

Obermiozäne Entstehungs- und diluviale Entwicklungsgeschichte des Tischberg-Härtlings am Starnberger See.

Ein paläolimnologischer Versuch.

Von **Erich Wasmund**, Langenargen am Bodensee.

(Mit 1 Tafel und 3 Textfiguren.)

Inhalt.

Einleitung	571
Beschreibung der Profile	573
Flößhölzer und Koniferenbestände in der oberen Süßwassermolasse	585
Stratonomie der potamischen Fazies	599
Tektonik und Paläogeographie	608
Pliozän und Quartär	616
Literatur	623

Einleitung.

Das letzte Jahrzehnt hat durch eine intensive Neubelebung geologischer Erforschung des Alpenvorlandes auf bayerischem Boden, besonders in glazialmorphologischer und molassegeologischer Hinsicht, mit neuen Tatsachen ebenso viele nicht immer übereinstimmende Meinungen gebracht und hat sich so in jeder Beziehung in das geltende bewegte Bild der Entstehung des Alpenkörpers eingereiht. Wenn mir auch bei vielfacher hydrogeologischer Beschäftigung mit den Seen des Alpenrandes das sie umgebende Molassegebiet schon aus Gründen der Notwendigkeit aktualistisch-geologischen Vergleiches mit der rezenten Gesteinsentstehung in den Gewässern des heutigen Alpenschuttmantels nicht unbekannt geblieben ist, so liegt mir eine grundsätzlich eingreifende Stellungnahme zu den Streitfragen der im Molassefelde kartierenden Geologen doch fern. Der vorliegende Beitrag will nur als Versuch paläogeographischer Auswertung eines Holzfundes in der sonst fossillosen sarmatischen Nagelfluh Oberbayerns aufgefaßt sein, er wird auch die weiteren Beobachtungen nur vom engen Rahmen eines isolierten Molassevorkommens aus bewerten. Es handelt sich in der Hauptsache um zwei Fragen: einerseits um die Rolle, die der Nagefluhblock des Tischbergs und der in seinem glazialen Stromschatten gelegene Münsinger Höhenrücken zwischen den beiden glazialen Zungenbecken in den Tälern der Loisach und des Würmsees gespielt hat, und andererseits um die allgemein-geologische Bedeutung eines Koniferenfundes als einzigen Fossils des gleichen isolierten obermiozänen Schottervorkommens. Nachdem die holzanatomische Untersuchung seine

Irrelevanz vom rein paläobotanisch-systematischen Standpunkt aus gezeigt, hatte, konnte er nur durch seine stratigraphische und regionale Lage Schlußmöglichkeiten bieten. Soweit unsere rezenten Kenntnisse von Alpenrandflüssen das ermöglichten, wurde die Beschreibung der von der limnischen (i. e. S.) durchaus zu unterscheidenden „potamischen Fazies“ auf den aktualistischen Vergleich gegründet. Die Feldarbeit war schon im Sommer 1925 abgeschlossen.

Das phytopaläontologische Ergebnis sei deshalb gleich vorausgenommen. Herrn Privatdozenten Professor Dr. R. Kräusel in Frankfurt am Main schulde ich größten Dank für die mehrfache Anfertigung von Dünnschliffen. Leider ließ auch genaueste mikroskopische Untersuchung der übersandten Proben keine präzise Artbestimmung zu. Der ganze endgültige Bescheid lautete: „Zu meinem Bedauern muß ich Ihnen mitteilen, daß auch die neuerdings erhaltenen Holzproben für eine sichere Bestimmung zu schlecht erhalten waren. Man kann nur sagen: *Taxodioxylon* oder *Cupressinoxylon*, einer harzganglosen Konifere angehörnd.“ (15. September 1927.) Die später zu schildernden Fundortsverhältnisse ließen weitere Bemühungen um die Speziesbestimmung auch nicht aussichtsreicher erscheinen. Da es sich also um einen im ganzen Tertiär nicht seltenen Typus handelt, so ist das Vorkommen für die systematische Paläobotanik höchstens vom pflanzengeographischen Gesichtspunkt aus von Bedeutung, für unsere Kenntnis vom paläogeographischen Zustand des Obermiozäns am bayrischen Alpenrand sagt es mehr.

Der Tischberg, zwischen dem Würmsee (584 m ü. N. N.) und dem unteren Loisachtal (etwa gleicher Meereshöhe), bildet im Rohrerberg (711 m) die höchste südliche Erhebung des beide Zungenbecken trennenden Münsinger Höhenrückens. Er ist ganz aus obermiozänen Sedimenten, vorwiegend Konglomeraten, aufgebaut, die auf der Hochfläche nur schwach von Resten von Würmmoränen und Deckenschotter wie von Bruchwäldern eingedeckt sind. Während nördlich von ihm glaziale Gesteine den Untergrund des sich bis auf die Höhe von Starnberg und Wolfratshausen hinziehenden Rückens fast ganz verhüllen und dort nur auf Grund kärglicher seitlicher Ausbisse wie am See und aus Aufschlüssen der Nachbarschaft der obermiozäne Flinzsee gesucht werden muß, so fällt der Berg nach S zu ziemlich rasch ab. Hier tritt das miozäne Gestein in Sedimenten von gröbster bis feinsten Korngröße in allen Bachanrissen zu Tage, ja, weite Flächen streichen nur unter dünnen Böden oder ganz frei aus. Der Tischberg als Nagelfluhblock der oberen Süßwassermolasse fällt also orographisch scharf in die Augen, diese Eigenschaft teilt er prototypisch mit den verschiedenen andern isolierten Schottervorkommen der OSM vom Allgäu bis zum Chiemsee. Ob diese „Inselberge“ schon ursprünglich als Deltas im Flinzsee isoliert ausgebildet waren, oder ob in der pliozänen Abtragung oder diluvialen Erosion ihre erdgeschichtliche Erhaltung und morphologische Heraushebung begründet ist, soll hier überlegt werden.

Der Name „Tischberg“ ist übrigens für die landschaftlich-morphologische Wirkung der plattigen und gesimsten Nagelfluh der Molasse ebenso bezeichnend wie „Rigi“, kommt doch auch ein Tischberg oder

„Steinerner Tisch“ am Südufer des Bodensees bei Rorschach an der Grenze der Kantone Appenzel und St. Gallen vor, der wie ein riesiger Schichtkopf aus den Rheinalluvionen nach S zu ansteigt.

Der Tischberg-Miozän ist kürzlich von Boden und früher von Rothpletz studiert worden. Auf dessen Karte 1:25.000 faßt die neueste kartographische Darstellung 1:100.000. (Blatt Tölz 651 der Geologischen Ausgabe der Karte des Deutschen Reiches.) Ebenso geht der von Feichtmaier, Lebling und Weithofer verfaßte kurz erläuternde Text größtenteils auf die genannten Forscher zurück. Eine Spezialkartierung fehlt. Die übrige Literatur über die bayrische Molasse, die durch den Pechkohlenbergbau in den an das Obermiozän südlich anschließenden oligozänen Mulden zwischen den kaum dislozierten OSM-Streifen und dem Alpenrand oft angeregt wurde, wird nur da berücksichtigt, wo sie für die Kenntnis des jüngeren Tertiärs ansahnungsweise wichtig wird. Die Ergebnisse der beiden vorhergehenden Bearbeiter müssen der Kürze halber größtenteils vorausgesetzt werden, sie sind vollständig an folgenden Stellen zu finden: Rothpletz, Lit. 64, S. 113—114, 116, 264, und Boden, Lit. 13, S. 432, 484.

Bevor ich an die die obigen Schilderungen ergänzende Beschreibung der Tischberg-Aufschlüsse gehe, sei eine Bemerkung über die Herkunft des Namens Nagelfluh gestattet, die hier inmitten der oberbayrischen Vorkommen besonders interessieren mag. Nach Albert Heim stammt der Ausdruck aus dem ostschweizerischen Dialekt, andere leiten ihn besonders aus dem Wallis her, doch könnte die anschauliche Benennung der wie genagelt ausschauenden Konglomeratgesimse wie dem Alemanischen auch dem Bajuvarischen ursprünglich sein. Als Zeugnis sei eine der ältesten Beschreibungen der bayrischen Tertiärkonglomerate angeführt, durch den kurfürstlich bayrischen wirklichen Berg- und Münzrat Mathias Flurl (1792) (Lit. 24): „... denn kaum verläßt man den sogenannten Hirschberg, eine Stunde von Weilheim, welcher noch ganz aus Gries (dil) besteht und nähert sich dem romantischen Ammertale, so sieht man an den Ufern des Flusses ein etwas prahlichtes Gebirg heranziehen. Die innere Masse besteht ganz aus solchen Geschieben von allen Gebirgsarten, die aber in ihrem Durchmesser weit größer und mit einem kalkartigen Kütt zusammengebunden sind. Man heißt diese Stein- oder Gebirgsart im Oberlande *Nageltuff*. (Nagelfluhe, Breccie.) Sie wird an einigen Orten, wo das Kütt etwas fester ist, zu Mauersteinen gebrochen...“ Die Fachausdrücke in den Klammern hat Flurl aus den zeitgenössischen mineralogischen Handbüchern, übereinstimmend mit dem mineralogischen System Werners, dessen Schüler in Freiberg gewesen zu sein er stolz hervorhebt. Der Name Nagelfluh ist also auch in der deutschen Geologie schon frühzeitig im Gebrauch, gemeint ist hier augenscheinlich der Hohe Peißenberg. Schon 1793 aber beschreibt v. Schrank (69) auf einer Reise die „Sandberge“ bei Wolfratshausen so: „Da sind die kleineren Steinchen und der größere Sand in eine Steinart zusammengeküttet, die bey den Schweizern Nagelfluhe heißt...“ (S. 15.)

Beschreibung der Profile.

Die petrographische Heimat der Schuttmassen ist von Boden wohl endgültig festgelegt worden. Die Hauptmasse der in allen Größen vorhandenen Blöcke und Gerölle stammt aus der Kieselkalkgruppe des Flysch. Rothpletz hatte sie noch für alpinen Kiesellias gehalten. Bei ihrer Widerstandsfähigkeit bilden sie naturgemäß die größten wie die

überwiegende Mehrzahl des Schottermaterials. Grüne Flyschquarzite und glaukonitische Gaultsandsteine der helvetischen Decken kommen in faustgroßen Rollsteinen häufig vor, eozäne Nummulitenkalke und braune Hornsteine, die Boden in die helvetische Kreide stellt, vervollständigen diese Gruppe, die durch drei Merkmale charakterisiert wird: relative Größe, massenhaftes Auftreten und intensive Anwitterung. Ergänzend füge ich zu dieser Gruppe gewiß nicht häufige graugrüne Hornsteine, mit derselben starken gelben Verwitterungsrinde, die auch allen Bachaufschlüssen und Steinbrüchen die Physiognomie gibt und die alpinen Jurahornsteinen gleichen. Feichtmaier, Lebling und Weithofer führen für das Taubenberg- und Tischberg-Obermiozän noch Schrattenkalk und Senongrünsand an, die ich nicht beobachtet habe, während kleine Quarzgeröllchen ebenso wie der leicht bündige Quarzsand überall vorkommen. — Die kalkalpinen Gerölle sind, schon ihrer Erhaltungsfähigkeit nach, klein und selten, so selten, daß daraus Schlüsse auf die obermiozäne Überdeckung des Kalkalpengürtels durch den Flysch gezogen worden sind — davon später. Boden führt von diesen nicht entfärbten frischen, aber stark abgerollten kalkalpinen Geschieben ohne Verwitterungshof an: Muschelkalk, Kössener Kalk, zuweilen hellere Trias- und Jurakalke. Dem möchte ich einzelne Funde von porösen, manchmal mit größeren (nicht erst sekundär ausgelaugten) Hohlräumen erfüllten Kalken anfügen, die den Rauchwacken der Raibler Schichten entstammen müssen.

Die stratigraphische Schilderung des Tischbergobermiozäns stößt auf ungleich größere Schwierigkeiten wie in den entsprechenden Lagen im Allgäu, Vorarlberg und in der Nordschweiz. Die Horizontbeständigkeit, die die „Gesimse“ der Nagelfluh dort wenigstens streckenweise auszeichnet, fehlt hier vollkommen, was nur z. T. an der mangelnden Festigkeit der Konglomerate liegt. Beide Tatsachen erlauben gewisse paläogeographische Rückschlüsse. Rothpletz hat geglaubt, fünf durchlaufende Nagelfluhbänke am Südabhang des Tischberges zwischen dem Hennenbühl und Hohenleiten im Ausstreichen erkennen zu können, ich halte das für sehr unsicher. Die bei ihrer Lage dafür ausschlaggebenden Aufschlüsse in den Bachrissen des Straßgrabens am Westhang und Schindergrabens am Osthang zeigen davon nichts. Bodens umgekehrte Charakterisierung des Tischbergtertiärs als „wirres Haufwerk“ gilt zweifellos allgemein, wenn ich dem Urteil „ohne jede Schichtung“ auch nicht ganz beizupflichten vermag. Wie sich die Verzahnung von groben und feinen, festen und losen Schotterlagen mit tonigem und sandigem Flinz, mit Sandschmitzen und farbigen Mergellagen in den künstlichen Aufschlüssen am Rohrerberg, auf der Tischberghöhe, an den neuen Forststraßen bei Feistenberg und Hohenleiten darbietet, ist bei den früheren Autoren schon zu lesen.

Um die spätere aktualistische Detailanalyse des Tischbergmiozäns im ganzen und des Koniferenfundes zu ermöglichen und weil die in den beiden Bachtälern langgestreckten Ausbisse als natürliches Querprofil in der W-E-Richtung auch für weiter zu erörternde, glazialgeologische Fragen wichtiger sind als die Steinbrüche, schildere ich sie allein näher, da jene in der N-S-Richtung des Höhenrückens, wie gesagt, schon bekannt sind.

Der Straßgraben ist der einzige kräftige Bach, der in den Starnberger See von den miozänen Seitenhöhen her einmündet, die übrige Ernährung des Sees stammt z. T. aus dem Grundwasser, bzw. unterirdisch aus den Osterseen, zum größeren Teil aber aus den umliegenden Filzen und Mösern, deren Existenz mit dem wasserstauenden Flinz-Quellhorizont in engstem Zusammenhang steht. Wie schon der Name andeutet, hat er als einziger quertalbildender Wasserlauf die Anlage eines Weges über die stark waldigen und sumpfigen Höhen vom Würmsee ins Loisachtal ermöglicht, was im Mittelalter für das Kloster Beuerberg mit seinen fischereilichen und seelsorgerischen Rechten am See von großer Wichtigkeit gewesen sein muß. Das wurde nur durch die breiten, aber bei geringer Länge und komplizierter Verknüpfung schwer zu gliedernden Talböden ermöglicht, die auf bestimmte Vorgänge in der Postglazialzeit zurückgeführt werden können (vgl. Lit. 76, 77). Der Straßgraben hat sich erst in jüngerer alluvialer Zeit in die anstehende Nagelfluh und die Sand- und Mergelbänke eingeschnitten und durch diesen Fazieswechsel wohl ein sehr unruhiges knickreiches Gefälle bekommen. Ich konnte nachweisen, daß noch seine atlantische Deltaterrasse vor Pischetsried und St. Heinrich in dem damals höherstehenden Würmsee größtenteils aus stark abgeschliffenen glazialen Geschieben der das Obermiozän bedeckenden Würmmoränen besteht, im Gegensatz zur heutigen weit größeren Geröllführung und zum rezenten weiter vorgebauten tieferliegenden Delta.

Die tonigen und sandigen Sedimente des Flinzsees bilden nach N zu die faziellen Äquivalente der obermiozänen Nagelfluh, durch ihre Säugetierfunde ist ja die Sandsteingrube am Westufer des Starnberger Sees bei Tutzing bekannt geworden. Da aber im entsprechenden Andechser Höhenrücken die tertiäre Nagelfluh fehlt, so war der direkte Übergang unbekannt, man nahm ihn als selbstverständlich an. Der Tischberg wurde, wie in der Nagelfluh so oft üblich, als Delta im Flinzsee der oberen Süßwassermolasse aufgefaßt. Die stratigraphische Horizontierung des Tischberges beruht ja auf dieser mehr oder weniger hypothetischen Verknüpfung und wird fester begründet durch die weitgehende Analogie mit den benachbarten etwa in gleicher Streichrichtung liegenden Schotterinselbergen und noch weiter gesichert durch die Tatsache der wie im Flinz ungestörten Lagerung, im Gegensatz zu den wenige Kilometer südlich liegenden, tektonisch stark gestörten Tertiärhorizonten.

Einzelne Dislokationen oder Nordneigung im Flinz können als lokale Störungen aufgefaßt werden oder als Zeichen einer flachen Muldenverbiegung. Die feinkörnigen tonigen Quarzschotterlinsen, die stellenweise im fast rein limnischen tonigen Profundalsediment des Flinzsees auftreten — so in der Gegend von Ingolstadt aufgeschlossen und in mehreren Bohrungen der Münchener Brauereien durchsunken — zeigen schon durch ihre Aufbereitung in Richtung Silikatausele ihre sekundäre Umlagerung, sie sind wahrscheinlich jünger als das Inselberg-Stadium.

Der einzige hier behandelte Fossilfund ist, auch wenn eine spezielle Bestimmung statt der generellen möglich wäre, als Leitfossil nicht zu gebrauchen. Der Übergang von den Konglomeraten zum eigentlichen

dem Sarmatien der Schweiz entsprechenden Flinz ist nun für die Deutung der tertiären Genese und der diluvialen Erhaltung des Tischberges von großer Bedeutung, deshalb sei für diesen Punkt die Aufmerksamkeit besonders auf die folgenden Tatsachen gelenkt.

Der Flinz, nicht regional, sondern faziell gefaßt, tritt schon als unregelmäßige Zwischenlage in der Nagelfluh auf, wie die Aufschlüsse des Straßgrabens, Schindergrabens und Habichtgrabens zeigen, besser als die Steinbrüche. Nördlich vom Rohrerberg, dem letzten Nagelfluhaufschluß gegen den reinen Flinz zu, ist der direkte Übergang leider durch glaziale Sedimente verdeckt. Die blaugrauen und graugrünen Mergel liegen aber sicher ebenso wie auch fleckenweise schon weiter südlich direkt darunter, denn dem Flinz als vollkommenen Wasserstauer sind ja die weitverbreiteten Moore, die sumpfigen Bruchwälder zu verdanken, ja die ganze Unwegsamkeit des Gebietes, wie sie Rothpletz schon genugsam geschildert hat. Erst weiter im N, an der „Schwarzen Wand“, am Osthang des Höhenrückens bei Wolfratshausen, liegt ein mächtiger von A. Penck frühzeitig beschriebener Deckenschotter direkt über dem Flinz, die Nagelfluhbänke haben hier also ausgekeilt. Der Flinz unterteuft in toniger geröllloser Ausbildung die Wiesen des östlichen Seeufers als drainagefordernder Quellhorizont von Ambach her bis nahe an die postglazialen Straßgrabenschotter heran, durch die er leider wieder verdeckt wird. Durch den atlantischen und subatlantischen Hochstand des Sees angeschnitten, tritt er in den dadurch gebildeten schmalen Uferterrassen im ganzen Holzhausener Gemeindegebiet in Gräben zutage. Nicht umsonst liegt gerade hier an der Linie des westlichen Auskeilens der Nagelfluh das Seeufer, bzw. der Rand der glazialen Erosion, bzw. der diluvialen und postglazialen lakustrischen Abrasion.

Die Verzahnung zwischen Flinz und Nagelfluh ist dann im untersten Aufschluß im Straßgrabenbachbett selber zu sehen, nicht weit oberhalb der Pischetsrieder atlantischen Deltaterrasse am Waldrand. Das Profil ist — wie auch die wichtigsten bergwärts — nur bei Niederwasser vom Bachbett aus zu studieren, er liegt wie alle diese Aufschlüsse an stark ausgekürvtem Prallhang. Der geschiebelose Flinz in mergeliger Ausbildung unterteuft hier eine über 1 m mächtige Nagelfluhbank, das grobe Geröll im Liegenden ist im oberen halben Meter nur noch faustgroß. Die untere Lage ist kalkreicher und grau gefärbt, die obere reicher an Quarziten und Quarzkies, eine große Sandlinse, mit Tongallen erfüllt (!), ist eingeschaltet. Die roten und grauen Ver- und Entfärbungen sollen uns später im Zusammenhang beschäftigen. Das sandig-tonige Bindemittel hält die Wände mehr mechanisch wie chemisch-mineralogisch zusammen, bei relativ schwachem Kalkgehalt, auch die bindigen Lagen sind kiesreich. Die hangende Nagelfluhbank schließt nach oben — künstlich freigelegt — mit fester, ziemlich glatter Oberfläche ab.

