich und angrenzenden Bayern. (Jb. Geol. Bundesanst. **77**. 1927.)

Kraus, E.: Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen an der Donau. (Geogn. Jh. **28**. 1915.)

— Baugeschichte und Erdölfrage im Tertiär Niederbayerns. (Abh. Geol. Landesuntersuchung am Bayer. Oberbergamt, H. 31/32, 1938.)

Kraus, L.: Über die Löße der Umgebung von Freising. (Unveröffentlichte Zulassungsarbeit. München 1938.)

Lichtenecker, N.: Die Rax. (Geogr. Jb. Österreichs, **13**. 1926.)

Machatschek, Fr.: Das Relief der Erde. Berlin 1938.

von Moos, A.: Sedimentpetrographische Untersuchungen an Molassesandsteinen. (Schweizerische Min. Petr. Mitt. **15**. 1935.)

Niggli, P.: Die Charakterisierung der klastischen Sedimente nach der Kornzusammensetzung. (Schweizerische Min. Petr. Mitt. **15**. 1935.)

Petraschek, W.: Das Vorkommen von Erdöl und Erdgas in Deutsch-Österreich. (Petroleum, **32**. 1936.)

Schulz, H.: Morphologie und randliche Bedeckung des Bayerischen Waldes in ihren Beziehungen zum Vorland. (N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. **54**. Abt. B. 1926.)

Schwinner, R.: Variscisches und alpines Gebirgsystem. (Geol. Rdsch. **24**. 1933.)

Stadler, J.: Geologie der Umgebung von Passau. (Geogn. Jh. **36**. 1925.)

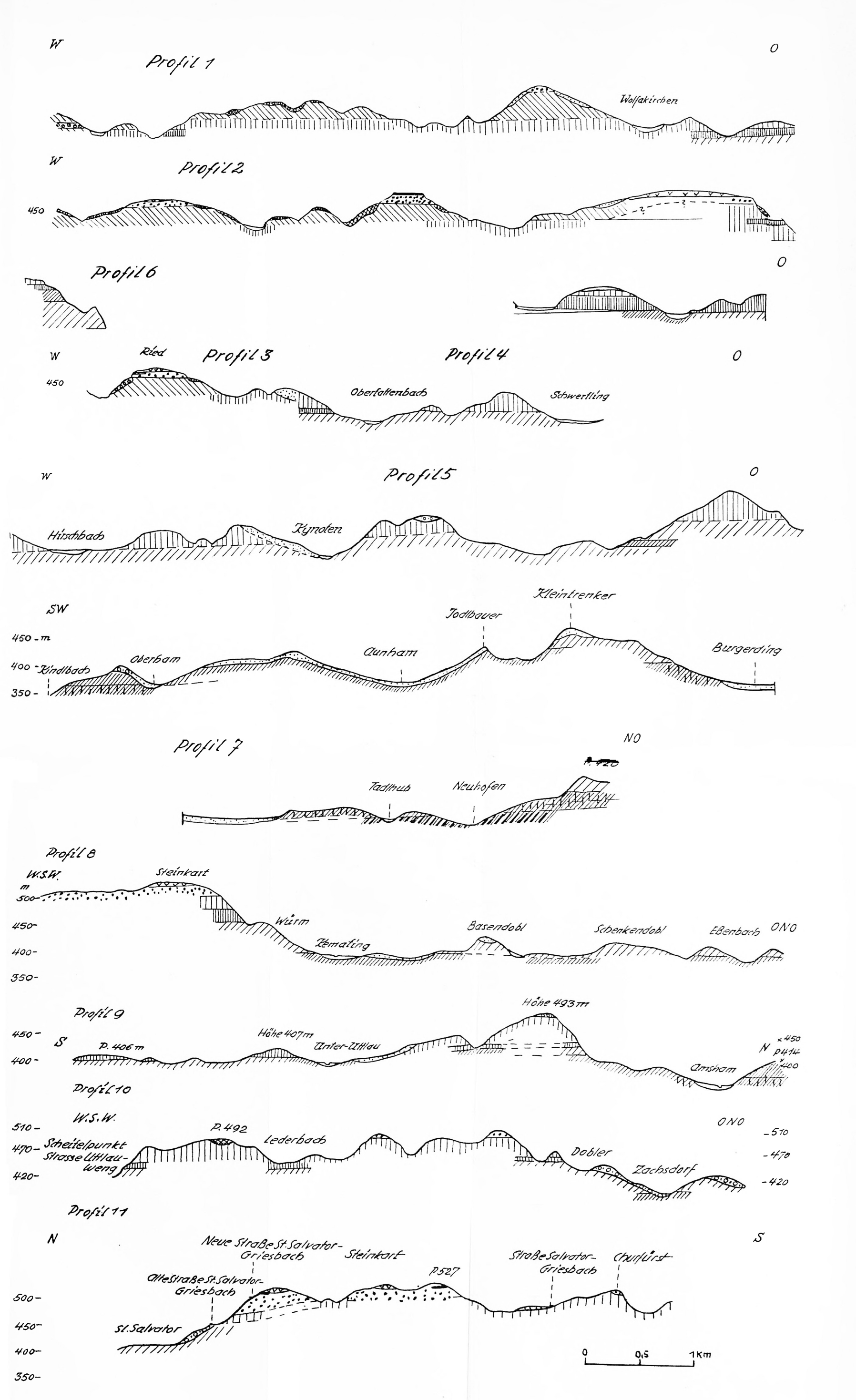
Sueß, Fr. Ed.: Beobachtungen über den Schlier in Oberösterreich und Bayern. (Ann. K. K. Naturhist. Hofmus. **6**. Wien 1891.)