Darüber folgt überall am Ausgang des Straßgrabentälchens ein völlig unverkitteter, kleinkörniger, quarzreicher Kies von höchstens zentimetergroßer Korngröße und insgesamt zirka 10 cm Mächtigkeit. Das Profil wird abgeschlossen durch einen halben Meter rezenten Waldboden mit groben Geschieben. Da wir uns in eingeschnittenem Talboden befinden, ist es fraglich und auch hierbei belanglos, ob es sich noch um primär

gelagerte Würmmoräne oder um verschwemmtes Material handelt. Weit wichtiger aber ist die dünne Kieslage darunter, die sonst nirgends in dieser Ausbildung beobachtet wurde. Handelt es sich hier um Pliozän, das doch irgendwo im Alpenschuttmantel liegen muß (auch wenn es in Oberbayern bisher nicht gefunden wurde), oder um präquartäre Glazialvorschüttotter? Deckenschotter ist es jedenfalls der ganzen Ausbildung nach nicht und spätere Schotter kommen aus regionalen Gründen kaum in Frage. Die Lage des Profils am Talrand erhöht ja auch die Unsicherheit der Entscheidung. Auf solche unscheinbare Vorkommen sollte aber doch mehr geachtet werden, besonders seitdem Schotter in Niederbayern und Schwaben-Neuburg sich als die langgesuchten Pliozän-sedimente zu erweisen scheinen.

Das ganze Schichtpaket fällt mit 4—5° ziemlich genau nach N ein. Auch über die Dislokationen soll im Zusammenhang gehandelt werden. Lösungseindrücke, Gebirgsdruckstauchungen, auch verzahnte Brüche der Gerölle sind nicht selten, wie in der ganzen Nagelfluh des Molasse-Alpenrandes.

Diese einführende Schilderung bietet die typische Physiognomie des ganzen Tischberg-Obermiozäns, man könnte sie nicht kürzer und treffender wie Boden charakterisieren (13, p. 431): „Das Konglomerat bildet ein wirres Haufwerk ohne jede Schichtung, in dem alle Größen von Blöcken mit $\frac{1}{2}$ m Durchmesser mit allen Übergängen bis zu feinem Sand und sandigem Ton höchst unregelmäßig durcheinander gemischt liegen. Die Korngrößen wechseln örtlich.“ Die Schichtungslosigkeit trifft meines Erachtens nicht ganz zu, sonst aber ersieht man daraus die von Kraus für die Allgäuer Molasse schon oft betonte Schwierigkeit des Fehlens aller gewohnten Hilfsmittel für die geologische Klarstellung.

Neues bringt der nächste Aufschluß im Bachbett, einige 100 m bergwärts zwischen dem Fürstenwald und dem Karniffholz. Er ist durch die plötzlichen und gewaltigen Hochwässer des Straßgrabens zum guten Teil regelrecht ausgekolkt und die wichtigste Stelle nur von einem tieferen Kolkloch aus zugänglich. Hier, abseits vom Wege, steht das horizontal ausgedehnteste Profil zur Verfügung und in seiner Länge von zirka 15 m erkennt man, daß von Horizontbeständigkeit, wie in der gleichalterigen Allgäuer, Vorarlberger oder Nordschweizer Oberen Süßwassermolasse keine Rede ist. Dieser erste Eindruck wird noch verstärkt durch die auffallend starken Ver- und Entfärbungszonen, die von schwarz und grau über grün bis zu gelb, braun und rot gehen. In diesem Aufschluß kam nun — im Sommer 1925 — in einem Kohlen-schmitzchen, wie sie in der OSM nicht selten sind, ein äußerlich gut erhaltener Baumstamm mit deutlicher Holzstruktur zutage. Der ausstrudelnde Bach erreichte ihn bei Hochwasser und hatte damals schon einen Teil des Stammes weggespült, 1926 bei einem neuerlichen Besuch war noch mehr abgetragen. In dem kleinen Bach beim Malvenhaus N „Mandl am See“ fanden sich ebenfalls im rezenten Geröll stark verkohlte, zum Teil verkieselte Holzstücke. Den Hinweis verdanke ich meinem jungen Freund Janko v. Gaffron. Doch ließ die schlecht erhaltene Textur nur allgemein den Schluß auf Koniferen zu, das dort zugehörnde Anstehende konnte nicht gefunden werden. Immerhin

unterstützen diese Funde die Vermutung auf reichere Koniferenbestände im Bereich der obermiozänen Schotterflüsse, die auf Grund des Straßgrabenprofils nun näher begründet werden soll. Die Einbettungslage des Holzfundes (vgl. Abb. 4 und 5) soll genauer geschildert werden, aus der Detailanalyse werden sich die Schlußmöglichkeiten im paläographischen Sinne ergeben.

Das Liegende, etwa in Niederwasserhöhe des Straßgrabens, bildet eine gut verfestigte Nagelfluhbank mit im Durchschnitt faust- und kopfgroßen Geröllen von Flynchcharakter. Diese Bank bildet hier in völlig söhligler Lage das Bachbett, das dadurch zu zahlreichen kleinen Fallstufen gezwungen wird, wie Fig. 4 zeigt. Das ist eine für das Tischberg-Tertiär ganz ungewöhnliche Festigkeit, während doch umgekehrt die Erscheinung in den Allgäuer oder St. Gallener Bachsohlen ganz gewöhnlich ist. Morphologisch interessant ist die Erosionswirkung des Wassers trotz söhligler Lagerung der Schichtbänke im Bachbett, die nur durch die kräftige Geröllführung erklärt werden kann; nach jedem Hochwasser sind ganze Platten horizontal herausgebrochen, wie man an dem frischen Abbruch und dem Fehlen der Wassermoose, wie *Fontinalis*, sehen kann. Eine ähnliche Horizontalerosion hat Salomon-Calvi aus dem Adamelogegebiet beschrieben, dort hat der Gletscher söhlig gelagerte Gesteinsplatten herausgehoben.

Über der liegenden festen Bank folgt eine $\frac{1}{2}$ m mächtige Stufe lockerer Nagelfluh von im Durchschnitt kleiner, aber wechselnder Geröllführung. In dieser Bank zieht sich etwas bachwärts eine blauschwarze Verfärbungszone zirka $1\frac{1}{2}$ m hin im Gestein entlang, nicht nur das sandig-tonige Bindemittel, auch die Rinden der stark durchlösteten Gerölle sind intensiv geschwärzt. Nur spärlich verkohlte Holzsplittchen sind die Ursache, das Ganze ist kaum ein Kohlenschmitzchen zu nennen. (Vgl. Fig. 4, rechts von der Drahtwicklung des Hammers.) Immerhin ist schon zu erkennen, daß man es hier nicht wie sonst bei den Kohlenflözen der OSM mit limnischen Sedimenten von Faulschlammnatur zu tun hat, sondern um echte Inkohlung von Hölzern, die auf fluviatile Entstehung hinweist.

Noch deutlicher wird das in der nächsten hangenden Sandsteinzone. Ihre Basis wird von einer dünnen Lage weniger, aber bis 30 cm kräftiger und noch ganz kantiger Gerölle gebildet. Die Sandsteinbank fällt mit 13° wieder nach N ein (die Nagelfluh weicht zuweilen ein wenig davon ab) und hat eine Mächtigkeit von 15 bis 20 cm. (Vgl. Fig. 4 am oberen Hammerstielende, Fig. 5 links des Baumstammes.) Links vom Holz verläuft die Bank bald im Straßgraben, die Fortsetzung ist abgetragen, rechts davon setzt sie sich etwas höher fort und keilt erst in 5 m Entfernung aus. Beide Abschnitte werden durch den Stamm geteilt und gehören, wie aus Fig. 4 und 5 ersichtlich, genetisch nicht direkt zusammen. An dem 15 m langen Prallhang keilen drei weitere solche horizontunbeständige Sandlinsen aus. Der Sandstein selbst besteht aus groben Körnern von rund 1 mm Korngröße und bildet ein farbiges Gemisch von Feldspäten, Quarzen und dunklen Gemengteilen kalkiger und quarzitischer Natur. Innerhalb der Bank wird der Sandstein stellenweise zur Arkose, die Gesamtfarbe ist hellgrau, teilweise durch Eisen rot verfärbt.

Der Baumstamm selbst steckt in schieferm Winkel in der Sandsteinzone. Über ihm folgen noch mehrere Meter ungeschichtete halb feste Nagelfluh, das Profil schließt nach oben mit starkem Vegetationsüberhang ab.

Der genaue Befund, soweit damals noch studierbar, ergibt, daß der Stamm in viel stärkerem Winkel geneigt liegt, als das allgemeine Einfallen und seine Richtung zwischen dem Einfallswinkel und dem letzten Streichen verläuft. Er hat einen etwa gleichbleibenden Durchmesser von 30 cm, das vordere untere N-Ende steckt noch in der groben Basisbank und ist auch teilweise schon vom Bachwasser verschleppt, das hintere obere S-Ende verläuft in unbekannter Erstreckung durch die Sandsteinlinse durch in die obere lockere Nagelfluh hinein. Es muß also ein ganz ansehnlicher Stamm gewesen sein. Die Erhaltungsumstände sind nun ganz eigentümlich. Es sind nur die äußeren härteren Holzteile in wechselnder Dicke erhalten, das Innere ist mit einem am Ort fremdartigen (tonigen) Sediment erfüllt. Das „Holzrohr“ hat den typischen tiefschwarzen Pechkohleglanz, wie ihn die Lignite der Molasse auch bei limnischer Entstehung vielfach zeigen. (Vgl. Fig. 5.) Es ist stark inkohlt, das Muttergestein verweigerte aber die ja meist texturerhaltende Verkieselung oder Verkalkung. Der ganze Stamm ist etwas durch Gebirgs-(Eis?)druck verpreßt und „offenbar durch Lagerung im Wasser stark aufgeweicht und dann später beim Austrocknen stark zusammengesunken.“ (Kräusel.) Irgendwelche deutliche Reste, wie Zweige, Rinde, Früchte usw. finden sich auch in der Nähe nicht, wie diese Fundortsverhältnisse ohnehin für Konglomerate bezeichnend sind, wo sich so wieso nur verholzte Pflanzenteile fossilisationstüchtig erweisen. Der Hohlraum ist mit feinem grauem Ton ausgeschmiert, dem selten auch kleine Gerölle eingeschaltet sind. Die allgemeine Erörterung soll später folgen, hier seien nur vorausgreifend zwei Schlüsse gezogen:

1. Der Stamm liegt auf sekundärer Lagerstätte, er war ursprünglich von innen verfault und in einem andern Sedimentationsraum — wie die Ausfüllung zeigt — abgelagert.

2. Er ist hierher durch stark fließendes Wasser gebracht worden, und nicht etwa nur abgedriftet und niedergesunken, das zeigt am besten die Sandlinse, die einer Wasserwalze im Stromschatten des in der Kiesbank verankerten festgefahrenen Treibholzes ihre Entstehung verdankt.

Weiter bachaufwärts zeigen die Aufschlüsse im Anfang das gleiche Bild, fassen wir uns also kürzer. Bei einer kleinen zum Weiler Pischetsried gehörigen Wassermühle im Walde weiter oben treten auf kurze Strecken $\frac{1}{2}$ m mächtige Mergelbänke zutage, die unten in gleicher Ausbildung fehlen. Eine überdeckende markante dünne Geröllbank gestattet, das Einfallen gut zu messen, hier 15° N. Im weiteren Aufstieg werden auch die Tone und Mergel häufiger, dem entsprechend ist die Verbackung der Sande und Schotter zuweilen fester.

Unweit der ausgedehnten Limnokrene, aus der der Straßgraben seinen Ursprung nimmt, finden sich bei Impleiten, 100 m westlich der Straße St. Heinrich—Beuerberg, noch einmal organische Reste (zirka 650 m ü. N. N.). Ein Profil von 6 m Länge beginnt noch im Bachbett mit einem zähen graubraunen Ton, über dem eine Bank von eckigen

und gerundeten Geröllen folgt, die durch verlehmtetes Bindemittel lose gehalten wird. Zwischen ihr und dem Wiesenboden liegt eine zweite graue, hie und da eisenschüssige Tonschicht, in die zwei dünne Bänder verkohlter Zweige eingelagert sind. Hier im Sedimentationsraum ruhigen Wassers haben sich also feinere Pflanzenteile erhalten, die starke Bergfeuchte der ganzen OSM-Serie hat allerdings auch da erkennbare Erhaltung vereitelt.

Auf der Höhe des Rückens, nahe bei Impleiten, treten in den natürlichen Aufschlüssen öfter wasserstauende Brockenmergel zutage, die ganz den Eindruck der Entstehung in Altwässern, Tümpeln usw. machen. Sie sind rot und blaugrün geflammt, der Mergel ist geröllführend und zerfällt trotz großer Weichheit brüchig. Er muß nach der

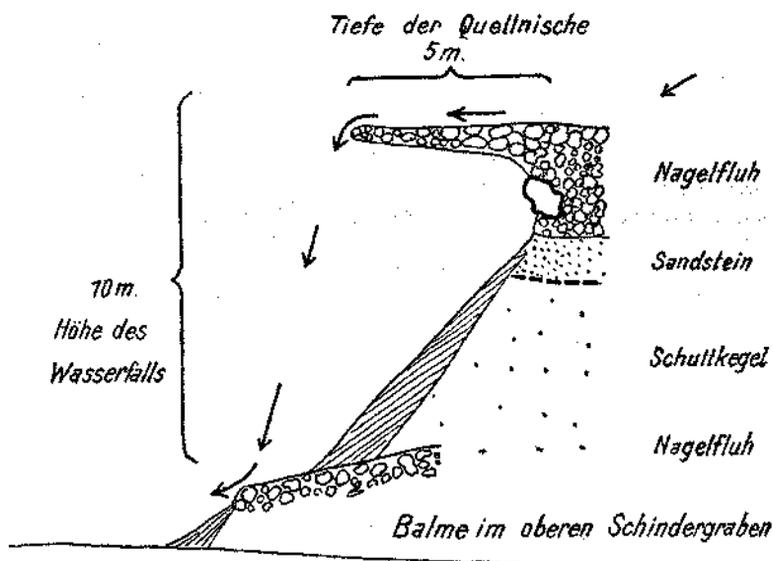


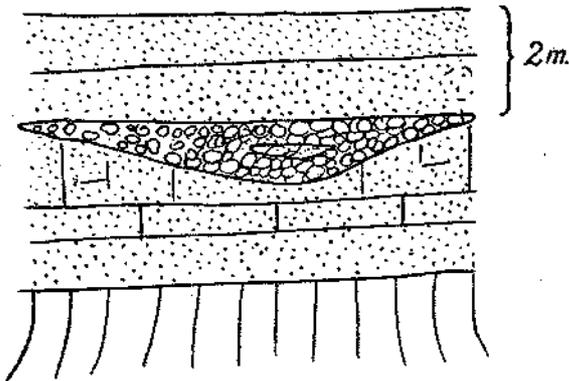
Abb. 1.

starken heutigen Bestockung der Gegend mit hygrophilen Hölzern als Grundwasserstauer eine weite Verbreitung haben.

Die Bachaufschlüsse weichen von den in den Steinbrüchen aufgeschlossenen Profilen doch ab und bereichern so unsere Kenntnis; der Steinbruch sucht die kompakten mächtigen Geröllagen, der Wasserlauf gräbt sich umgekehrt in die weichen oder stark wechselnden Schichten ein und liefert außerdem durch seine kilometerlange Horizontalerstreckung ein in vieler Beziehung allseitigeres Bild. Das gleiche gilt für den Bachlauf, der ebenfalls vom Tischberg ausgehend tief eingegraben nach E zur Loisach entwässert, wo er zwischen Beuerberg und Eurasburg einmündet. Die Oberfläche des Höhenrückens muß ganz mit Flinzmergeln unterbaut sein, das geht aus der im Sommer plötzlichen riesigen Hochwasserführung der zu Zeiten wieder fast ausgetrockneten Wasserläufe hervor. Die Filze und Bruchwälder auf der Höhe können offenbar wegen

ihrer wasserundurchlässigen Unterlage keinen Niederschlagsüberfluß fassen, wirken also nicht wie sonst so oft als Regulatoren. Der eben genannte nach E fließende Bachlauf, oben Schindergraben, im Unterlauf Habichtsgraben geheißen, ist bis zu 20 m tief in das Miozän eingeschnitten. Eine mit Zementschützen versuchte Wildbachverbauung hat den Erfolg gehabt, daß die Wehre unterspült wurden; eine feste Brücke des Jägerpfads wird jetzt zwei Meter tiefer umflossen, trotz der vorhandenen Durchlässe.

Wir beschreiben diese Erscheinungen, weil sie auf eine allgemeine petrographische Faziesänderung nach E zu hinweisen, die feineren Sedimente beginnen über die groben zu überwiegen. Das zeigt sich nicht nur in der Widerstandslosigkeit gegen die rezente Wassererosion, sondern wird uns unten als Ursache für die erhöhte Wirkung der diluvialen Erosion am Westhang des Loisachtal-Zungenbeckens erneut begegnen.



Lauf eines Nagelfluhbachbetts - Unt. Habichtsgraben.

Abb. 2.

Im obersten Anfang des Schindergrabens in einer Meereshöhe von zirka 670 m fällt das Wasser über ein weit vorspringendes Nagelfluh-Gesimse etwa 10 m tief herab, hinter sich eine tief eingefressene Balme lassend, die sich etwa 5 m in den Berg hinein erstreckt. Die gleiche Erscheinung der durch Grund- und Quellwasser ausgelaugten Balmen im weichen Gestein unter harten Bänken ist ja in der Oberen Molasse am Überlinger See bekannter geworden, hier aber durch den imposanten Eindruck der mit Höhlenflechten begrüneten riesigen Quellnische eindrucksvoller, denn solche Verfestigung ist in der oberbayerischen OSM ganz ungewohnt. In der Nagelfluhdecke steckt ein Flyschblock von zirka 1 m Durchmesser, der also die von Boden angegebene Maximalgröße ums Doppelte übersteigt. (Vgl. Abb. 1.)

Bachabwärts steht eine 10 m hohe Wand aus graugrünem, glimmerarmem, sandigem Mergel an, ohne Einschlüsse in größerer Eintönigkeit als sonst im Bereich des Münsinger Höhenrückens üblich. Es folgen nun dauernd Serien von in einander übergehenden Sanden und Tonen, ohne besondere Erscheinungen bis zum Habichtsgraben herunter (zirka

600 m ü. N. N.). Die Nagelfluh tritt hier am Osthang des Tischberges ganz zurück, was sich morphologisch sehr bemerkbar macht. Im Habichtsraben ist an einer Stelle ein sehr instruktives Profil aufgeschlossen, das zeigt, wie nach E die Schottermassen nicht mehr in breiten und mächtigen Bänken verfrachtet wurden, sondern nur noch selten in kleinen Rinnsalen und Bachläufen in dieses Gebiet gelangten (Vgl. Abb. 2). Das Loisachtal ist also nicht erosiv in die Konglomeratfazies des Obermiozäns eingeschnitten und hat jene ausgeräumt, sondern ist an das natürliche Ausstreichen der Schotter gebunden, liegt an der Faziesgrenze zum weichen Flinz-Tegel.

Die Gerölle in dem Schotterrinnal sind noch faustgroß, die fest gebankten Molassesandsteine fallen hier mit einigen Graden nach SW ein! Da der ganze Ostabhang des Höhenrückens schnell und steil, im Gegensatz zur Westseite, zur Loisach abfällt, ist bei diesem neuerlichen Streichen eher als bei dem wohl syngenetisch begründbaren N-Fallen der Nagelfluh mit tektonischer Störung zu rechnen (vgl. S. 609).

An der Westflanke des Loisachtals weisen die zahlreichen Schachtelhalmwiesen um Eurasberg herum auf den wasserstauenden Flinz, in den die Tischbergfazies hier nun morphologisch und geologisch ganz übergeht. Daß er noch weiter nördlich bei Wolfratshausen — und entsprechend auch in kleinen Aufschlüssen am NE-Ufer des Würmsees, z. B. bei Seeheim — in reiner Ausbildung ohne Gerölle ansteht, wurde schon gesagt. Wir sehen also den Übergang zum Flinzsee vom Tischberg aus in verschiedener Deutlichkeit nach W, N und E. Nur nach S streichen die N-einfallenden Nagelfluhbänke in die Luft aus, auf den Verbleib der Schotterstrangwurzeln kommen wir noch zu sprechen.

Schon die erste Beschreibung, die vom Loisachtal und Münsinger Höhenrückens auch die geologische Seite der naturkundlichen Reisen F. v. P. Schrank's behandelt, gibt uns über die dürftigen Braunkohlenvorkommen Nachricht, zugleich mit einer trefflichen, durchaus auch im Rahmen heutiger Kenntnis gültigen Deutung (S. 30): „Das Schloß und die Hofmark Eurasburg liegt auf diesen Anhöhen, dem Naturforscher der Steinkohlen wegen merkwürdig, die da brechen sollen. Wir konnten aber im Stift keine nähere Nachricht darüber erhalten, und da mir von meiner ehemaligen Reise bekannt war, daß das Gestein dieser Anhöhen aus einem losen oder übel verbundenen Schutte von großen und kleinen Rollsteinen bestehe, so glaube ich nicht, daß es der Mühe wert sei, Zeit mit ihrer nochmaligen Aufsuchung zu verderben. Was konnten auch die Steinkohlen dieser Anhöhen, die selbst nichts mehr als Geschiebe sind, weiter als Geschiebe sein?“

Nach v. Schrank, einem der ersten Pioniere der bayerischen Landeskunde, hat v. Gümbel in der Mitte des letzten Jahrhunderts im Loisachtal den Flinz studiert, und da seine 1861 entwickelten Ansichten heute mehr Geltung haben denn je, und außerdem die Beschreibung heute wieder abgegangener Molassekohlenlager wichtig ist, sei die Stelle zitiert. (Lit. 25, p. 778): „...Zurückkehrend zur Beschreibung der jüngeren Molasse im Westen der Isar ...um in den Gräben von Baienberg und Eurasburg auf Schichten der jüngeren Molasse zu stoßen. Auch hier zeigen sich im Schinder- und Habichtsraben zerstreut im

Flinz und Tegel eingebettet Braunkohlenspuren, die sich jedoch zu keinem zusammenhängenden Flöze vereinigen. Ein Teil scheint, wie das bituminöse Holz am Irschenberge, Treibhölzern, die vom Schlamm umhüllt wurden, sein Dasein zu verdanken, andere Fragmente rühren vielleicht aus zertrümmerten älteren Pechkohlenflözen her und finden sich auf sekundärer Lagerstätte.“

Im Habichtsgraben ging im letzten Jahrhundert noch kurze Zeit ein Bergbau um, auch sonst sind bäuerliche Schürfunge niedergebracht worden. Da es sich in dieser Gegend durchwegs um fluviales Treibholz und Treibsel handelt (und nicht um Sumpfbildungen, wie Lit. 23, Karten-erläuterungsheft, angibt), naturgemäß ohne bleibenden Erfolg. Immerhin sagen uns diese Nachrichten mit den Funden in den nach W fließenden Bächen, daß in dem scheinbar völlig fossillosen Tischberg-Obermiozän doch noch bemerkenswerte Mengen organischen Materials auf die Entstehungsgeschichte des subalpinen Schotterstrangs hinweisen, aber alles, einmal über Tage durch die heutigen natürlichen Kräfte aufgeschlossen, auch schnell dem Verfall entgegengeht. Zu Gumbels Ansicht, die er auch auf Grund später zu erwähnender Holzfunde am Irschenberg begründete, ist zu sagen, daß seine Anschauung über die Herkunft und Verfrachtungsweise der Holzdrift der unseren überaus nahesteht, obwohl wir unabhängig davon auf Grund ganz anderer Erwägungen daraufkamen, wie sich im folgenden zeigen wird.

Mit diesen beiden, quer über den Tischberg Rücken in etwa 5 km idealer Linie sich hinziehenden Profilen ist in oben gekennzeichnete Ergänzung zu früheren Beschreibungen der Steinbruchaufschlüsse ein Bild von der alpenrandnahen Obermiozänfazies mit ihren kärglichen organischen Resten gewonnen worden. Es würde allein schon für die paläogeographischen Rekonstruktion des Landschaftsbildes genügen. Doch fehlt noch die Erörterung der diagenetischen und tektonischen Geschichte des Tischberggebietes — soweit hiezu nötig — und schließlich die Diskussion der paläobotanischen Bedeutung des Koniferenfundes.

Die Färbungserscheinungen in der oberen Süßwassermolasse sind schon erwähnt worden. Sie treten besonders in allen möglichen grellen Farben in den zwischengeschalteten Mergellagen auf, während die monotonen eigentlichen Flinzlager weiter nördlich in einheitlicher grau-grüner Farbe auftreten. Boden hat das schon kurz erwähnt, ohne zu deuten. Genau die gleichen Erscheinungen treten in der USM auf, in größerem Ausmaß, sie sind von Schalch aus dem badischen Seekreis, von Gutmann aus dem Hegau, von Schad und Berz aus dem ober-schwäbischen und von Kraus aus dem Allgäuer Aquitan beschrieben worden. Schad hat einen bestimmten Flammenmergelhorizont auf die Denudation der oberoligozänen Landoberfläche zurückgeführt. Berz faßt die „Roten Mergel“ als Terra-rossa-bildung auf, ohne die Frage Allochthonie-Authochthonie zu entscheiden, und vergleicht sie petrographisch mit gewissen ostafrikanischen Lateriten. E. Kraus spricht die Allgäuer Rotemergel-Stufe der USM offenbar im Anschluß an diese Anschauungen als verschwemmte Roterde der umliegenden verwitternden Festlands-oberfläche an. Ähnlich hat auch jüngst Abel in mehreren Arbeiten die roten Flyschserien auf Grund eines Vergleichs mit den roten Ein-

schwemmungen in den Gezeitenwäldern Kubas und Floridas, der Mangrove, als terrestrisch bezeichnet. (Vgl. p. 605.) Man könnte die braun, rot, grün, blau und schwarz geflammten und gescheckten Bänder und Flecken im Tischberg-Sarmat in ähnlicher Weise deuten, gerade weil die Farben in der potamischen Fazies auftreten, und in den Sedimenten des Flinzsees i. A. fehlen. Aber zunächst ist eine Landoberfläche mit solchen Verwitterungsphänomenen hinter der Vortiefe der Westalpen eher denkbar, denn da lagen die Kalkalpen und der Jura offen zutage. (Schweizerische „Kalknagelfluh“ bis in die OSM.) Dasselbe für die Ostalpen anzunehmen verbietet die ganze Gesteinszusammensetzung der ostalpinen obermiozänen Konglomerate. Die damalige Höhen- und Entfernungslage des Kalkalpenzuges entspricht nicht der heutigen, das hydrographische Netz griff in ihn nicht so hinein wie die rezente Entwässerungsverastelung. Man merkt das nicht nur an der Armut an kalkalpinen Geröllen, die man ja durch ihre den Gesteinen des Flyschs und der helvetischen Kreide gegenüber weicheren Gesteinen und dem zerstörenden langen Transportweg erklären könnte, sondern an dem geringen Kalkgehalt der Nagelfluh in Oberbayern überhaupt. Die meist überaus geringe Verbackung der Bänke im Verein mit der Horizontunbeständigkeit ist ja neben tektonischen Gründen die Hauptursache für die Unterschiede in der landschaftlich-morphologischen Ausbildung der obermiozänen Nagelfluhen im Ostalpenvorland gegen das Allgäu oder die Schweizeralpen.

Nun lassen sich die Färbungen weit einfacher diagenetisch oder sogar bodenkundlich deuten, denn man kann besonders in den Straßgrabenaufschlüssen beobachten, daß die roten und braunen Lagen keineswegs immer mit den stratigraphischen Schichtgrenzen übereinstimmen, sie gehen öfter ganz unabhängig davon durch Sand-, Ton- und Nagelfluhbänke einheitlich durch. Das gleiche gilt erst recht für die durch Kohlenschmitzchen oder geringste organische Spuren verursachten schwarzen Bänder. Wir haben es hier mit mehr oder weniger rezenten Bodenbildungen, mit Anreicherungen von Eisenhydroxyd im Bereich des Grundwasserstaus zu tun, vielleicht auch mit Anreicherungen von Eisenoxydul durch die reduzierenden Einflüsse von kleinsten Mengen noch erhaltener oder eingeschwemmter organischer Substanz. An anderen Stellen wird chemische Verwitterung und mechanische Auswaschung zugleich die Rot- und Gelbfärbung verursacht haben, wie das erst kürzlich von Blanck und Scheffer für die Verfärbungen im Obermiozän des Pfänders bei Brengenz nachgewiesen wurde. Auch hier wurde betont, „daß noch zur jetzigen Zeit aus kalkreicher Nagelfluh . . . Bodenbildungen hervorgehen können, die aber in ihrer chemischen Zusammensetzung nichts mit Roterde zu tun haben“. Dabei ist besonders interessant, daß auch am Pfänder die Färbungen gern in den Bachläufen auftreten. Eine Analogie zu den geschilderten Erscheinungen in der USM besteht also in der OSM nicht. Anders mag es mit den eigenartigen kleinen Lagern von geflammten, fast gerölllosen Mergeln stehen; hier mag es sich um ursprünglich nährstoffreiche, eutrophe Altwassertümpel handeln, in denen die Verfärbungen in grell roten und grünen Farben schon auf kolloid-chemische Umsetzungen während der Ablagerungszeit zurück-

zuföhren sind. Rezente Diatomeenockersedimente weisen je nach dem Eisengehalt scharfe Wechsellagerung der Farben auf.

Die Tektonik des Gebietes ist relativ einfach, die Bänke fallen zu meist um wenige Grad nach Norden ein. Rothpletz hat schon die beiden Entstehungsmöglichkeiten — ursprünglich schiefe Ablagerung oder nachträgliche Verbiegung — diskutiert und sich mehr zugunsten der letzteren entschieden. Wir haben aber im Schindergraben ein ganz anderes Streichen und im ganzen doch recht verschiedene Einfallswinkel konstatieren können, so daß, im Zusammenhang mit Pencks Anschauungen über die Diskordanzen zwischen OSM und Deckenschotter, die Entscheidung für die erste Auffassung der Ursprünglichkeit der geneigten Lage im potamischen Sedimentationsraum besser später getroffen werden soll.

Flößhölzer und Koniferenbestände in der Oberen Süßwassermolasse.

Was läßt sich nun aus dem Fund eines Koniferenstammes paläogeographisch schließen? Es gibt zwei methodische Möglichkeiten, die paläobotanische und die stratigraphische, jede wird uns ein Stück weiter bringen, und im Zusammenhang mit dem übrigen Befund das Bild der potamischen Fazies in der südbayerischen Oberen Süßwassermolasse vervollständigen helfen.

Betrachten wir zunächst die Art der pflanzlichen Vorkommen in der Molasse überhaupt, so fällt auf, daß wir es ganz überwiegend mit autochthonen limnischen Sedimenten zu tun haben, auch wenn man von Paradebeispielen wie dem Öhninger See absieht. Gerade bei Einschränkung der Betrachtung auf die „Molassekohlen“, wie sie Escher von der Linth zum Unterschied von den gleich weit verkohlten, aber nicht so pechkohlenartigen, weniger spröden mitteldeutschen Tertiärkohlen nannte, gilt das gleiche. Der Entstehungssachlage entspricht die zweite Regel, daß Molassekohlenvorkommen ganz überwiegend in Schichtverbänden feiner Korngröße, nicht in den Konglomeraten vorkommen. Auch bei Flößen innerhalb der Nagelfluh oder in marinen Horizonten gelten durchwegs die obigen Regeln, die autochthonen (z. T. verschleppten) Kohlenlager haben stets Süßwasserbildungen (seekreideartige, bituminöse Mergel) als Begleitschichten, z. B. in der OMM im Wirtatobel ob Bregenz, wo in amorpher Pechkohle nur einmal ein Zweig gefunden wurde, oder in den oligozänen Penzberger und Miesbacher Revieren. Es ist ja eine der Tatsachen, die die öfteren \mp Strandverschiebungen an der Küste der Molassemeere anzeigen. Ein scheinbar naheliegender Vergleich mit den rezenten Sapropelliten, die ja wie im Untergrund der mächtigeren mittel- und nordosteuropäischen Moore oder in allen eutrophen Seeböden im analogen Schichtverband mit Seekreiden und oligotrophen unterteufenden Mergeln auftreten, verbietet sich meines Erachtens, da wir über die rezenten Sedimentationsbedingungen der subtropischen stehenden Gewässer heute noch so wenig wissen, wie noch vor einem Jahrzehnt über die unserer eigenen Gegenden. Deshalb ist auch unklar, weshalb es außer den limnisch-autochthonen Flößen

mergelartiger Struktur (ob auch Planktongyttja?) kaum Molassekohlen gibt, während ein großer Teil der gleichaltrigen deutschen Braunkohlen ihre Herkunft Holzgewächsen verdankt oder zumindest thanatocoenotisch auf solche Biocoenosen zurückzuführen ist. Das kann z. T. den paläogeographischen und Fossilisationsbedingungen zuzuschreiben sein, andernfalls mag es auf die Biocoenosen selbst zurückzuführen sein; das Auftreten von Holzgewächsen im allgemeinen, wie besonders von Koniferen, entspricht nach dem, was wir wissen, in keiner Weise den norddeutschen Tertiärverhältnissen. Doch davon später.

Aber auch bei den allochthonen Schwemmkohlenflözen, in die ja unser Baumstamm wie auch die andern wenigen Nagelfluhfunde einzureihen sind, läßt sich auffallenderweise von Hölzern nur in wenigen Fällen mit Gewißheit reden. Alb. Heim erwähnt bei seiner Aufzählung der schweizerischen allochthonen Vorkommen nur ein einziges „mit deutlicher Holztextur“, im St. Gallischen bei Neu-St. Johann im Toggenburg. (Lit. 29, p. 83.) Es liegt in der „unteren Molasse“, seine Ausdehnung ist gering: 2 m lang und 20—30 cm mächtig. In ganz Vorarlberg kennt Blumrich auch nur ein einziges Holzvorkommen, das bezeichnenderweise in der OSM des Pfänders liegt: (Lit. 9, p. 43.) „Bisher ist nur ein einziges Pechkohlenvorkommen bekannt geworden, nämlich das in der oberen Molasse bei Sättels in der Nähe von Möggers, dessen Kohle unverkennbare Holzstruktur zeigt.“ Ein Probestück, um dessen Bestimmung ich Herrn Prof. Kräusel bat, konnte als „Konifere, sp?“ gedeutet werden. Trotz der schlechten Erhaltung ist uns interessant, daß wir auch bei diesem Flößholz der potamischen Fazies auf ein Nadelholz stoßen. Unweit der Landesgrenze ist im bayerischen Anteil des Pfänderzuges ein anderes Vorkommen durch Erb bekannt geworden, und zwar in der OSM des Allgäus. (Lit. 22, pag. 178.) „Im Malleichener Grenzbach enthält das untere Konglomerat große Mengen eingeschwemmter Hölzer“. Kraus erwähnt von Irrsee, nordwestlich Kaufbeuren, ein pechkohlenartiges Flöz, das aber seiner Molluskenbegleitfauna nach limnischen Ursprung zu haben scheint. Die drei kleinen Flöze von 1-2 m am Schwarzen Grat im Allgäu, die Hennig (Lit. 30) anführt, fallen, wie auch sonst die Nagelfluhbänke in den sarmatischen Inselbergen, flach nach N ein, nach frdl. schr. Mitt. des Autors handelt es sich eher um limnische Bildungen als um Treibholz.

Bei der geringen Ausdehnung der Flözchen und der Kohlenarmut im deutschen Süden ist es klar, daß schon manches Vorkommen von Molassekohlen den exogenen Kräften zum Opfer fiel oder abgebaut wurde, ohne der Wissenschaft zur Kenntnis zu kommen. In Oberbayern läßt sich das durch das Studium der älteren Geognosten noch teilweise feststellen. So beschreibt der alte Flurl 1792 vielleicht das bestentwickelte unter den in der OSM bekannten Treibholzlagern, das inzwischen auch zu den abgegangenen Flözen zählt. Der Beschreibung der Pechkohlen im Miesbacher Revier läßt er folgende Erwägung folgen: „Mit allen diesen Steinkohlenflözen scheinen auch jene mächtigen Lager von bituminösen Holz zusammenzuhängen, welche in den am Irsenberge befindlichen Wassergräben gleichfalls zu Tage anstehen und beynahe von den nämlichen Mergel- und Stinksteinarten eingeschlossen

werden. Nur schießen sie weit flacher und unter einem Winkel von 20—26 Graden in das Gebirg ein. Man trifft unter diesem Holze noch ganze Bäume mit Rinden und Ästen an, deren einige bald mehr, bald minder mit Bitumen durchdrungen sind und daher bald eine lichte, bald eine schwärzlich-braune Farbe haben. Zwischen seinen meistens abgesonderten Jahrgängen kommt häufiger Schwefelkies, oft in kleinen Platten, manchmal aber in tropfsteinartigen Stängeln vor, und nicht nur diese, sondern auch das ganze Holz selbst überzieht sich an der Luft in kurzer Zeit mit einer Wolle von haarähnlichen Alaunkristallen.“ Der Irschenberg ist eines der östlichsten der isolierten Obermiozänvorkommen zwischen Taubenberg und Rosenheim am Mangfalltal. Da sich an Fluris Bericht die Gumbelsche Beschreibung wohl des gleichen Vorkommens recht ähnlich anschließt, aber Boden neuerdings wieder die Aufschlüsse am Irschenberg untersucht hat, ohne mehr als Gumbels Darstellung zu erwähnen, scheint es sich um einen aufgelaassenen und nicht mehr zugänglichen Schürfbau zu handeln. v. Gumbel sagt darüber (S. 776): „Auch viele verkohlte Pflanzenteile liegen darin, (außer Landkonchylien), ferner undeutliche Blattreste und etwas weiter aufwärts in unregelmäßigen Flözen, meist nur treibholzartig als isolierte Stämme, Lignite, deren Masse oft stark von Schwefelkies durchzogen ist. Hier hat keine Torfbildung Veranlassung zur Braunkohlenbildung gegeben, sondern es sind zweifelsohne nur einzelne Stämme treibholzartig beigeschwemmt, von Sand und Schlamm umhüllt worden, und liefern auf diese Weise jene nur fragmentär vorkommenden Lignite. Mehrere Gräben am Irschenberg sind erfüllt von solchen Lignitbruchstücken, die nirgends zu einem geschlossenen Lager sich zusammentun, daher kaum die Möglichkeit technischer Benutzung in Aussicht stellen.“ Die Schilderungen der alten Zeit werden deshalb so ausführlich wiedergegeben, weil sie ganz ungemein an die beschriebenen Vorkommen vom Tischberg erinnern und so unsere genetischen Anschauungen werden stützen helfen. Auch nördlich vom Peißenberg und in der Schongauer Gegend fand der unermüdliche und anschauungsreiche Altmeister bayerischer Geologie Braunkohlenflözchen, die er mit den Vorkommen bei Weyarn-Kloster und Irschenberg vergleicht, ohne aber Näheres über wirkliche Holztextur auszusagen.

Bärtling erwähnt im Anschluß an diese Vorkommen einige weitere ganz unbedeutende Kohlenschmitzchen in der OSM nördlich Hohenpeißenberg, ohne nähere Beschreibung. Die von H. Thomas erwähnten kleineren Flöze hinter dem Pfänder gehören alle zur USM und scheinen limnische Pechkohle zu sein. Ein Vergleich mit den neuerdings von A. Winckler und W. Petrascheck bearbeiteten inneralpinen Kohlenvorkommen in steirischen fluviatil-limnischen Miozanschottern erscheint in diesem Zusammenhang für die Zukunft wünschenswert, wenn erst größere stratigraphische Sicherstellung paläogeographische Schlüsse erlaubt.

Wenn auch bei dem wirtschaftlich so unrentablen Abbau der Molassekohlen sicherlich manches Holzvorkommen keinen Eingang in die Literatur gefunden hat, und eine Bestimmung anscheinend überhaupt nie versucht wurde, so sollte doch die Seltenheit der Vorkommen mit unverkennbarer Holztextur Grund genug sein, trotz der schlechten

Erhaltungsbedingungen in durchlüfteten und durchsickerten Gesteinen, wie der Nagelfluh, dem Ursprung der Treibhölzer so weit wie möglich nachzugehen. Sei es für den Koniferenfund im Tischberg-Gebiet versucht, und vorher nochmals auf die S. 582—583 erwähnten alten Funde von v. Schrank und v. Gümbel bei Eurasburg und auf die ebenfalls als Koniferen bestimmten Flußholzreste in dem Bach nördlich des Straßgrabens sowie bei Möggers in der OSM-Nagelfluh des Pfänder verwiesen (S. 577, 586).

Das phytopaläontologische Ergebnis wurde schon der Untersuchung vorangestellt, es handelt sich bei dem Treibholz entweder um *Taxodioxyton* Göppert oder *Cupressinoxyton* Gothan, also läßt sich zunächst nur sagen, daß der Fund gewissen Taxodien angehört, die im Tertiär als Braunkohlenhölzer gemein waren. Ob wir nun den Fossilfund entsprechend der allgemeinen Bestimmung den Zypressen oder Sumpfyypressen zurechnen, es ist damit gleich viel und gleich wenig gesagt. Denn beide Namen bedeuten ja nur holzanatomische Sammeltypen für gewisse harzganglose Koniferen mit glatten Markstrahlwänden, Notbegriffe, durch die Lückenhaftigkeit der paläontologischen Überlieferung verursacht, deren Verhältnis zu bestimmten Arten ebenso kompliziert wie unsicher ist. Die fossilen Koniferen sind ohnehin nicht allzu zahlreich, in groben Konglomeraten, wie denen der Molasse-Nagelfluh, werden natürlich höchstens grobe Holzteile gut erhalten, und das Fehlen der Laubzweige oder gar Früchte setzt die Eignung der Funde für die Artbestimmung schon herab. Bei der Einförmigkeit des Baus der Koniferenhölzer ist so nur eine Zuweisung zu den seit Göppert aufgestellten Sammeltypen möglich, die holzanatomische Bestimmung hat durch Gothans und Kräusels kritische Arbeit viel an Sicherheit gewonnen.