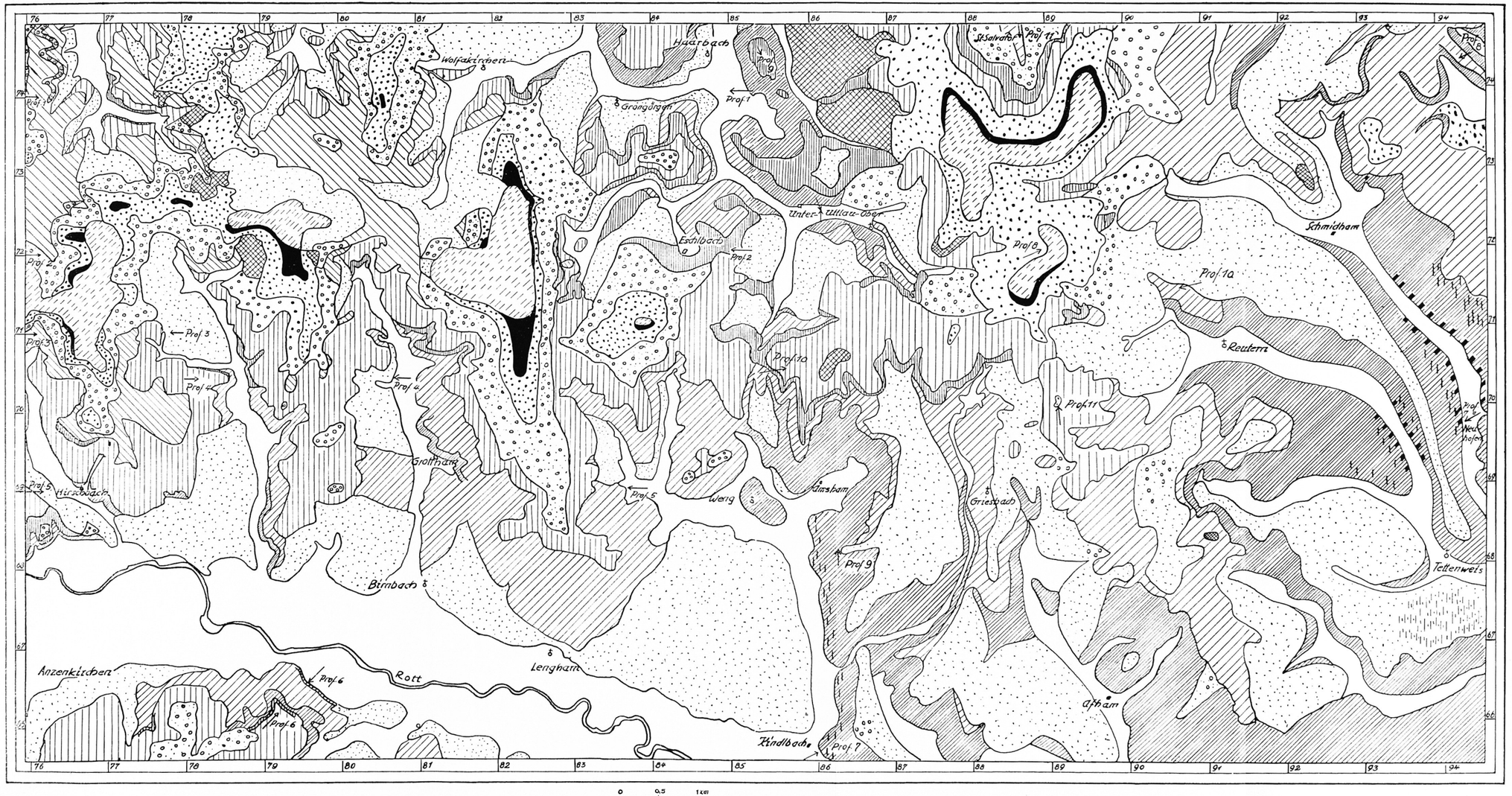
Voelcker, J.: Schwermineraluntersuchung der Sande der Düne von Helgoland. (Geol. d. Meere u. Binnengew. **1**. 1937.)