Immerhin läßt sich soviel sagen, daß wir es nicht mit Nadelhölzern kälteren Klimas zu tun haben, sondern augenscheinlich mit Koniferen, die, wie auch noch die heutigen Sumpfyypressen, die feuchten Subtropen bewohnen. Bei allen Nadelholzgewächsen fällt aber ein biozoologisches Charakteristikum auf, sie sind von den Bäumen in besonderem Maß massenbestandsbildend, neigen weniger zu stark gemischten Assoziationen. Ebenso wie die mit dem Tischberg-Obermiozän z. T. gleichalten mittel- und ostdeutschen Braunkohlensümpfe und -wälder mit Massenbeständen von Taxodien und Mammutbäumen besetzt waren, so bilden die Sumpfyypressen heute noch reine Bestände an den leicht überfluteten Küsten des Mexikanischen Golfs, den swamps, und dem Mississippidelta. Nun sind *Taxodioxyton* oder *Cupressinoxyton* zwar recht häufig im mittel-ostdeutschen Tertiär, und deshalb scheint es, als besage der Fund wenig. In der Alpenrandfazies des Tertiärs steht es aber anders. Die Autorität Heers hat sein Bild von einer einheitlichen, regional weit verbreiteten Tertiärfloora zu einem Dogma werden lassen, das sich erst langsam wieder auflöst. Schon kann man aber sagen, daß die süddeutsche Mittelgebirgsflora und erst recht die miozäne subalpine Flora sich ganz erheblich unterschied von den gleichzeitigen monotonen Zypressenwäldern der Lausitz und Schlesiens, die, in der Niederung gelegen, ganz anderen kontinentalen und ozeanischen

Einflüssen unterstanden als die Berghänge am Südufer der miozänen salzigen, brackischen und süßen Molassegewässer. Deecke (18) hat darauf aufmerksam gemacht, daß die vindelizisch-helvetischen Floren stark mediterrane Züge aufweisen gegen die etwa gleich alten kontinentalen miozänen Braunkohlenwälder, und meinte: „Wir haben z. B. weniger Taxodien und Sequoien in der Schweiz, nirgends Reste bedeutender Wälder, wie in den schlesischen Braunkohlen, was bisher niemand beachtete.“

Das letztere gilt wohl nicht ganz, denn Alb. Heim hat in anderer Form in Anlehnung an O. Heer schon darauf aufmerksam gemacht (29, p. 136). Nach Heers umfangreichen Untersuchungen waren die in den Urwäldern der Molasseufer und der Deltalagunen wuchernden Holzgewächse mit 76% an der Zusammensetzung der Phanerogamen beteiligt, im Gegensatz zu 12% heute. Von der gesamten uns bekannten Molasseflora sind nur 3—4% Gymnospermen. Davon wurden Gnetaceen und Podocarpeen jeweils nur in einer Art, im Obermiozän überhaupt nicht beobachtet. Innerhalb der genannten Prozentzahl sind relativ häufig nur die Glyptostroben, die ja heute noch baumstrauchartig die ostasiatischen Flußränder begleiten, und die Taxodien. Auch hier ist besonders zu verzeichnen, daß *Taxodium dubium* Stbg. (nach Heer = *T. distichum* R.) in der Schweiz seltener ist als *Glyptostrobus*, und in der gesamten Molasse an sechs Stellen gefunden wurde. Trotz dieser Armut im tatsächlichen Nachweis, den man auf die thanatocoenotisch ungünstigen Fossilisationsbedingungen der potamischen Fazies zurückführen kann, vergleicht O. Heer damals schon (Lit. 28) die Molassekohlenlager mit den rezenten Snakes im Mississippi. Das sind durch Sumpfyzypressentreibholz verursachte Stauhochwässer, die ihrerseits wieder in die schon in Altwasserböden eingebetteten Holzlager einbrechen und sie vernichten oder seltener auf sekundäre Lagerstätten verfrachten.

Während dieser Vergleich mit den Stauhochwässern für die Erklärung der Koniferenfunde an Gebirgsrändern uns wertvolle Vergleichspunkte liefern mag, steht es mit der ebenfalls durch Heer schon vorher — und wohl zuerst damals in die deutsche Literatur eingeführten — Deutung der Miozänkohlen durch die dismal swamps nach dem heutigen Stand der Forschung etwas anders. Der Schweizer Forscher benutzte in der Flora tertiaria helvetica die Schilderungen der virginischen Taxodiensümpfe durch Lyell und Léquerreux, ebenso dürften die Beschreibungen Darwins auf die Anschauungen von der Bildung der Tertiärkohlen eingewirkt haben. Wir kommen im folgenden auf die neueren revidierten Auffassungen zurück und betrachten zunächst die in der Schweiz tatsächlich gemachten Funde an Koniferen, denn dort haben sich in den Mergeln und Sanden der Molasse, wenn auch selten, bestimmbare Laubreste gefunden, die ein Licht auf die bisher unbekanntes Floßhölzer der oberbayerischen miozänen Nagelfluh werfen können.

Es kommen da außer den älteren und schon revidierten Angaben Heers die Bearbeitungen der Tertiärfloren St. Gallens durch Keller, des Thurgaus durch Würtenberger und des Gebietes am Vierwaldstätter-See durch Baumberger und Menzel in Betracht. Die beiden

letzten Autoren haben in verdienstvoller Weise die geologische Lage der alten Heer'schen Fundpunkte genauer stratigraphiert, und es kommen da tatsächlich beträchtliche Unterschiede heraus, wenn wir auch die Erhaltungsauswahl nicht dabei vergessen dürfen. Denn es leitet uns dabei folgender thanatocoenotischer Gesichtspunkt: Die Koniferen sind weit seltener als die Laubhölzer und Sträucher zu finden. Das liegt aber an der verschiedenen Erhaltungsgunst der in der Molassevertiefe stark unterschiedlichen Biotope, die ganz verschiedene Pflanzenvereine geborgen haben, je nach Meeresnähe, Grundwasserstand und Meereshöhe. Vorausgreifend (vgl. S. 597) können wir da schon sagen: wenn es sich bei den erhaltenen Koniferen um Formen handelte, die *Sequoia gigantea* oder *Taxodium distichum* und *Taxodium imbricarium* äquivalent waren, so müßten den heutigen Sumpfmoor- und See-Lebensbedingungen entsprechend auch die Erhaltungsbedingungen relativ günstig gewesen sein. Ständen die tertiären Alpenrandformen aber überwiegend *Taxodium mexicanicum* und *Sequoia sempervirens* nahe, so müssen wir an die Standorte in grundwasserreichen Tälern denken — wie heute an der Pazifikküste und auf dem mexikanischen Hochland — und da werden die Vorkommen in ihrer Seltenheit oder der eigenartigen Floßholzerhaltungsform sehr verständlich. Eine gewisse Konstanz der Ökologie ist dabei Voraussetzung.

Aus dem Sarmat der Schweiz hat Heer zahlreiche Fundpunkte von Pflanzen aus der Welschschweiz und den Kantonen Aargau und Thurgau bekannt gemacht. Würtenberger hat solche vom Untersee dazugefügt, aber sie sind fast durchwegs frei von Koniferen. Die einzelnen Formen verteilen sich auf die verschiedenen Formationen folgendermaßen. *Taxodium distichum miocenicum* Heer ist aus dem Obermiozän nur von Öningen und von Tägerwilen (Würtenberger) bekannt, wo es aber anderen Formen gegenüber selten auftritt. Es sind ausgesprochen limnische Vorkommen. Im Untermiozän tritt es häufiger in den Mergeln des Hohen Rhonen, dem Sandstein des Ralligen, in der Unteren Rignagelfluth am Gnippen und Roßberg auf. *Glyptostrobus*, der eher in die potamische Fazies paßt, ist folgerichtig auch im Obermiozän viel häufiger, Lit. 6 führt zahlreiche Fundstellen auf. Doch interessieren uns ja zunächst die taxodienähnlichen Funde. *Sequoia Langsdorfi* (BRGT.) Heer, die der rezenten Form *Sequoia sempervirens* Endl. entspricht, wird aus dem Obermiozän nur von Tägerwilen im Thurgau erwähnt, im Mittelmiozän haben nur Gnippen und Roßberg karge Ausbeute geliefert. *Sequoia gigantea* Torr. soll heutiger Meinung nach im mitteleuropäischen Tertiär nicht vorhanden sein, die ihr entsprechende fossile Form *Sequoia Couthsiae* Heer wird auch in der ganzen Schweiz nur einmal aus dem Helvetien am Gnippen erwähnt. Die umfangreichen Untersuchungen Kellers der St. Gallischen Tertiärflora haben überhaupt keine *Cupressineen*, von den Gymnospermen an sich nur zwei *Pinus*-Spezies ergeben.

Am Ostrande der Alpen herrschten im Miozän und Pliozän ganz andere paläogeographische Verhältnisse wie in der alemannischen und bajuvarischen Region, wir können also auch mit anderen Erhaltungs-umständen rechnen. Die der Arbeit Heers in der Schweiz entsprechende

Kenntnis, die über steirische Tertiärfloren durch Unger und v. Ettingshausen uns überkommen ist, wurde in den letzten Jahren durch Kubart und seine Schule, wie durch Elise Hoffmann auf eine ganz neue Grundlage gestellt. Die ältere Literatur findet sich bei den im Literatur-Verzeichnis angegebenen neueren Arbeiten zitiert. Danach ergibt sich für die Koniferenbestände im steirischen und Wiener Becken folgendes Bild:

Der Braunkohlentagbau von Zillingsdorf bei Wiener-Neustadt, den Abel (2) auch heute noch trotz seiner Übereinstimmung mit Kubart bezüglich der steirischen Braunkohlen als Swamp-Bildung ansieht, weist mit unseren oberbayerischen Vorkommen bemerkenswert ähnliche Züge auf, wenn auch sein unterpliozänes Alter trotz der faziellen Vergleichbarkeit nicht vergessen werden darf. Im Liegenden finden sich zahlreiche kleine Braunkohlenflöze mit Strünken von Sumpfyzypressen (wahrscheinlich *Taxodium distichum*. z. T. auch *Sequoia*), umgeben von feinen Tonen. Diese augenscheinlich limnische Bildung ist von Flußschottern überlagert, deren Strömung um einzelne Stämme Wirbel bildete. Die Überschotterung war also die Ursache der Zerstörung des angenommenen swamps. Aus den im Wiener Becken zahlreichen Funden von Föhrenzapfen schließt Abel, daß die aus dem Tertiärmeer herausragenden, kleineren und größeren Inseln hauptsächlich Föhrenwälder trugen, wie die meisten Inseln des Mediterrangebietes noch heute. Wenn dieser Schluß aus dem Rezenten erlaubt ist, dann ist aber auch unsere an die potamische Alpenrandfazies anknüpfende Vorstellung von einer Sumpfyzypressenbestockung der Auenwälder und Flußgalerien der Molassetorrenten möglich. Sie erklärt die lokale Entwicklung der Taxodienbestände, die nicht nur am nördlichen Alpenrand, auch in Böhmen gilt, ebenso gut. Wir stützen uns da auf die rezente Bevorzugung der Alpenschotterfluren durch Koniferen, auf die durch Altwassertone und vernichtende selten fossilisierende Überschotterungen der fossilen Funde und auf die Flußtalstandorte der lebenden *Taxodium mexicanicum*, *Sequoia sempervirens* und *Glyptostrobus*, denen die Standorte der im Elsaß verwilderten Sumpfyzypressen ganz entsprechen (vgl. S. 598). Der Erhaltungszustand von Zillingsdorf kann als Vorstadium des Tischberg-Fundzustandes angesehen werden, am österreichischen Alpenrand hat der Schottereinbruch nur zur Abtötung des im Tonschlick wurzelnden Bestandes, nicht aber zur Umlagerung geführt. In der oberbayerischen Molasse hat die Katastrophe zur Verfrachtung geführt, die Tonreste im hohlen Stamm beweisen das, und die Wirbelbildungen im Flußschotter sind da ebenfalls vorhanden. Genau die gleichen Verfrachtungsumstände treffen ja auch für andere oberbayerische unbestimmte Holzvorkommen zu (vgl. Habichtsgraben und Irschenberg, Obermiozän, nach Gumbel, Hausham, Oligozän, nach Reis). Daß es sich aber allenthalben in der potamischen Fazies um Sumpfwald in einer an Flußarme gebundenen Form gehandelt hat, zeigen die in Oberbayern wie im Miozän des Wiener Beckens biocönotisch zusammengehörigen Vorkommen von Laubhölzern und Säugern.

In Steiermark liegen die Dinge schon anders. Bei Leoben treten in den Hangendflözen der Braunkohle die Koniferen besonders hervor, zuvörderst *Taxodium distichum*, das hier im Mittelmiozän wohl seine

intensivste Ausbreitung erlangt, in Oesterreich sich aber noch bis ins Unterpliozän hält, daneben *Glyptostrobus*, *Sequoia*, Föhren und eine Lärchenart, während diese Gattung in der Schweiz ganz fehlt. Mehr bedeuten uns aber die von Unger in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zuerst untersuchten, von Kubart jetzt nachgeprüften Vorkommen von Wöllan, Rein und Zangtal bei Voitsberg in der grünen Steiermark. Zangtal ist Untermiozän, die beiden anderen kleinen Tagbaue Unterpliozän. Es ist für unsere Deutung der oberbayerischen Molassefunde wichtig, daß der Grazer Forscher zur selben Meinung wie sein Vorgänger kam, denn Unger schrieb über das Wöllaner Becken: „daß mehrere Stücke aus verschiedenen Teilen des Lignitlagers ihm nur eine Holzart gezeigt haben, und zwar ein Nadelholz, das in der ganzen Steiermark zu jener Zeit weit verbreitet gewesen sein muß, und wie die Lignite von Rein, Voitsberg usw. beweisen, wahrscheinlich den Hauptbestandteil der Braunkohlen dieses Landes ausmachen dürfte.“ Kubart bestätigt nach eigenen Aufsammlungen heute diese Meinung in vollem Umfang, und stellte fest, daß es sich bei der damaligen Benennung *Peuce acerosa* um nichts anderes als *Taxodioxyton* handelte! Ob es sich bei diesem also dominierenden miozänen und pliozänen Waldbaum der Steiermark um *Taxodioxyton taxodioides* oder *T. sequoianum* handelt, ist nicht mehr mit Sicherheit zu entscheiden. Kubart hält den letzten Fall für ebenso möglich wie die Form *Taxodium mexicanicum*. Darüber später. Uns ist dieser am Alpenostrand gewonnene Eindruck von der weiten und beherrschenden Verbreitung einer *Taxodioxyton*-Art eine weitere Stütze für unsere gleichartigen am Alpennordrand gewonnenen Anschauungen wo ja die Verbreitungsmöglichkeiten auf einen viel schmäleren Streifen beschränkt waren. Die Untersuchung der schiefrigen Weichkohle des untermiozänen Vorkommens von St. Kathrein am Hauenstein (Obersteiermark) durch Hofmann (32) bestätigt unsere in dieser Arbeit für die oberbayerische Molasse öfter geäußerte Meinung, daß man die Laubholz- und Koniferenbestände auch bei gemeinsamen Thanatotop biocönotisch immer auseinanderhalten müsse. Die Verfasserin macht darauf aufmerksam, daß bei den Beschreibungen der Braunkohlenfloren am Alpenrand durchwegs der Inhalt der Lignitflöze und der Deckgebirgsschichten durcheinandergebracht werde. In St. Kathrein ließ sich einwandfrei feststellen, daß die Kohle selbst nur von Nadelhölzern und Farnen gebildet worden sei (also ein im steigenden Grundwasser oder einbrechenden Hochwasser ersoffener Waldboden oder Drift Holzlager) und erst im darüberliegenden limnischen Faulschlamm massenhaft mediterrane und subtropische Laubhölzer, sowie Laichkräuter und Diatomeen auftreten. Abschließend erwähnen wir noch den außerordentlichen wichtigen Fund, der in der neuesten Arbeit E. Hofmanns aus dem untermiozänen Süßwasserkohlenlager von Parschlug in Steiermark erwähnt wird, wo durch Vergleich mit rezenten Pneumatophoren *T. distichum* der einwandfreie Nachweis (erstmalig in Mitteleuropa) von Atemknäuen des holzanatomisch sichergestellten *Taxodioxyton taxodioides* geliefert wurde. Das ist nicht nur für die Frage der Sumpfmoor- oder Trockenwaldtorfentstehung der tertiären Braunkohlen, sondern auch für die endgültige Artbestimmung der *Taxodioxyton*hölzer

in der limnischen und potamischen Fazies der Molasse wichtig. Die obenerwähnten steirischen Kohlen und Hölzer in fluviatilen Miozän-schottern können im Rahmen unserer geschilderten bisherigen Kenntnisse für die Rekonstruktion der potamischen Molassefazies bei zukünftiger paläobotanischer Bearbeitung noch erhöhte Wichtigkeit bekommen.

Das sind zweifellos ganz andere Verhältnisse als im übrigen deutschen Tertiär. In der südbayerischen OSM sind in der Nagelfluh bisher gar keine Fossilfunde gemacht worden. Die äquivalenten Mergel des Flinz, die nördlich von München in die Dinotheriensande übergehen (z. T. wieder mit kleinen Kieslagern geringer Geröllgröße), haben einen ziemlichen Reichtum von Landsäugerfunden ergeben. Bei Freising sind in einem Brunnen auch Pflanzenreste erbohrt worden, die Artenliste bei v. Ammon gibt aber nur Laubhölzer an, keine Gymnospermen. Der Koniferenfund in der oberbayerischen Nagelfluh verdient also mitsamt den andern unbestimmten Treibhölzern mehr Beachtung, als er im außer-alpinen deutschen Tertiär finden könnte.

Klimatische Schlüsse aus einem nur allgemein bestimmbareren Fossil zu ziehen, hieße spekulieren. Das um so mehr, als wir einerseits über die Konstanz der biologischen Ansprüche auch der seit dem Miozän unveränderten Arten keine Gewißheit haben können und schließlich die in allen Erdteilen verstreuten heutigen Verwandten der Molassepflanzen in ihren so variierenden Bedingungen nicht gerade dazu aufmuntern. Aber faziell besagt die Feststellung eines Taxodienfundes doch etwas. Die mitteldeutschen Zypressenlager sind nicht durchweg autochthon, einige treten am Fuß von Mittelgebirgen auf; Lepsius hat aus dem zahlreichen Vorkommen von Nadelhölzern im Septarienton von Flörsheim auf geschlossene Bestände im benachbarten Taunus rückgeschlossen, wir werden an späterer Stelle von den der oberbayerischen OSM gleichaltrigen sarmatischen Bergwäldern am Bakony hören, deren Reste uns auch in Schottern überkommen sind. Dort hatten die Rollhölzer die fazielle Erhaltungsgunst der Verkieselung. Andrea erwähnt aus dem Unterelsaß als Seltenheit ein von E. Haug noch gefundenes abgerolltes und verkieseltes Koniferenholz, es stammt aus dem Vogesenrandkonglomerat des mitteloligozänen Meeres, von Morsbronn an der Sauer (äquivalent dem Mainzer Meeressand). Also auch hier Koniferen am Gebirgsrand herabgeschwemmt! Das Fehlen so günstiger Fossilsationsumstände in der subalpinen Nagelfluh erklärt schon zum guten Teil unsere relative Unkenntnis über den Anteil der Nadelbäume wie der Hölzer überhaupt an der Zusammensetzung der oberbayerischen miozänen Alpenrandflora.

Der Fund in den aus den Alpen stammenden fluviatilen Schottern weist darauf hin, daß der Baum entweder aus aufgearbeiteten älteren Tertiärablagerungen stammt — was anzunehmen der Erhaltungszustand ausschließt — oder daß er von Süden kam, entweder aus den höherliegenden Gebirgstteilen der Flyschzone oder aus den Flußgaleriewäldern selbst, was mir am wahrscheinlichsten dünkt. Da wir, in Parallele mit den südwestdeutschen Molassefunden, in den feinen limnischen Sedimenten des Obermiozäns bis zur Donau durchweg Laubblätter finden, so steht

vorläufig der Annahme nichts im Wege, daß diese Fundortsverhältnisse nicht ganz zufällig sind. Rezent können wir Vergleichsbeispiele anziehen. Auch heute stehen die Nadelbäume, besonders *Pinus montana*, höher als die Laubwälder bis zur Waldgrenze und darüber und begleiten dann die Schotterbänder der Alpenflüsse galeriebildend bis weit in die Hochebene hinab (Isartal, Lechtal, Unterinntal usw.). Andererseits bestockt gerade die Bergkiefer fast allein die Hochmoore in unserem Gebiet, der Peißenbergzone des bayerischen Pflanzengeographen Sendtner. Das ist natürlich ein Vergleich mit allen sprichwörtlichen Nachteilen, und nur so aufzufassen, daß die verschiedenen rezenten Vorkommen wenigstens edaphisch unseren Vorstellungen von den möglichen Vegetationsbedingungen der potamischen Fazies der OSM entsprechen. Nadelbäume liefern auch heute einen überwiegenden Bestandteil des Treibholzes der Alpenflüsse, ohne daß man flußabwärts daraus einen Schluß auf die benachbarten Laub- und Mischwaldbestände der oberbayerischen Jungmoränenlandschaft ziehen dürfte.

Soweit es nun überhaupt möglich ist, den einzigen *Taxodioxyylon-Cupressinoxyylon*-Stamm erklärend zu benützen, so spricht er eher für eine obermiozäne Auenwaldkoniferenvegetation, als für eine eigentliche Gebirgsflora. Denn über die Entfernung und die Transportbedingungen wissen wir wenig. Außer daß wie heute bei der künstlichen Floßalfahrt der Bäume eine Treibholzfracht nur bei Hochwasser möglich ist und bei den vielfach zerteilten Strombahnen der Transport meist ruckweis vor sich geht. Einmal bleiben die Stämme auf den trockenlaufenden Kiesbänken liegen, seltener werden sie wieder eingesedimentiert, dann werden sie wieder durch ein gelegentliches Hochwasser weitergeführt, um schließlich mit seltenen Ausnahmen doch an der Luft dem Abbau aller organischen Substanz zu verfallen. Unser Stamm war aber schon primär eingesedimentiert, in feiner Tonschlammtrübe, die noch einmal während des Inkohlungsvorgangs aufgearbeitet wurde, bis der Stamm im Flußschotter endgültig seine sekundäre Lagerstätte fand.

Immer mehr führt uns die Analyse auf eine vollständigere Vorstellung von den vorwiegend fluviatilen Verhältnissen der obermiozänen Alpenrandfazies. O. M. Reis beschrieb kürzlich, wie ich erst nach Fertigstellung des Manuskripts fand, einen Baumstamm aus der oligozänen brackischen Molasse von Hausham, dessen Fundverhältnisse so stark den hier beschriebenen ähneln, daß wir ihn vergleichsmäßig trotz des verschiedenen Alters heranziehen müssen, denn es scheint sich hier um einen in der Alpenrandmolasse ganz verbreiteten Fossilisationstypus zu handeln. Der 5 m lange und 30—40 cm breite Stamm strich — bei 720 m Teufe, 60 m über tiefster Sohle der Pechkohlengrube — von der Flözhangendfläche nach dem Liegenden, Verzweigung nach unten, Stammverdickung nach oben. Die Holzaußenfläche ist trotz der Inkohlung nicht ins Flöz übergehend, das hohle Innere aber ist neben Spuren verkohlter Holzreste mit dem gleichen Sandstein wie das Hangende, vermischt mit Brackwassermuscheln (*Cyrena semistriata*), ausgefüllt. Der Fundverband weist also bemerkenswerte Ähnlichkeiten mit dem Pischetsrieder Baumstamm auf: Lage schief zu den Schichtflächen streichend, bei lithologisch wechselnder Fazies, und Ausfüllung des hohlen Innern mit Ton statt

des umgebenden Gesteins. Genau das gleiche war ja für die älteren Flößholzfundorte vom Habichtsgarten und vom Irschenberg in der OSM kennzeichnend, und ähnlich lagen die Dinge auch bei dem Koniferenfundort von Möggers am Pfänder (mdl. Mitt. Blumrich). Die interessante Erklärung, die Reis gibt, möge dort nachgelesen werden. Er nimmt, kurz, einen Umbruch im sinkenden Moor, Abfaulen des Wurzelstellers über Wasser an der Luft und Nachstrudeln des Sediments nach völliger Einbettung und Einsinken an, die Versteinerung der äußeren Holzhaut erfolgt durch Abgabe des Kalks vom Innern. Leider ist der Fund paläobotanisch nicht bestimmt, die Umstände sprechen ja ganz für einen taxodienartigen Sumpfbau, besonders wenn man die analogen Erhaltungsbedingungen der als Koniferen bestimmbareren Hölzer in der OSM bedenkt. Der gleiche Fall kommt übrigens auch nicht selten im Karbon vor, wo der „Markstein“ bzw. „Außenstein“ der plattgedrückten Sigillarien nichts als der an Stelle der herausgefalten weicheren Gewebe eingedrungene Schiämm ist. Die hier geäußerten Anschauungen sollen zunächst nicht mehr als eine heuristisch brauchbare Arbeitshypothese sein, für deren endgültige Richtigkeit aber so viel Tatsachen sprechen, daß es sich lohnte, in Zukunft mehr auf die phytopaläontologische Seite bei den ohnehin spärlichen Funden in der Nagelfluh und der gesamten potamischen Gebirgsrand-Fazies zu achten, nicht zum wenigsten auch im Interesse eines Ausbaues unserer paläogeographischen Vorstellungen.

Befördert wird diese Anschauung durch die Säugetierfunde Schlossers im nah benachbarten Tutzing, NW des Tischberges, wo schon tonig-sandige Sedimente des Flinzsees eine Fauna bergen, die unsere bisherigen und weiteren Schlüsse unterstützten (Lit. 64, p. 119). „Die Zusammenhänge der Säugetierfauna von Tutzing — Häufigkeit von Hirschen und Schweinen, Seltenheit von Rhinocerosen, Fehlen von Pferden und die Anwesenheit des von saftigen Blättern lebenden *Mastodon* und *Macrotherium* — sprechen mit aller Entschiedenheit dafür, daß hier zur Miozänzeit in der Nähe ein subtropischer Sumpfwald vorhanden war.“ Für diesen „Sumpfwald“ bleibt nur die schmale Zone zwischen dem Alpenrand und dem Flinzsee übrig, die in unserem Gebiet eher noch schmaler war als heute zwischen den Kalkalpen und dem Würm- und Ammersee.

Durch dieses Gebiet führten aber auch die Nagelfluhflüsse ihre Schotterstränge und das Entwässerungssystem wird im feuchtwarmen Klima des Miozäns mindestens zu gewissen Jahreszeiten entwickelter wie das heutige gewesen sein. Es ist üblich, in der Molasse Züge mariner und zuweilen limnischer Fazies zu sehen, die Nagelfluh hat man ganz allgemein, auch Albert und Arnold Heim, immer mit Deltabildungen erklärt, gleich, ob sie, wie in der Schweiz und im württembergischen und bayerischen Allgäu, auf längeren Strecken horizontbeständig oder, wie in Oberbayern, keilförmig auftrat. E. Kraus hat sich bisher meines Wissens allein mit Deutlichkeit dagegen gewandt und die weithin streichenden repetierenden Nagelfluhbänke als Schotterflächen und nicht als Deltakegel gedeutet. Er hat die potamische Vorlandsstruktur, wie wir sie nennen wollen, des Molasse-troges mit einer spezifischen Tektonik der geschwächten Vortiefenräume in Zeiten der Aufschotterung in Verbindung gebracht (Lit. 39, S. 14).

„Unsere Erklärung setzt voraus, daß die Senkungsbeschleunigungen nicht die gesamte Vorlandsplatte gleichmäßig erfaßt haben, sondern Einzel-schollen für sich senkten bzw. kippten, die gegeneinander in Richtungen parallel dem allgemeinen Flußgefälle abgegrenzt waren.“

Nun ist einer derartigen Senkung kleiner Schollen in schwachem Ausmaß nicht nur nach heutiger Auffassung die Existenz der bekannten Taxodien- und Sequoiastubbenhorizonte in den Senftenberger Braunkohlenflözen zuzuschreiben, es gibt noch eine weitere rezente Stütze, die ein gutes Bindeglied zwischen den Krausschen tektonischen Anschauungen und unseren auf Grund des stratigraphischen und paläobotanischen Befundes erwachsenden Vorstellungen über die potamische Tischbergfazies abgibt. E. Bracht hat für die lebenden Sumpfyzypressenwälder des Mississippigebietes und der Swamps an den Küsten Floridas auf Grund eigener Anschauung den Satz aufgestellt (S. 2): „Die Zypresse erscheint unmittelbar als ein Anpassungsergebnis an sinkendem Boden. Nachdem sich die Pflanze durch Bildung der Atemwurzeln dem Leben im stehenden Wasser angepaßt hat, zieht sie die Seichtwasserzone dem Festland vor. Sie ist aber in derselben an ein begrenztes Maximum der Wassertiefe gebunden: es gibt somit in Seen wie dem Monroe-Lake keine Sumpfyzypressenwälder von beliebiger Flächenausdehnung, sondern nur mäßig breite Gürtel, die im Seichtwasser wachsen, dessen Tiefe zwischen ziemlich engen Grenzen schwankt.“ So wird der Koniferenstamm in der Tischbergnagelfluh mit ein Anzeichen für den sinkenden wasserreichen Flußvorlandgürtel zwischen Alpenrand und dem Stillwasser des Molasseflinz-Beckens!

Auf die für die bisher unbehandelten bayerischen miozänen Molassekohlen zu bildenden genetischen und paläogeographischen Anschauungen haben natürlich die Entstehungsauffassungen, die man i. A. über die deutschen Braunkohlen hat, einen bestimmten Einfluß, und gerade da haben sich die Theorien in letzter Zeit sehr stark verändert. Zwei Hauptstützen der früheren Meinungen über Tertiärkohlenbildung sind gefallen, der Glaube an die Sumpfyzypresse *Taxodium distichum* als dominierenden Bestandesbildner und in der Folge auch die dismal-swamp-Theorie, wenigstens in ihrer Verallgemeinerung auf den Durchschnitt der Vorkommen. Zur Klärung der Fragen haben hauptsächlich Gothan, Kräusel, Kubart und Teumer beigetragen, von der umfangreichen Literatur haben wir einen geringen Teil angeführt. Zu den paläobotanisch-systematischen Streitfragen ist uns eine Stellungnahme nicht möglich, um so mehr interessiert uns aber die ökologische Seite der Probleme, d. h. ins Geologische übersetzt die fazielle.

Die systematischen Ergebnisse sind kurz die: Das genauere Studium der Holzanatomie der Taxodien aus den angeblich inkohlten Zypressensümpfen ergab, daß die Querwände der Holzparenchymzellen bei Taxodien perlartig verdickt erscheinen, daß aber in der überwiegenden Mehrzahl der Hölzer sich glatte Parenchymquerwände zeigten, also nicht Sumpfyzypressen, sondern Mammutbäume vorlagen, deren heutige kalifornische Standorte (es kommt nur *Sequoia sempervirens* und nicht *S. gigantea* in Betracht) Sumpffmoorbildung ausschließen und Trockentorfbildung verlangen. Kubart wies 1921 nach, daß diese Querwandtupfelung

aber auch bei *Taxodium mexicanicum* meistens fehlt, die zuweilen als Art, zuweilen als geographisch-ökologische Varietät aufgefaßt wird, was für diese Frage belanglos ist. Bisher hatte man nur an *Taxodium distichum* gedacht. Eine Unterscheidungsmöglichkeit durch das Wundholz, auf die Kräusel zuerst hinwies, erwies sich doch als zu unsicher (Kräusel 1921). Steinböck fand dann Unterscheidungsmöglichkeiten des Markes, wodurch auch der Artwert von *Taxodium mexicanicum* gesichert wurde. Bei den besonders schlechten Erhaltungsumständen der Molassekohlen, gar in der Nagelfluh Oberbayerns, wo wir ja Ausfaulen des Kernes als geradezu typisch fanden, werden Markuntersuchungen wohl ausgeschaltet bleiben. Die Vermoderung gilt übrigens (auch die primäre Sedimentausfüllung?) auch für den größten Teil der Senftenberger (Teumer) und steirischen Koniferen (Kubart, 1924, Fig. 6).

Da ein Großteil der *Cupressinoxyla* der älteren Literatur sich neuerdings als vorwiegend *Juniperoxylon* herauszustellen scheint (Kräusel und Schönfeld) und diese Gattung auch tatsächlich in sächsischen und südholändischen Braunkohlenlagern als dominierendes Gehölz nachgewiesen werden konnte, müßte man auch bei unseren oberbayerischen mehr oder weniger sicheren Koniferenbestimmungen damit rechnen. Doch tritt Gattung und Art meines Wissens sonst bisher nirgends in der Molasse auf, so daß wir diese Möglichkeit außer acht lassen können.

Die geographische Verbreitung der in Frage kommenden Cupressineen, aus denen sich ja die ökologischen Standortansprüche ergeben, ist kurz folgende: *Taxodium distichum* ist auf die virginische atlantische Küste der U. S. A. beschränkt, *Taxodium imbricarium* mit gewissen habituellen Unterscheidungsmerkmalen teilt die geographische Verbreitung, aber nicht den Standort. Während die erste Art mehr küstenwärts wächst und ganz im Wasser steht, steht die andere mehr landwärts und kommt trotz gemeinsamer Sumpfbodenansprüche nicht in gemischten Beständen vor. *Taxodium mexicanicum* schließlich ist ganz auf Mexiko beschränkt, wo es ausschließlich in den Tälern der Hochfläche an Flußufern wächst. *Sequoia gigantea* hat seine enge Verbreitung nur in der Sierra Nevada, kommt nie in Sümpfen vor wie auch das andere red wood, sondern steigt in den Bergen bis 2400 m hoch. *Sequoia sempervirens* besiedelt in größerer Verbreitung die Flußtäler und das Tiefland der pazifisch-kalifornischen Küste.

Wir können von unseren stratigraphischen Ergebnissen natürlich nur zur ökologischen Seite gewisse Beiträge liefern, die sich aus den Bedingungen der potamischen Fazies als Biotop ergeben. Da spricht ja nun bei Betrachtung der Standorte der lebenden Vertreter unserer tertiären europäischen Braunkohlenbildner in der Neuen Welt alles dafür, daß die Molasse besonders im jüngeren Tertiär mit stärker werdender limnischer und besonders fluviatiler Tendenz am besten den Lebensansprüchen von *Taxodium mexicanicum* und *Sequoia sempervirens* genügt. Weitere Untersuchungen sind ja dringend erforderlich, aber bisher scheint das am Alpenrand in noch viel stärkerem Maße gelten zu müssen als in den schlesischen, mährischen, sächsischen, böhmischen und österreichischen Braunkohlenlagern. Dort lag zum mindesten teilweise eine echte Sumpfbildung, auch mit *Taxodium distichum* und *T. imbricarium*,

vor, für ausgesprochene swamp-Bildung war ja am Alpenrand nur an der Küste der offenen Gürtelgewässer mariner bis limnischer Natur Platz. Die Strandlinien müssen sich aber in einem tektonisch so unruhigem Gebilde wie der Alpenvortiefe gerade in der Miozänzeit dauernd verschoben haben, wenn swamps sich dem anpassen konnten, dann hatten sie ja durch die Einbettungsmöglichkeiten die größte Erhaltungsgunst, wo aber sind die Braunkohlenlager des Obermiozäns? Der typische Erhaltungszustand ist der des einzelnen Flößholzes oder der Altwasser-Kohlenschmitzens, in Übereinstimmung mit den biozönotischen und thanatozönotischen Bedingungen der potamischen Fazies.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf das Vorkommen von *Taxodium distichum* in meiner elsässischen Heimat aufmerksam machen, wo die Sumpfyzypresse verwildert an manchen Wasserläufen der Rheinebene zwischen den Erlen am Wasser steht. Sie soll nach Krause, obwohl schon im 17. Jahrhundert nach Europa gebracht, ins Elsaß erst im 19. Jahrhundert gekommen sein. Immerhin erwähnt sie Kirschleger nicht nur für die Parkanlagen, auch für die Ufervorkommen warmer tiefer Lagen schon für 1850 und weiterhin in den späteren Floren. Wir sehen daraus die fluviatile Anpassung unter relativ günstigen Lebensbedingungen, wodurch sie sich den Standort wesentlich der Eigenart der vorhin genannten Talformen nähert, edaphisch und klimatisch.

So mag man die Frage nach der ökologischen Konstanz der Zypressen in einem anderen Sinne als bisher in der Diskussion aufwerfen. Abel hat sehr richtig betont, daß es falsch sei, vom nordamerikanischen Charakter der europäischen Miozänflora zu sprechen, während eher umgekehrt die Flora der virginischen Swamps in Florida und Louisiana miozänen Charakters ist, ähnlich wie die Mangrove-Fauna Insulindes nur dem dort allein auf der Welt erhaltenen Archipelcharakter ihre eigene Erhaltung verdankt und am wenigsten ihrer spezialisierten Widerstandsfähigkeit. Sollen wir nun bei den reliktiären Standorten der heutigen Taxodien annehmen, daß ihre Anpassung in die jetzigen zurückgedrängten Areale die Einpassungsmöglichkeiten der Arten in ihrem ganzen Umkreis erschöpft? Es ist allerdings falsch, wie das noch jüngst von geologischer Seite geschehen ist, die Atemkniee als junge Anpassung aufzufassen, denn sie sind nicht nur im Diluvium Nordamerikas, sondern eben auch im Tertiär Steiermarks gefunden. Aber wie jene auch bei den Taxodien rezent in den europäischen Gärten häufig, nicht immer, fehlen, ist die Seltenheit in den Braunkohlenlagern nicht durch bedarfsweises Auftreten dieses physiologischen Hilfsmittels zu erklären?

Feuchtwarmes Klima wird für alle Taxodien und Sequoien durch die rezenten Standortsbedingungen verlangt, das lag ja auch am miozänen Alpenrand vor, wenn auch gewiß nicht in sehr starkem Maße. Auch das Elsaß, auf dessen eingeschleppte Vorkommen im Zusammenhang mit der Annahme fossiler Taxodienflußgalerien wir vorhin Wert legten, weist diese Bedingungen bei seinem ausgesprochen atlantischen feuchten Westwetter und seiner im Deutschen Reich höchsten Jahreswärme wenigstens eher wie das übrige Deutschland auf. Wenn Lang allerdings für die „Montanbäume“ *Taxodium mexicanicum* und *Sequoia sempervirens* ein „Trockenklima“ postuliert oder Abel sie xerophil nennt, ist das natürlich über-

trieben. An hohen Grundwasserstand sind alle diese Bäume gebunden, auch die in Europa wieder eingeführten. Auch das prächtige Gedeihen der Mammutbäume und Sumpfyypressen in den Parks der Bodenseeufer mag uns ein Hinweis sein. Uferfeuchtigkeit, Föhnwärme und hohe sommerliche Strahlung durch den Wasserspiegelreflex begünstigen rezente und tertiäre Alpenvorlandsgewässer mit ihrer Ufervegetation.

Plötzliche Bodensenkungen und Steigen des Grundwasserspiegels genügen zur Erklärung der Inkohlung und ersparen die Sumpfmooerklärung, obwohl, wie oben gesagt, solche Bewegungen auch für Florida nachgewiesen sind. So wie Teumer diese Absenkungen geringen Ausmaßes für das Senftenberger Revier nachgewiesen hat, hat Kraus das für die rhythmische Nagelfluh des Allgäus getan und versuchen wir das auch für das oberbayerische Gebiet zu zeigen. Wir gehen also wohl nicht fehl, gegenüber der deutschen tertiären Tieflandsflora nicht nur einen Unterschied in der quantitativen Koniferenbesiedlung gezeigt zu haben, sondern wir sehen auch ökologisch faziell stärkere Übereinstimmungsmöglichkeiten zwischen den rezenten amerikanischen Flußkoniferen und den miozänen Hölzern der im Jungtertiär immer stärker potamisch tendierten Molasse des Alpenrandes. Dadurch hoffen wir, auf die Notwendigkeit besserer Beachtung und paläobotanischer Untersuchung auch der nicht abbauwürdigen Molassekohlen, der Flößhölzer des Obermiozäns, hingewiesen zu haben, dann werden wir auch zur endgültigen Lösung über die bisher nur möglichen Hypothesen hinaus kommen.

Stratonomie der potamischen Fazies.