Wurm, A.: Beiträge zur Kenntnis der nordalpinen Saumtiefe zwischen unterem Inn und unterer Isar. (N. Jb. Min. usw. Beil. Bd. 78. Abt. B. 1937.)

Zingg, Th.: Beitrag zur Schotteranalyse. (Schweizerische Min. Petr. Mitt. **15**. 1935.)

Zöbelein, H.: Geologische und sedimentpetrographische Untersuchungen im niederbayerischen Tertiär. Blatt Pfarrkirchen. (Diss. München 1939.)


W
O
Profil 1
Wolfakirchen
W
Profil 2
450
Profil 6
O
W
Ried
Profil 3
Profil 4
O
450
Oberfaltenbach
Schwertling
W
Profil 5
O
Hirschbach
Kymoten
SW
Kleintrenker
Jodlbauer
450 - m
400 -
350 -
Kindlbach
Oberham
Aunham
Burgerding
Profil 7
NO
Tadlhub
Neuhofen
Profil 8
W.S.W.
Steinkart
m
500-
450-
400-
350-
Würm
Kemating
Basendobl
Schenkendobl
Ebenbach
ONO
Profil 9
Höhe 493 m
450 -
400 -
S
P. 406 m
Höhe 407 m
Unter-Uttlau
N
Amsham
Profil 10
W.S.W.
ONO
510 -
470 -
420 -
Scheitelpunkt Strasse Uttlau-Weng
P. 492
Lederbach
Dobler
Zachsdorf
-510
-470
-420
Profil 11
N
S
Neue Straße St. Salvator-Griesbach
Steinkart
Straße Salvator-Griesbach
Churfürst
Alte Straße St. Salvator-Griesbach
P 527
500 -
450 -
400 -
350 -
St. Salvator
0
0,5
1 Km



Alluvium

Löß

Lehm

Schotter mit Lehm

Muren u. Talschotter

Profil-Karte: Hangende Sand-Mergel u. Kleinschotterformation

Restschotter m. Quarzitkonglomerat im Hangenden

Restschotter

Schotter } Obere Süßwasser-Molasse

Tone, Mergel u. Sande } Obere Süßwasser-Molasse

Sande, Oncophoraschichten, Mergel } Obere Brackwasser-Molasse

Sande } Obere Meeres-Molasse

Mergel } Obere Meeres-Molasse

Blättrige Mergel } Obere Meeres-Molasse

Neuhofen } Obere Meeres-Molasse