Es handelt sich um einen Vorlandstreifen potamischer Struktur. Das Wort „fluvial“ ist für fließendes Wasser sensu strictu festgelegt, während hier potamisch — analog dem Gebrauch des Terminus Potamologie in der Geographie — für alle Erscheinungen im direkten und indirekten Wirkungsbereich der Wasserläufe gebraucht wird, ja, bei einem Überwiegen fluvialer Phänomene in einem bestimmten Gebiet wie dem der noch landfesten Molassevertiefe im Obermiozän einfach für den ganzen Landstreifen im regionalen Sinne. Die potamische Struktur, als regionaler Faziesbegriff, stellt also geographisch ein Nebeneinander, stratigraphisch ein Übereinander von Dokumenten stehenden und fließenden Wassers mit zwischengeschalteten Festlandsbildungen dar. Die Thanatocoenosen der potamischen Fazies sind ein in den Mengenverhältnissen von sehr verschiedenen Umständen abhängiges Gemisch limnischer und terrestrischer, kaum fluvialer Biocoenosen. Ein Einzelbeispiel liefern — in ihrer Art ein Schulbeispiel — die Fundortsverhältnisse des Taxodienstamms.

Ein Blick auf die Abbildungen Fig. 4, 5 in Erinnerung an die Profilbeschreibung S. 578, klärt die Einbettungsgeschichte leicht. Ein besonders starkes Hochwasser, ein Durchbruch über die Lippen in absinkende Nebenaue hat in einem Altwasserbett, einem abgeschnürten schlickerfüllten Mäanderstück erodierend gewirkt und den Stamm fortgerissen. Für seine erste Lagerstätte galt die Gleichung Biotop = Thanatotop, die seichten Niederungen zwischen den aktiven aufschotternden Flußsträngen

waren mit Zypressenwald bestanden, der ja an diese spezifischen Verhältnisse angepaßt ist. Umgestürzt, war der Stamm schon von innen heraus verfault, als er im Schlick der toten Flußschlinge gänzlich einsank, der ihn nicht nur umgab, sondern auch von innen ausfüllte. Bei diesem völligen Luftabschluß ging dann der verhärtende und strukturerhaltende Inkohlungsprozeß vor sich, und diesem Umstand ist es zu verdanken, daß der Hochwassereinbruch mit seinen gewaltigen Geröllmassen den Baum nicht weiter zerstört hat. Wäre er erst primär in der durchlüfteten und durchsickerten Nagelfluh eingebettet worden, so wäre er im günstigsten Fall schnell verkohlt und zerfallen, hätte eines der vielen texturlosen Kohlenschmitzchen der Molasse geliefert. Aber die Ausfüllung mit einem dem Profil und der näheren Umgebung sonst fremden Ton weist uns auf die besonderen Bedingungen und erklärt, warum in der subalpinen Molasseflora die erhaltenen Taxodien so selten sind.

Bei den abgegangenen Treibholzlagern oder, im Gegensatz zu den marinen und limnischen, besser „Flößholzlagern“ im Habichtsgraben und am Irschenberg, die v. Gumbel, Flurl und v. Schrank beschrieben, muß es sich den ganz gleichen Erhaltungsumständen nach um dieselben genetischen Verhältnisse gehandelt haben. Da die taxodienartigen Bäume wahrscheinlich an die tektonisch labile Seichtwasserzone des potamischen Vorlandstreifens des Akkumulationsgebiets gebunden waren, konnten sie sich nur in den Schlickfeldern der Altwässer erhalten, denn nirgends geht der bakterielle Abbau so schnell vor sich wie in der Luft des subtropischen Waldes. Und diese Tonbänke wurden so oft wieder in der Regenzeit zerstört, daß selten Zeit zur Verkohlung und Inkohlung und damit zum Transportschutz gegeben war. Schließlich bieten uns auch gerade die fossilisationsfeindlichen Nagelfluhbänke aus morphologischen und technischen Gründen die Überzahl der Aufschlüsse, und nicht die Ton- und Mergellagen.

Jenes Hochwasser wird nun im Straßgrabenprofil angezeigt durch die dünne, plötzlich auftretende Schicht faust- bis kopfgroßer Gerölle, die unter der Sandbank liegt, und in der der untere vordere Teil des Stamms steckt. Das ganze Schichtpaket fällt nach N ein, so den natürlichen Abfall der Schotterbank im Flußbett anzeigend. Der Stamm bleibt beim schnellen Nachlassen des ersten Wasserschwall in den groben Schottern sperrig stecken, und in seinem Stromschatten bildete sich eine typische Rehbocksche Pfeilerwalze. Wie auch bei künstlichen Einbauten, entsteht vor dem Hindernis ein Schwall, seitlich an den Gleitwänden kleine schwache Seitenwalzen, die in unserm Fall die Erhaltung geringerer Tonreste außen am Stamm begünstigt haben. Hinter dem Stamm ist die Wasserwalze als kräftige Unterwalze ausgebildet, die nun selektiv sedimentierend eine Sandlinse mitten in der Nagelfluh aufgeworfen hat. Die Sandbank reicht gerade bis zum oberen Niveau des Stamms, daß die Wasserkraft auf der langsam sich aufschüttenden Kiesbank abnahm, zeigen die gegen die Basis viel kleineren Gerölle. Die hangenden Schichten nach vollendeter Einsedimentierung in der Schotterbank als sekundärer Lagerstätte deuten dann wieder auf neue Änderungen in der Wasserführung hin.

Schon zeigt die Detailanalyse unscheinbarer Profile, daß man in der Molasse nicht jeden Sedimentationsvorgang, in der Vortiefe jede Faziesänderung im Akkumulationstrog mit orogenetischen Phasen im alpinen Hinterland in Verbindung bringen muß, wie es neuerdings besonders M. Richter versucht. Sicher gilt das nicht für unser Gebiet; damit soll natürlich ein Zusammenhang im großen, wie ihn u. a. Boden auf-

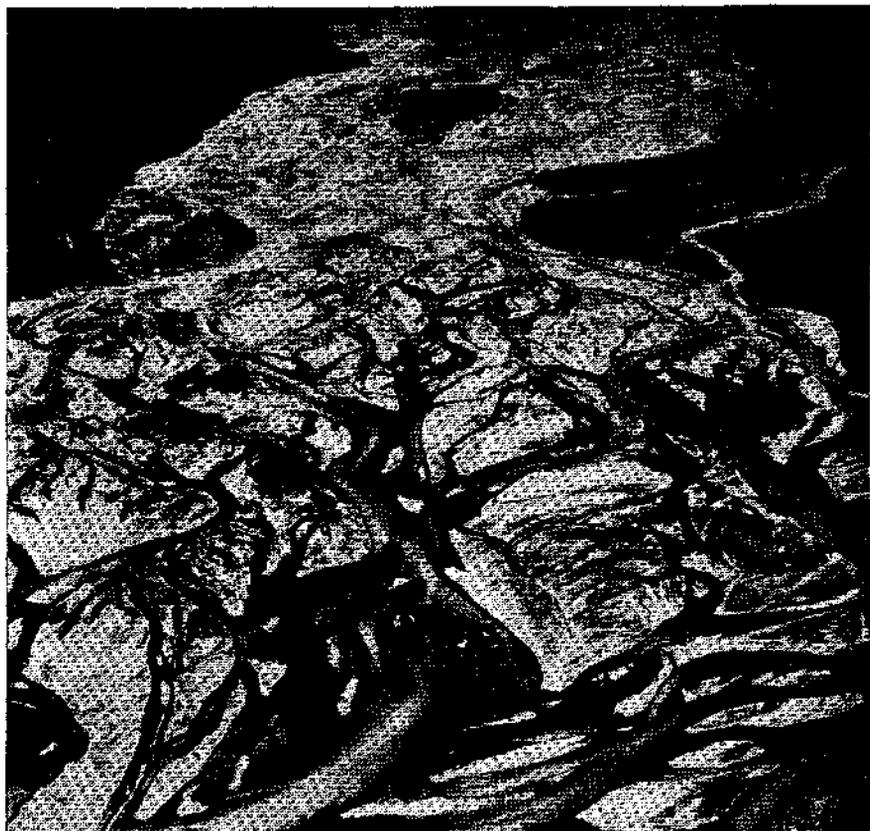


Abb. 3. Luftbild des Schotterstranges des verwilderten Lech im Alpenvorland, mit Auenwaldstreifen.

gezeigt hat, nicht gelegnet werden. Doch muß auch darauf hingewiesen werden — obwohl wir dieser Auffassung am nächsten stehen —, daß auch Überschotterung und Versandung weiter Talstrecken nicht notwendig an Kleinsenkungsvorgänge gebunden ist, wie es E. Kraus darlegt (Damit soll nur einer Verallgemeinerung für jedweden Horizont gesteuert werden, im ganzen beweisen ja schon die Mächtigkeiten der Molasse die Senkung des Geosynklinaltrogs.) Das beste rezente Analogon bildet das breite Tal des Alpenrheins ob dem Bodensee, wo selbst die mühsame und sorgfältige Rheinregulierung solche Katastrophen wie die

von 1927 in Liechtenstein nicht verhindern konnte, wo wieder viele Quadratmeilen Landes zum seeartigen Flußbett einbezogen und verschüttet wurden. Fig. 6 gibt eine Anschauung dieser Überschwemmung, die weite Landstrecken mit Sand oder Geröll bis zu 1 m hoch und mehr überdeckte; die Ansicht ist von den Appenzeller Bergen ob Buchs aufgenommen, man sieht im Vordergrund den Dambruch zwischen Buchs (Schweiz) und Schaan (Liechtenstein), im Mittelgrund links den Miozänsporn bei Altstätten, im Rheintal die Kreiderundhöcker des Schellenbergs vor dem Illtal, dahinter den Kummenberg-Rundhöcker, rechts geht es zu den Dreischwestern hinauf. Hinter dem Walgau steigt die Hohe Kugel (Kreide) zum Hohen Freschen auf, den äußersten Hintergrund bildet rechts der Pfänder bei Bregenz, links davon der Bodensee. Also: Rezente Nagelfluh-Akkumulation am Alpenrand. Jeder kräftige Alpenfluß mit unausgeglichenem Gefälle reagiert auch ohne Senkung des nachbarlichen Talbodens derart plötzlich und ungehemmt — trotz Wildbachverbauung und Aufforstung im Einzugsgebiet — auf meteorologische Einflüsse, daß z. B. ein Zusammentreffen von längerer Föhnlage, Schneeschmelze und Dauerregen eine derartige Wasserführungsänderung bringt, daß die Sohle an irgendeiner Stelle aufschottert und das Bett verstopft und damit Dambruch, Überschwemmung weiter Vorlandstrecken und katastrophale Verlegung des Flußlaufs bringt. Im Klima des Obermiozäns, das wir mindestens als feuchtwärmer als das heutige, wenn nicht als subtropisch bezeichnen dürfen, muß diese ruckartige Veränderung der Wasserführung noch ausgeprägter gewesen sein. Das Textbild 3 zeigt höchst anschaulich aus der Vogelschau, wie die Schotterplatte eines noch wilden Alpenvorlandflusses heute aussieht.

In diesem Zusammenhang möchte ich auf eine in der Literatur bisher zu Unrecht unberücksichtigte kleine Studie von A. Ludwig aufmerksam machen, deren erster, heute nicht überholter Teil einen weiteren Ausbau nicht nur verdiente, ja erforderte. Der Verfasser hat hier unter dem Gesichtspunkte der Nagelfluhgeröllherkunft, mit dem sich im gleichen Gebiet der Ostschweiz schon Fröh so erfolgreich beschäftigte, die rezenten Rheingeschiebe nach Längenmaß, Herkunft und nach den Aufbereitungserscheinungen studiert. Ich hoffe, auf die den Molasseflüssen in vielem ähnliche Rolle des Alpenrheins noch an andern Orte zurückkommen zu können, bei Gelegenheit einer Darstellung des Bodensees in rezent-geologischer Beziehung. Über die übrige „Schwemmstoff-Führung“ liegen auch von anderer wasserbaulicher Seite, über die hydrogeologische Rolle des Einflusses im See eigene Studien vor. Hier nur das für das Molasseproblem Wichtigste: Als allgemeines Resultat ergibt sich, auch wenn man starke Einflüsse der Flußkorrekturen berücksichtigt, die Tatsache, daß an der Mündung in den Bodensee von den eigentlichen Gesteinen des zentralalpinen Einzugsgebiets von Hinterrhein und Vorderrhein kaum mehr etwas übrig ist, und besonders alle größeren Blöcke immer wieder von den Seitenflüssen gebracht werden. Rheinaufwärts findet sich das erste Geschiebe von über 1 m, noch als Seltenheit, erst bei Ilanz, also weit oberhalb von Chur! Besonders bei den kristallinen Gesteinen fällt unterhalb einer gewissen Minimalgröße ein ungemein rascher Zerfall auf. Auf diese geringere

Widerstandsfähigkeit gegen fluviatile Transportbeanspruchung ist es sicherlich zum Teil zurückzuführen, daß die Geschiebe des Rheingletschers mit glazialen Frachtbedingungen eine weit höhere Prozentzahl an Dioriten, Gabbros, Graniten usw. aufweisen. Ohne die Geschiebeverjüngung aus den Nebentälern und ohne die abspülbaren Moränen und Glazialschotter würde der Rhein bei seiner Einmündung in den See nur noch Sand und vorzugsweise den graphitgrauen Letten führen, mit dem er ohnehin das Rheintal und das Bodenseeprofundal weithin ausgefüllt hat. Wenn wir uns an die doch recht grobe Geröllführung in der oberbayerischen OSM erinnern, so ergibt ein genauerer Vergleich der Entfernungen, der Größen und der Art der Gesteinsauswahl die Notwendigkeit, entweder größeres Gefälle der Miozänflüsse — wie heute ihre Nachfolger — oder größere Nähe des Abtragungsgebietes, wahrscheinlich beides, zu fordern.

Im „Delta“ wären derartige Wassergeschwindigkeiten, wie sie zur sperrigen Lagerung des Treibholzes führten, unwahrscheinlich. Im sublakustrischen Delta eines Alpenflusses gibt es wenig Möglichkeiten für die Bildung tonigmergeliger Absätze, es sei denn im landfesten Teil durch Absenkung oder Nachsackung, wo schließlich Lagunen und Altwässer ähnliche Verhältnisse zuwebringen wie weiter bergwärts. Anders ist es in den Mündungsgebieten der großen Ströme, man denke nur an die tausende von stehenden Gewässern im Delta der Wolga am Kaspi, die Imnen, die nur teilweise vom Frühjahrshochwasser aufgefrischt werden. Aber dort fehlt ja dann jegliche Schotterführung, wie auch Stromgewalt. Die zahllos irregulär verzahnten Bänke und Linsen so verschiedener Korngröße im Tischberggebiet weisen alle auf die echt potamische Struktur des Nagelfluhabschnitts hin. Wie sollten in einer Sandlinse am Deltahang unter Wasser Tongallen (die nicht mit Scheingerölln verwechselt werden können) zum Absatz kommen?

Wieder greifen wir zum rezenten Beispiel. In der Bregenzer Aach und dem Alpenrhein, den stärksten Bodenseezuflüssen, driften in Hochwasserzeiten große Treibholzmassen zu Tal. Die Flößerei des Bregenzer Waldes benützt das künstlich. Die Stämme bleiben entweder im Flußbett beim schnellen Trockenfallen der Schotterbänke liegen und werden selten verschüttet, meistens das nächste Mal weitergetrieben. Geraten sie aber ins Delta, so sinken sie nicht ab und werden erst recht nicht festgerammt — wie in unserm fossilen Fall —, sondern treiben ganz in den See hinaus, wo sie durch spezifische Windverhältnisse, den Seegang und besonders durch die eigenartigen Strömungen des Bodensees in ganz bestimmter Weise verfrachtet werden.¹⁾ Vor der Bregenzer Aach werden sie in einem Rechen abgefangen, der aber bei Hochwasser zuweilen reißt; dann treibt die Holzdrift wie die des Rheins aus der Fussacher Bucht in großen verflochtenen Feldern und einzeln in den Buchten des gegenüberliegenden bayerischen Ufers an. Die

1) Vgl. E. Wasmund, Die Strömungen im Bodensee, verglichen mit den bisher in Binnenseen bekannten Strömen. Internationale Revue für Hydrobiologie und Hydrographie 1927/28. Verfasser hat diese Untersuchung als Vorarbeit zur Darstellung der rezenten Bodensee-Sedimentation durchgeführt, sie dürfte auch für das Verständnis der Aufschüttung fossiler Alpenvorlandströge etwas nützen.

größeren Hölzer sind durch den Transport im schotterreichen Fluß durchweg entrindet und geglättet, die Wurzelteller zerfetzt, das Gezweig treibt in eng verfilzten Massen an. Nicht anders ist es auch bei Alpenrandseen, wo kräftiges Seerinnen fehlt und wo die vorherrschende Windrichtung aufländig auf das Delta zu steht. Auch hier bleibt am Deltarand kein Treibholz liegen, es wird, wie z. B. am Ostufer des Würmsees, in horizontal-parallelen oder bei vollgesaugtem Naßholz in vertikal-parallelen Lagern stiller Buchten abseits des vorspringenden Delta-kegels angesammelt. Aber eine sparrige Einlagerung durch starken Flußstrom eines einzelnen Stammes wie in unserm Fall entspricht nicht unsern aktualistisch-geologischen Kenntnissen eines wirklichen „Deltas“ im Alpenrandsee.

Ganz anders ist das Bild auf den Kiesbänken oberhalb der Mündung, sei es noch inneralpin oder schon im Vorland. Abb. 7 zeigt das breit aufgeschotterte und im August 1928 größtenteils trockenliegende Alpen-Rheinbett zwischen Landquart und Chur, das, so weit man sehen kann mit Stubben und Stämmen vom Frühjahrhochwasser her übersät ist. Leider läßt die Reproduktion nur die Baumreste als solche erkennen. Feinheiten, wie die im Kies festgefahrene Verankerung, die Destruktion usw. sind nicht mehr sichtbar.

Die Strombetten des Rheins, der Elbe und besonders stark der Oder sind reich mit alten, schwarz verkohlten Baumstämmen durchsetzt, bei denen Abmessungen von 20 m Länge und über 1 m Durchmesser nicht selten sind. Es scheint sich um Reste aus Zeiten zu handeln, in denen die bewaldeten ungeschützten Ufer starkem Abbruch unterlagen. Seit bald 100 Jahren arbeitet man ohne wesentliche Abnahmezeichen an der Beseitigung dieser Flußholzdrift. (Nach Lit. 15, p. 187.)

Die Rekonstruktion der potamischen Fazies fußt also auf dem stratigraphisch-paläontologischen Befund und auf dem aktualistischen Vergleich. Hier fehlt uns allerdings die Sicherheit wichtiger Schlußglieder, wie einer genauen Bestimmung der miozänen klimatischen Faktoren, der Höhe des Alpenkörpers, der Existenz und Lage der damaligen Schneegrenze. Daß es sich um ein subtropisches bis mediterranes Klima gehandelt hat, kann immerhin gesagt werden. So können wir, auch nach der unregelmäßigen Repetition der Konglomeratbänke, auf starkes Schwanken der Wassermengen-Jahreskurven rechnen, so daß die Alpenflüsse noch weit stärker wie heute im Gefolge der Regen- und Trockenperioden den intermittierenden Flüssen der heutigen mediterranen und subtropischen Zone verglichen werden können. Wie die rezenten mehr oder weniger intermittierenden Wildbäche und Ströme, die Fiumare und Torrenten, entwässerten auch die über Mittelgebirgshöhe gefalteten Alpen nicht in festgelegten eingetalten Wasserrissen, sondern in breiten Stromstreifen, die aber doch nur innerhalb gewisser Grenzen den Hauptstromstrich verlegen konnten. Daß es auch auf der mittelmiozänen Hochfläche zwischen Alpenrand und den obermiozänen Stillwasserufern ein geregeltes Entwässerungssystem gab, das vielleicht auf eine rückliegende Zertalung im heute größtenteils erodierten Randteil des Alpenkörpers deutet, beweisen die Abstände der obermiozänen Inselberge, der Reste der alten Schotterstränge. Die Zwischenstücke mit den Laubwald-

beständen können nicht viel höher gelegen haben, immerhin überdeckten die Schotterzüge nicht wechselnd das ganze Vorland, wie in der von der alpinen Tektonik stärker mitergriffenen Vortiefe der Westalpen. Heute liegen die damals schwach eingetieften Talzüge isoliert höher, während die Zwischenhöhen denudiert sind, entsprechend der Widerstandsfähigkeit ihrer Ablagerungen. Es handelt sich also um im geographischen Sinne echte Härtlinge, nicht bloß „Fernlinge“. Mächtige Fluten mögen zur Regenzeit, vielleicht bei gleichzeitiger Schneeschmelze im Quellgebiet (vgl. heute den Blauen Nil), die sonst halb verlassenen Schotterflächen erfüllt haben, ein Bild, wie es die zum Pazifik abfließenden Flüsse der Anden noch bieten. Stauhochwässer mögen sich durch Aufschotterung der Sohle, durch Treibholzverstopfung neue Wege gesucht haben. Nagelfluhbänke älterer Horizonte, selbst marine Lagen wurden wieder aufgearbeitet, umgekehrt geriet natürlich manches eben noch potamische Schollenstück unter marines oder limnisch-brackisches Niveau.

Zur potamischen Fazies gehören aber auch die dazwischen liegenden Auen, die kaum fließenden Altwässer, die abgeschnürten Totarme, die teichartigen Lagunen, von denen die fossillosen Mergel und Tone, die Tongallen in Sandlinsen, die Helicitenmergel und verkohlten Faulschlamm-lager anderer Molassegebiete (auch innerhalb vorwiegend mariner Zeiten) Zeugnis geben. Aber auch diese Auenwaldzonen, wo wir die sonst in der subalpinen Molasse fast fehlenden Zypressenbestände suchen können, verfielen andauernd wieder der Aufarbeitung — ihre feinkörnigen Sedimente gaben dann das Bindemittel für die kalkarme Nagelfluh der oberbayerischen OSM ab. Daß in den erhöhten überschwemmungsfreieren Zonen zwischen den einzelnen Schottersträngen außerhalb direkter Seichtwassergebiete auch sumpfiger Laubwald gedieh, darauf weisen die Blätterreste im Flinz und Schlossers Säugetierfunde hin, wie schon betont wurde.

In diesem Zusammenhang muß an den neuen Abelschen Deutungsversuch der Flyschentstehung (1) gedacht werden, der so bestechend ist, daß sich Leuchs in seiner Geologie der Bayerischen Alpen ihm schon angeschlossen hat. Abel verglich die oberkretazischen Flyschgesteine mit den zähen blauen Sedimenten der Mangrovegebiete Westindiens und Südfloridas, wie im Flysch finden sich auch in diesen rezenten breiten Seichtwassergürteln hie und da Einlagerungen von Geröll, von Rotfärbung durch eingeschwemmten Verwitterungslehm, von bei den subtropischen Klimabedingungen selten erhaltenen verkohlten Pflanzenresten. Genau dieselben Erscheinungen haben wir ja auch in der Molasse, wo der Wechsel von mariner und limnischer Fazies eine größere Rolle spielt und wo bei den seit der Kreidezeit erheblich stärker gewordenen Höhenunterschieden des aufgefalteten Alpengebirges zu seinem Vorland auch die grobklastischen Sedimente eine größere Rolle spielen müssen. Im Grunde aber sehen wir am Nordrand der Alpen von der Oberkreide bis zum Obermiozän immer wieder die gleiche Gesamtfazies, nämlich die alpine Randsenkenfazies in ihren verschiedenen feinkörnigen und klastischen Ausbildungsmöglichkeiten auftreten. Abel vergleicht sie mit dem Mangroveseichtwassergürtel nur auf Grund der sedimentpetrographischen und z. T. stratigraphischen Ähnlichkeiten, wir

können für die Molasse durch den paläobotanischen Nachweis der Koniferen den Vergleich der heutigen Sumpfwälder am Rande von Landinseln mit der alpinen Randsenkenfazies noch weiter festigen, wobei wir dem Obermiozän einen mehr potamischen als limnischen Charakter zuschreiben, selbstredend außerhalb der Flinzseesedimentation.

Man darf den rezenten Vergleich nicht allzuweit führen, denn einerseits sind uns die klimatischen und morphologischen Bedingungen der miozänen Alpenentwässerung nicht allzu sicher bekannt, andererseits weisen auch die rezenten der Lage nach vergleichbare Flußgebiete recht starke kulturelle Störungen auf. Wildbachverbauung, Kanalisierung, Verbuhnung und Eindämmung, Baggerbetrieb an der Mündung verändern das ursprüngliche Bild. Man wird aber trotzdem nicht fehlgehen, die geographisch-potamische Struktur des Flußabschnittes der „Salmoniden-region“ mit allen hydrobiologischen und biologischen Charakteristika bei den Wasserläufen von der Bregenzer Aach bis zum Inn mit der paläogeographisch-potamischen Struktur der obermiozänen Flußstränge vom Pfändergebiet bei Bregenz bis zum Taubenberg an der Isar und darüber hinaus in eine gewisse Analogie zu setzen. Diese gilt für die Kiesbänke und die Art der Geröllwirkung bei starker aber wechselnder Wassermasse und Strömung für die Koniferenauenwälder, für die aus den Schotterterrassen strömenden Gießen, aber auch für die Rohrstümpfe, Seggenfluren und anmoorigen Flächen ohne Anzeichen einer Richtungsstromkraft, welche limnische Besiedelung aufweisen. Sicherlich war der transalpine Saum mächtiger Schotterfluren in der Ablagerungszeit der OSM physiognomisch großartiger wie sein heutiges Abbild entwickelt, wie das ja auch inzwischen schon wieder unter ganz anderen rezent ebenfalls nicht belegbaren Bedingungen (starke Niederschläge, auch sinkender Sedimentationsraum?) in der Glazialzeit der Fall war. Der Unterschied in der diluvialen Akkumulation, besonders der Deckenschotter, nämlich die wenigstens teilweise flächenhafte Aufschüttung im Gegensatz zu den an bestimmte Räume gebundenen obermiozänen Schotterbahnen hat außer der veränderten Landoberfläche eine einfache Ursache: die glazialen Schmelzwässer waren nicht wie das obermiozäne Entwässerungsnetz an bestimmte Haupttalausgänge des orographischen Alpenrandes gebunden.

Die Frage: Deltabildung oder potamische Struktur ist meines Erachtens angesichts der zahlreichen stratigraphischen Unklarheiten in der Molassegeologie wichtiger, als sie es unter normalen Umständen wäre. Im Falle des Tischberg-Obermiozäns erlauben die regionalen Verhältnisse eine einfache Klarstellung und die Flußmündung muß ja auch tatsächlich an seinem Nordende gelegen haben. Doch im allgemeinen liegen die Faziesgrenzen nicht so schön horizontal nebeneinander, ohne tektonische Störungen. So schwanken die Einteilungen der Molasse von der Gümbelschen alten chronologischen Zweiteilung über die im Wiener- und Rhonebecken gebräuchliche Vielzahl an Horizonten bis zur mehr genetischen Drei- und Vierteilung und jede regionale Arbeit muß die schwierigsten „Fernkonnektionen“ ausführen, um im Nachbargebiet stratigraphischen Anschluß zu gewinnen. Bekanntlich sind die Meinungen über die Dominanz der marinen und der limnischen Zeiten sehr geteilt,

während z. B. v. Loczy die weit verbreiteten Bakonyschotter als terrestrisch am Rande des sinkenden mediterran-sarmatischen Meeres auffaßt, erklärt Rollier (1911) in der Schweiz nicht nur die gesamte untere Süßwassermolasse, sondern auch fast die ganze hier in Betracht kommende obere Süßwassermolasse beinahe völlig für marin. Alb. Heim hat sogar der Nagelfluh nicht nur fluviatile, u. U. auch marine oder limnische Entstehung zugeschrieben und erklärt ihre Schichtungsercheinungen z. T. durch Strömungen und Tiden — was fast an Bernhard Studers Vorstellung von der Nagelfluh als Brandungssaum eines aufgearbeiteten Küstengebirges erinnert.

Gewiß kann da und dort limnische und marine Umlagerung in ganz schmalen Strandsäumen stattgefunden haben, aber die Mehrzahl der bei E. Kraus und in vorliegender Arbeit hervorgehobenen Punkte kann nur fluviatil und der ganze Schichtverband der Nagelfluhregion nur potamisch erklärt werden. Aus den Sedimenten an sich oder aus dem Medium der organischen Einschlüsse kann man in der Molasse mit ihrer starken faziellen Horizontal- und Vertikalfrequenz keine sicheren Schlüsse ziehen, denn terrestrische oder limnische Fossilien können in einen marinen Thanatotop geraten, ja, solche aus marinen Biocoenosen, marin eingebettet, mögen in tektonisch so labilen Gebieten wieder fluviatil aufgearbeitet werden. (Austern in fluviatiler Nagelfluh!) Deltaschichtung, dachziegelartige Lagerung der Geschiebe ist an und für sich in keiner Weise für ein wirkliches Delta beweisend, das Profil der im Oberrhein jährlich mehrere 100 m wandernden Kiesbänke sieht genau so aus. Ausschlaggebend sind hier nur die Art der Wechsellagerung der Fazies, die im Tischberggebiet so eindeutig für die potamische Bildung spricht, wie es am Rigi, Speer, Napf usw. erst recht sein dürfte. Deshalb scheint es gut, Detailbeobachtungen auszuwerten. Die Deltas lassen sich ja in den heutigen Alpenrandseen vorzüglich studieren, es gibt auch da eine unter Umständen recht beträchtliche Wechsellagerung der Korngrößen je nach der Wasserführung, aber die Übergänge sind draußen im Seedelta kontinuierlich und verspült, nicht so schroff wie in den Mittelstücken der Flußbetten oder gar wie in den tertiären Alpenkonglomeraten. Erst recht gibt es keine solchen Anzeichen starker Stromkraft wie sparrig festgefahrene Hölzer, hier wird nicht durch die Wirkung von Wasserwalzen im Stromschatten der Fremdkörper mitten im Konglomeratsand abgesetzt. Selbst die Steigerung der Einflußströmung bei Hochwasserführung, die ganz beträchtlich sein kann, wird wieder aufgehoben durch die Wirkungen der Wasserbewegungen verschiedenster Art im See selber. Die kleinen Züge im stratigraphischen Aufbau der scheinbar so reizlosen und lebensarmen Süßwassermolasse verdienen mehr Beachtung.

Im Tischberggebiet, wie im ganzen südbayerischen obermiozänen Nagelfluhstreifen, haben wir es also mit der potamischen Fazies zu tun, deren Entstehen sowohl mit dem rezenten Flußabschnitt der Salmonidenregion (nach einem fischereibiologischen Ausdruck) als auch mit den *fumare* und *torrentes* südlicher Breiten ähnliche Züge aufweist. Es ist ein schmaler Streifen, der sich in unserem Gebiet zwischen dem tektonischen, nicht dem morphologischen Alpenrand, d. h. der stark

dislozierten Oligozänmolasse und den ungestörten Flinzsedimenten stehender Gewässer hinzieht. Die obermiozänen Alpenflüsse wirkten also in vorwiegend akkumulierender und nur zurücktretend erodierender Form. Darauf ist ja zum Teil die Erhaltung der Inselberge zurückzuführen, denn die mächtige Anhäufung von Schottermassen ist dem plötzlichen Gefällsknick zwischen damaligem Alpenrand und Flinz-Seeufer zuzuschreiben. Dabei ist wahrscheinlich, daß der heutige tektonische Rand ehemals auch morphologisch, d. h. also hydrographisch viel stärker in Wirkung trat und erst später der Erosion, vielleicht auch teilweise der Rücksenkung des Alpenrandes zum Opfer fiel. Das führt auf tektonische Fragen, die ja in jüngster Zeit Gegenstand der Diskussion berufenerer Forscher waren und eigentlich nicht mehr in den engen Rahmen dieser Arbeit gehören. Es sei nur gestattet, von unseren Beobachtungen und Gesichtspunkten aus einige ergänzende Bemerkungen hinzuzufügen. Der potamischen Fazies des sarmatischen Obermiozäns am Nordalpenrand von der Schweiz bis nach Oberösterreich entspricht zeitlich und faziell am italienischen Südrand das „Messeniano“ Stefaninis (70). Der Horizont wird durch weite Verbreitung von Landschuttkegeln, besonders in Friaul durch mächtige Schuttmassen charakterisiert, er wird von den italienischen Geologen als „fluviatiler Komplex“ zwischen dem marinen Tortonien und der Transgression der pliozänen Piacenzastufe aufgefaßt und mit dem Obermiozän parallelisiert, ist wahrscheinlich obersarmatisch-mäotischen Alters. So ist die potamische Fazies rings um die Alpen gleichzeitig bezeichnend für das Maximum der Regression der Vortiefenmeere.

Tektonik und Paläogeographie.

Es gibt ein biostratonomisch analoges und sogar gleichaltriges Beispiel eines Restes des sarmatischen Flußnetzes, wo ebenso wie hier Anzeichen von angedröhten Wäldern vorhanden sind und gleichermaßen die „Wurzel“, der Schotterstränge, das höher gelegene Hinterland, fehlt. Es liegt in Ungarn, u. zw. sind es die ziemlich weit verbreiteten und mächtigen Schotter mediterranen und sarmatischen Alters zwischen dem Bakonyer Wald und dem Plattensee, die v. Loczy beschrieben hat (56). Sie enthalten zahlreiche Rollstücke von *Magnolites silvatica* Tuszon, die wohl auf sekundärer Lagerstätte liegen. v. Loczy schreibt darüber (S. 298): „Die fossilen Hölzer sind in dem Schotter so häufig, daß man ehemalige dichte Magnolienwäldungen in jenen Geländen annehmen muß, von welchen das Material des Schotters durch starke Wasserläufe herabgeschwemmt worden ist. Im Geiste schwebt mir ein nun bereits versunkenes, aus Phyllit, Quarzit und paläozoischen Kalksteinen aufgebautes, von Andesit- und Dazitintrusionen durchsetztes Hochgebirge vor, das sich in der Miozänzeit an Stelle der heutigen Ebene des Komitats Fejér und des Samogyer Hügellandes erhob und mit subtropischen Magnolienwäldern bestanden war.“ Auch hier also fehlen die Wurzeln der Schotterfelder, wenn es auch ohnehin natürlicher ist, daß der Akkumulationsabschnitt eher erhalten bleibt wie das Erosionsgebiet und auch da sucht man sie in einem abgetragenen Gebirgstheil. Im übrigen ist die Vorstellung dieses Gebirges interessant, das der Autor gerade

so anzunehmen gezwungen ist, wie die Molassegeologen immer mehr auf die Hypothese von Gümbel und Studer vom versunkenen und überschobenen vindelizischen, ja sogar mehreren Schwellengebirgszügen, (Lebling) zurückkommen.

Das führt uns nochmals zur Tektonik des Tischbergs. In allen Höhenlagen ist mit einer Ausnahme übereinstimmend mit den früheren Autoren das Einfallen ziemlich genau nach N bestimmt worden, sowohl an den Schichtfugen der Sandsteinbänke als innerhalb der seltener geschichteten Nagelfluhen. Rothpletz spricht an verschiedenen Orten von „schwacher Neigung der Schichten nach N . . . annähernd horizontal“, einmal stellt er 10° Nordneigung fest. Er hält sie für eine mit der Störungen der hängenden Deckenschotterplatte in Verbindung zu bringende Dislokation. Wir fanden selber im Straßgraben Neigungswinkel von 4 bis bis 5° , 13° und 15° , geringere Fallwinkel kommen überall vor und gelten auch für die Steinbrüche auf der Höhe am Rohrer Berg.

Im Habichtsgraben aber wurde ein Einfallen um wenige Grad nach SW konstatiert. Während das südlich der Peißenberg—Tischberg—Taubenberg-Zone nur selten aufgeschlossene Mittelmiozän von der alpinen Tektonik zweifellos mitergriffen wurde, halte ich die Fallwinkel am Tischberg gerade wegen ihres häufigen Wechsels in der Winkelgröße im Gegensatz zum gleichbleibenden Streichen nur für die natürlichen Böschungswinkel der fluviatilen nach N gerichteten Strömungsrichtung, wie ja das Längsprofil jeder rezenten Kiesbank dieselben variierenden Stirnböschungen in Lee zeigt. Man könnte das abweichende Einfallen der Sandsteinbänke am Ostabfall des Höhenrückens, ja innerhalb der potamischen Fazies, mit der natürlichen Böschung einer Seitenflanke, eines rückläufigen Randaltwassers im Flußgebiet erklären, doch möchte ich in diesem Falle Tektonik für viel wahrscheinlicher halten. Weitere Anzeichen fanden sich nicht. Man braucht sie allerdings nicht mit tertiären oder diluvialen Großbewegungen in Zusammenhang bringen, sondern kann sie für ein flexurartiges Nachsacken der hier nach E austreichenden letzten festen Bänke über den am Steilabfall ausgequollenen und verrutschten Flinzmergeln halten.

Die diskordante Auflagerung der Deckenschotter-Unterfläche auf dem Miozän hat jedenfalls nichts mit einer tektonischen Bewegung des Obermiozäns zu tun, sondern beweist nur die Existenz einer Abtragungsfäche als dessen Oberkante. Davon später, zunächst sei die Frage nach den Wurzeln der obermiozänen Schotterstränge im Sinne Bodens kurz beantwortet. Während die alten Tertiärschichten im südlichen Bayern alle von den alpinen Bewegungen ergriffen worden sind, gilt das für das Obermiozän nicht mehr. Aber nicht nur das, nach allen, besonders Weithofers bekannten Feststellungen fehlt das Obermiozän südlich des tektonischen Alpenrandes, d. h. im Hangenden des Oligozäns und Mittelmiozäns, vollständig, für das Untermiozän, das überhaupt ganz zu fehlen scheint, müssen im Gebiet Schichtlücken angenommen werden. M. Richter hat jüngst das Nordwandern des Molassetrogs und dessen Verengerung mit dem Nordschub des Alpenkörpers in genetischen Zusammenhang gebracht; in dieser Hinsicht stimmen wir mit seiner und Bodens Meinung ganz überein, daß

nämlich weder die groben Konglomerate noch die feineren Sedimente des eigentlichen Flinzsees jemals viel weiter wie heute nach S gereicht haben. Boden nimmt hier in Übereinstimmung mit Anderen, ganz analog wie v. Loczy, einen sedimentliefernden Rücken zwischen Molasse-trog und dem Helvetikum an; im Grunde eine moderne Modifikation des abradierten und erodierten Randgebirges, wie es sich noch Studer vorstellte. Festhalten können wir auf Grund unserer räumlich beschränkten Befunde nur, daß der Gefällsknick nicht weit südlich gelegen haben kann, während die damalige Erosionszone heute nicht mehr in ihrer ursprünglichen Form existiert. Dafür spricht auch die von Boden im Mangfallgebiet beim Irschenberg im Obermiozän festgestellte Tatsache, daß auf einem kombinierten S—N-Profil von nur 2·2 km Länge die Korngrößen der Gerölle ganz erheblich nach N zu abnehmen.

Vortiefenausfüllung, Faltung des Vorlandschutts und Anbau an das hochsteigende Gebirge, Wandern der Vortiefe, dann der nachschwellenden Faltung durch die anfahrenen und überschiebenden Decken in gleicher Richtung sind ja im orogenetischen Werden ganz allgemein geltende Bewegungsformen. Auf die Ursachen sind in neuerer Zeit Stille, Ampferer u. a. ausführlich eingegangen, ihre Erörterung gehört nicht mehr in den Rahmen dieser räumlich eng gefaßten Arbeit. Der abwärtsige Zug der Vortiefen erklärt (worauf u. a. auch v. Bubnoff, Kraus und M. Richter hinweisen) die Bindung organischer Massen an die Gebirgsränder. So die Ölvorkommen in den Flyschvortiefen der Alpen und Karpathen, die Braunkohlenvorkommen im Oligozän, die Floßhölzer des Gebirgsrandes im Obermiozän, wo die vorherrschend potamische und anschließend limnische Fazies nicht mehr so rasch-günstige Eindeckungsbedingungen aufwies. Die verschiedenen Stufen im Anbau (Stille) vom vororogenen über das tieforogene zum hochorogenen Stadium hat Kraus kürzlich allgemein formuliert. Wie er schon den Flysch als zeitlichen Vorgänger in analoger Fazies der Molasse aufgefaßt hat, so folgte ihm Cadisch (1928) jüngst, indem er die Bündner Schiefer wieder als älter angegliederte Vorlandelemente darstellte. Wir weisen ergänzend darauf hin, daß diese Erscheinungen ja weit verbreitet sind, im ganzen Süßschen tertiären Gebirgsbogen von den Pyrenäen bis in die indischen Gebirgsscharen, in denen Flysch und Molassesedimente den gleichen tektonischen Gesetzen unterworfen waren. Für unsere Fragen sind besonderes jüngere Angliederungen an die stabil gewordenen Geosynklinalen wichtig, und da sei — entsprechend dem nur noch schwach gestörten oberbayerischen Obermiozän — hingewiesen auf die durch v. Pavay in Ungarn, durch Popescu-Voitesti in Siebenbürgen und durch Hummel in Rumänien geschilderten pliozänen und quartären Gebirgsbewegungen. Immer die gleichen Erscheinungen von Oberbayern bis in die Walachei: Vorwandern der Schuttmulde vom Gebirge weg, am äußersten Beckenrand Überschieben und Zerbrechen der ältesten Schuttplatten, ja Einfaltung, weiter draußen Steilstellung, ins Becken hinein immer mehr verflachende und ausklingende Faltung, die aber, wie die Erdbebenlinien parallel dem Gebirgsrand zeigen, heute noch nicht beendet ist.

Ob die Gründe zur Auffaltung, die ja mit der Aufschüttung von Schutt im Vorland in bemerkenswerter Beziehung steht, in einer im

Obermiozän stark hervortretenden orogenetischen Phase zu suchen sind oder ob dieser „Hauptphase“ Bodens eher im Sinne M. Richters ein mehr epirogenetisches Aufsteigen des alpinen Hinterlandes entspricht, läßt sich in unserem Rahmen naturgemäß nicht entscheiden. Den Satz Bodens (p. 483) „Die jetzt im Vorland aus obermiozänem Schutt aufgebauten flachen Erhebungen (Taubenberg, Tischberg, Peissenberg, Auerberg) sind als die mittleren Teile der Schuttkegel mit der größten Anreicherung von voralpinen Trümmermassen anzusehen“, deuten wir so, daß hier die Hauptschotterzüge erhalten wurden, die als Fortsetzung der obermiozänen Alpentalausgänge anzusprechen sind. Das Aussehen dieses Alpenrandes sei noch erörtert.

Man könnte Leuchs zustimmen, wenn er die Zusammendrängung aller jungtertiären orogenetischen Bewegung ins Obermiozän nach Bodens Vorgang ablehnt und zum mindesten den Zusammenschub der Molasse, das Überfahren des Kalkalpen-Flysch-Alpenrandes über das Oligozän und dessen Aufschub auf das Miozän ins Spätmiozän-Pliozän verlegt, was dann ja genau mit dem Alter der von Arnold Heim angenommenen „Brandung der Alpen am Nagelfluhgebirge“ übereinstimmen würde. Der zeitliche Ablauf der Vorgänge im Pont stellt sich also etwa so dar: Im Obermiozän herrscht innerhalb der Alpen eine vorwiegend auf Hebung gerichtete Orogenese, die Überschiebung der bereits mit helvetischer Kreide gemeinsam gefalteten und auf sie aufgefahrenen ostalpinen Masse (Flysch + Kalkalpen) ist schon mittelmiozän erfolgt, denn das Oberoligozän ist noch reich an exotischen Geröllen des heute überschobenen und versunkenen vindelizischen Rückens. Erst nach dem Absatz des limnischen und potamischen Obermiozäns erfolgt ein verstaffeltes Vorrücken der Kalkalpen nach N und die Abschürfung der an Schmiermitteln reichen Molasse vom vindelizischen Untergrunde. Das Alter des Zusammenschubs des Oligozäns in durch Längsbrüche geteilte Mulden mit saigeren Rändern und die randliche Aufkippung des Mittelmiozäns wie die Aufschiebung auf das ungestörte Obermiozän erfolgt nach Leuchs und teilweise auch nach Lebling spätmiozän-pliozän und entspricht der „Attischen Faltungsphase“ Stilles.

Implicite hat diese Auffassung doch Boden selber schon vertreten, wenn ff. Stelle recht verstanden ist (p. 485): „Erst nach der Aufschüttung der Flinkkonglomerate wanderte die Gebirgsbewegung aus den Alpen in das Vorland, warf auch die Oligozänmolasse in breite Falten und schob das Oligozän über die miozänen Ablagerungen, die am Südrand noch eine steile oder überkippte Stellung annahmen. Diese Bewegungen führten im Vorland zu erheblichen Erosionswirkungen, denen zunächst die zu oberst auf dem Oligozän gelegene obermiozäne Schuttdecke zum Opfer fiel, außerdem die mittelmiozänen Bildungen und große Teile vom Oberoligozän.“ Hier aber bestehen Schwierigkeiten, auf die man meines Erachtens nicht geachtet hat.

Die obermiozäne Überschiebung erklärt die stürmische Akkumulation der oberen Süßwassermolasse, doch scheinen mir Bewegungen im rückliegenden Oligozän schon damals wahrscheinlich, die eine orographische Heraushebung im Gegensatz zu heute verursachten. Die

Struktur der potamischen Fazies verlangt die größere Nähe des Alpenrandes, so ist z. B. die Verfrachtung eines Blocks von zirka 1 m Durchmesser bei der heutigen Alpenrandentfernung nur bei größerem Gefälle denkbar. Es erscheint deshalb überhaupt fraglich, ob auf dem Oligozän eine nennenswerte obermiozäne Schuttdecke lag, denn nach Bodens Darstellung hätte die pliozäne Erosion nicht nur das gesamte Obermiozän, sondern auch das Mittelmiozän und große Teile des Oberoligozäns, ja sogar vielleicht des Flyschrandes ins Vorland verfrachten müssen, und wo sind heute diese pontischen Ablagerungen? Den größten Teil der Auffaltung des Oligozäns oder wenigstens die Abtragung der orographisch gehobenen Teile in die Zeit der obermiozänen Akkumulation zu verlegen, würde die Schwierigkeiten eher beheben.

Die Altersfrage des Oligozänzusammenschubs hängt eng zusammen mit der Frage der ersten Anlage der alpinen Quertäler. Damit kommen wir zur Entwicklungsgeschichte des Tischberges im besonderen, der obermiozänen Schotterinselberge im allgemeinen. Am süddeutschen Alpenrand treten die Konglomerate des Obermiozäns isoliert in elf Härtlingen auf, es ist dabei sehr auffallend, daß sie auch morphologisch als z. T. bedeutende Erhebungen landschaftsbestimmend wirken, und daß sie einerseits sich in Oberbayern in ungefähr gleichen Zwischenräumen folgen, und ebenso auch dem heutigen Alpenrand in etwa gleichem Abstand vorgelagert sind. Diese Inselberge sind in der Reihenfolge von W nach O:

1. Pfänder-Hochberggebiet, im NW-Zipfel von Vorarlberg, den östlichen Abschluß des Bodensees bei Bregenz bildend.
2. Schwarzer Grat, im Allgäu, westlich der Iller, südlich von Isny.
3. Marienberg bei Kempten (Iller).
4. Auerberg, zwischen Wertach und Lech.
5. Hoher Peißenberg, zwischen Lech und Ammer.
6. Tischberg, zwischen Würmsee und Loisach.
7. Taubenberg, zwischen Isar und Mangfall.
8. Irschenberg bei Aibling, zwischen Mangfall und Inn.
9. Ratzinger Berg, zwischen Simssee und Chiemsee.
10. Hochberg bei Traunstein.
11. Hausruck und Kobernauser Wald (Oberösterreich).

Dazu kommen noch kleinere Aufschlüsse im tief eingeschnittenen Mangfalltal, besonders in der Gegend des Taubenberges und Irschenberges. Ebenso treten auch einzelne Schotterlagen östlich des Auerberges an den Lechufem südlich von Schongau auf. Sie gehören zu den Flankenanschnitten der obengenannten Höhen, sind also morphologisch nicht selbständig. Die Allgäu-Vorarlberger Vorkommen (1—3) liegen in einem tektonisch andersartig gebauten Gebiet, und verdanken ihre orographische Heraushebung zum größten Teil orogenetischen Bewegungen, die nicht nach Oberbayern übergriffen, nur zum geringeren Teil ist ihre Isolierung mit den Entwicklungsbedingungen ihrer östlichen Nachbarn vergleichbar. Sie gehören also nur bedingt in den Kreis der folgenden Betrachtungen. Die beiden letzten oberen Süßwassermolassevorkommen sind nach Troll (72, 74) zitiert, er erwähnt Nagelfluh ausdrücklich nur bei 8.

Kraus hat diesen Streifen alpenparalleler Schotterinseln mit der von ihm im Allgäu aufgefundenen nach einer Lokalität westlich von Kempten benannten Rotkreuznagelfluh gleichgestellt (40). Es handelt sich hier um eine grobschotterige torrentenartige Wildbachaufschüttung von lokal begrenzter Verbreitung, die wenigstens im Allgäu zweifellos nur umgelagerte oligozäne Hochgratserie ist. Mir scheint, daß hier nur ein fazieller, kein stratigraphischer Vergleich möglich ist, und bei den seltenen und dann kaum leitfossilmäßig brauchbaren Funden jede solche Fernkonnexion unsicher ist. Sicherlich ist die Rotkreuznagelfluh das Basiskonglomerat der obermiozänen oberen Süßwassermolasse, und als erstes Anzeichen wiederauflebender starker fluviatiler Tätigkeit, also der Wiederbelebung von Bewegungen im alpinen Einzugsgebiet zu werten. Da aber Kraus diese Schichten einerseits als Mittelmiozän anspricht und wenigstens für einen Teil marine Entstehung in mariner Zeit annimmt, andererseits die Quarzschotter in der bayerischen Donaugegend im Flnz mit den oberbayerischen sarmatischen Schottern gleichstellt, so ergeben sich da unseres Erachtens Widersprüche, denn die Rotkreuzserie im Allgäu hat das Alter der Helvetischen Stufe (St. Galler Schichten = II. Mediterranstufe) z. T. wohl auch der Tortonischen, die oberbayerischen gehören ins Sarmat, die mittelbayerischen Kleinschotterlinsen aber mindestens ins Obersarmat, wenn nicht ins „Mäot“ oder an die Basis des Pont. Es will scheinen, als ob sich die Frage dahin auflösen läßt, daß der Übergang von der marinen Fazies in die potamische — meist mit Schichtlücken an Stelle der mittelmiozänen brackischen Kirchberger Schichten — vom Allgäuer und oberschwäbischen Westen zeitlich nach Oberbayern und Oberösterreich fortwandert wie später der Vortiefenzug, was bedeuten würde, daß die die Flußbelebung nach sich ziehende Versteilung der alpinen Reliefenergie nicht gleichzeitig einsetzt. In diesem Sinne ist also eine fazielle Parallelisierung möglich.

Die Analogie in der Alpenrandentfernung ist nun nicht allzusehr verwunderlich, sie findet ja einerseits ihre Begründung in dem Abschneiden aller Miozänvorkommen durch die hart südlich parallel dem morphologischen Alpenrand streichenden Überschiebungslinien, Sattel- und Muldenachsen der oligozänen Molasse. Andererseits wurde ja versucht zu zeigen, daß der Anhäufung des obermiozänen Schutttes eine Gefällsveränderung der gleichzeitigen Alpenentwässerung zugrunde liegen, und daß sie auf die Existenz der damaligen Talausgänge in geringer Entfernung, auf die spätere Abtragung eines weiter westlich liegenden Stirnrandes der Kalkalpendecke hindeute.

K. Troll (74) hat sich, nach dem Vorgang von F. F. Hahn in den Kalkalpen, zuerst mit der Frage der Erstanlage der Alpenquertäler beschäftigt. Er hebt zunächst hervor, daß die Quertäler weder durch rückschreitende Erosion noch durch Querverwerfungen und Grabenbrüche entstanden sind, sondern daß, wie schon länger bekannt, die Quertalfluchten ganz allgemein an die Streichmulden der Längsfaltenachsen im Gebirge geknüpft sind. So z. B. am Tegernsee, Isar- und Loisachtal. Nun hält Troll aber die zweifellos tektonische Anlage der Quertäler für frühestens spätmiozän, eher pliozän. Der Schluß wäre einleuchtend, wenn die Voraussetzung richtig ist, daß die Auffaltung der Molasse erst nach

Ablagerung des Obermiozäns in seiner potamischen und limnischen Fazies erfolgt sein kann, weil dessen äußerster Südrand noch von dem Zusammenschub mit erfaßt ist. Man muß dagegen feststellen, daß z. B. das Obermiozän am Tischberg vollkommen ungestört ist, trotz der Nähe des fast saiger gekippten marinen Mittelmiozäns (= OMM). Orographisch tritt das marine Mittelmiozän nur im Kamm des Hohen Peißenberges auf, zutage tritt es mit stark südlichem Einfallen nahe am Tischberg bei Schwaig am Ostersee und an der Isar unterhalb Rimselrain, ohne irgendwie noch orographisch wirksam zu sein.

Auch die bergmännischen Aufschlüsse zeigen die starke Diskordanz zwischen den beiden Miozänhorizonten nur indirekt, die Grenze ist nicht aufgeschlossen. Doch ist festzuhalten, daß das Obermiozän direkt an das fast saiger gestellte Mittelmiozän grenzt und daß es südlich dieser tektonischen Alpengrenze keine Spur Obermiozän gibt. Die Vorstellung, daß das unter dem Obermiozän einschließende Mittelmiozän nun nach der Abtragung der es überlagernden oberen Süßwassermolasse nun gerade genau bis zu deren heutigem Rand fast senkrecht aufgestaucht, ja sogar überkippt wurde, ohne sie im Aufbau im geringsten zu stören (Ausnahmen bestehen z. B. am Ostfuß des Hohen Peissenberges), erscheint mir allein räumlich undenkbar. Ein der Akkumulation vorhergehender Beginn der Faltung, vielleicht unter letzten Einflüssen des sinkenden vindelizischen Rückens, würde den Geosynklinaltrogl sowie nach N schieben, eine Wendung, die auch Richter annimmt, und damit das Fehlen der Akkumulation im S erklären. Dieses Fehlen kann kein Zufall sein, denn wohin soll die ganze im Spätmiozän und Pliozän aufgefaltete und wieder abgetragene Decke vom Oberoligozän und der ganzen Miozänserie hin verfrachtet, wo soll sie heute geblieben sein? In dem randlichen Anfahren des Miozäns durch die Faltungen der älteren Molasse ist kein Hindernis für die Auffassung zu sehen, daß die Auffaltung der alpennahen Molassemulden schon während der Ablagerung des Obermiozänabsatzes erfolgte, dessen Geröllbestandteile auch Oligozänmaterial enthalten. Allerdings besteht die prozentuale Hauptmenge aus dem widerstandsfähigen Flyschgestein. Eine Verbindung der obermiozänen Flußstreifen mit der vorfahrenden Flyschdecke über die niedrigen Oligozänvorhöhen hinweg soll damit nicht bestritten werden.

Heritsch (31) hat sich auch mit diesen jungtertiären Bewegungen im Zusammenhang mit der Vorschüttung beschäftigt, und zwar in Hinblick auf die Annahme der Schweizer, der helvetische Paroxismus, die Brandung der penninischen und ostalpinen Alpen sei pontisch, die Überschiebung des Helvetischen über die Molasse gar erst altdiluvial! Meinungen, die wohl mit der zeitlich doch früher anzusetzenden Widerspiegelung der Alpenbewegungen durch ihre Schuttabfuhr nicht in Übereinstimmung zu bringen sind. Daher kommt dann auch das von ihm und Ampferer geäußerte Bedenken: „Eine große Schwierigkeit liegt in der Ausbildung der alten Oberflächensysteme, denn in der mittleren Tertiärzeit drängen sich Faltung, Erhebung und Abtragung der Alpen. Für die großen, während des Jungtertiärs anzunehmenden Abtragungen fehlen die Schuttmengen im nördlichen Alpenvorlande, und es fragt sich, wo der Schutt von dem Einschneiden der Täler unterhalb der

altmiozänen Landoberfläche ist. Es läßt sich diese Frage nur durch die Annahme erklären, daß die Alpen als fertiges Vorgebirge dem Alpenvorland angefügt wurden, und daß so der Grottschutt ihrer Hochgebirgsmeißelung von ihnen überfahren, unter ihnen begraben ist.“

Wenn man Vorstellungen folgt, wie sie in einleuchtender Weise von Ampferer, Boden, Kraus, Pfeiffer u. a. für das ältere Tertiär geäußert worden sind, kann man auch hier noch die letzten Nachwirkungen einer sich erst im Lauf des Miozäns endgültig niederbiegenden Nordschwelle des vindelizischen Landes sehen. Die Rückverlegung der Gefällsstufe oder des orographischen Alpenrandes vom tektonischen Rand zur heutigen morphologischen Grenze ist also nicht der Denudation zuzuschreiben, sondern ein in der Vorgeschichte der Alpenbildung urverwurzelter, epirogenetischer Vorgang. Im Obermiozän lag die eigentliche Gefällsstufe, die zu so plötzlicher und kräftiger Sedimentation führte, am Rand der oberoligozänen Faltungsvorhöhe zur sarmatischen Auffüllungsfläche. Diese Auffassung verträgt sich durchaus mit der Annahme, daß die Molassefaltung auch in der pontischen Zeit weiterklang, wofür ja genügend Gründe sprechen.

Die in der Alpentektonik angelegten Quertäler sind, wie Troll für das Inn- und Priental zeigte, im tertiären Vorland an geborstene Streichsattel der Oligozänmulden, also an tektonische Schwächezonen gebunden. Diese können auch schon im Obermiozän z. T. gebildet worden sein, man kann z. B. den Auerberg mit dem heutigen Lechtal, den Tischberg mit der Kochelseelücke, den Taubenberg mit der Tegernseefurche in Verbindung bringen. Ebenso erklären E. Kraus den Illeraustritt, P. Meesmann die Alpenrheinfurche mit Achsensenkungen und alten, z. T. repetierenden Einbrüchen. Daß vor dem Isartal oder Inntal die alten Schotterstränge fehlen, wie Troll dagegen hervorhebt, kann nicht wunder nehmen, denn von einer zwingenden Rekonstruktion der alten z. T. im Oligozängebiet verlaufenden Talausgänge und Entwässerungszüge sind wir sicherlich noch weit entfernt.

Gadisch (1926) hat für die Westalpen die Bildung der Alpenquertäler mindestens ins Miozän hinaufgesetzt, seiner Allgemeinvorstellung nach liegen die großen Nagelfluhdeltas des schweizerischen Mittellands als Molassekulminationen immer alternierend vor den inneren auf- und absteigenden Massenachsen, den inneralpinen Kulminationen. „Tiefe Lücken rissen die Nagelfluhströme in das Deckengebäude, und wenn heutzutage die innerschweizerischen Klippen nur mit größter Mühe in einen tektonisch-stratigraphischen Zusammenhang zu bringen sind, so liegt dies daran, daß sie schon als zwischen miozänen Tälern liegende isolierte Deckschollen die Vollendung des Zusammenschubs mitmachen mußten.“ Wir können unsere in den obermiozänen Inselbergen erhaltenen Kulminationen der oberen Süßwassermolasse natürlich nicht genau mit inneren Kulminationen und Depressionen (Jenny) zur exakten Ausrichtung bringen, aber daß ihre spätere Entstehung auch in den Ostalpen mit den Frühanlagen der inneralpinen Quertälern in enger Beziehung steht, scheint sicher. Kraus hat das schon für wahrscheinlich gehalten und nannte die Erscheinung, wie ich seiner gütigen Mitteilung verdanke (vorliegende Arbeit lag Herrn Prof. E. Kraus 1927 zur

Aufnahme in das inzwischen eingestellte „Geologische Archiv“ vor): „Das allgemeine Phänomen der Dellenbildung am Alpennordrand.“ In den eng zusammengeschobenen oligozänen und altmiozänen Vortiefenstufen Oberbayerns lassen sich heute die kulminierenden und mit dem Hinterland alternierenden Schotterstränge nicht mehr erkennen, die Faltung und Angliederung der Vortiefen nacheinander hat das zerstört. Das Vorrücken der Schotterstränge und ihrer Deltaköpfe geht parallel mit dem Nordschub des Alpenkörpers und mit der Nordverschiebung und -verengung des Molassegürtelmeers im hochorogenen Stadium (Kraus 1927). Erst nach der pliozänen völligen Austrocknung erfolgte das heute noch sichtbare Abrutschen der Vorlandflüsse von den alten Aufschotterungszügen, von den Härtlingskuppen in die Weichlingskerben, während die rückliegenden ältesten Schuttläufe vom Alpenkörper an- und überfahren wurden.

Anders scheint das isolierte Auftreten der Schotterstränge in der OSM gar nicht zu deuten. Allerdings treten, aber in geringer Entfernung von den Inselbergen vereinzelt Konglomerate und Gerölle in den Zwischenzonen auf, wie auch heute in südlichen Breiten die Flüsse zur Regenzeit gelegentlich weite Ebenen mit Lesestücken überstreuen. Es liegen also zwischen dem süddeutschen Alpenrand und den Ufern der sarmatischen Gewässer ganz andere Verhältnisse vor, als im schweizerischen Mittelland, wie ein Blick auf Alb. Heims Karte der Nagelfluhverbreitung lehrt. Wenige, aber kräftige Wasserläufe erfüllten den landfesten Randstreifen des sinkenden Obermiozäntrögs mit mächtigem Schotter, grobklastische Bänder, die nach den Seiten und gegen ihre Mündung in die Flinzgewässer schnell an Mächtigkeit abnahmen. Die Zwischenzonen, heute von den viel geringeren rezenten Schuttstreifen der Alpenflüsse durchzogen (vgl. Tabelle S. 612) waren mit feinen und lockeren Sedimenten der Altwässer, Seichtwasserwäldern und Lagunen erfüllt. Zur Zeit ihrer obermiozänen Entstehung können die Inselberge nicht über das allgemeine Niveau der abfallenden Ebene hervorgeragt haben, weil sonst die aufschotternden Wasserzüge seitwärts von ihren Kegeln in die tieferen Zonen abgerutscht wären, wie heute die rezenten Flußläufe ganz natürlich jeweils zwischen den höherstehenden fluviatilen Restzeugen der Inselberge erodieren und akkumulieren.

Pliozän und Quartär.

Für die Zeit der Isolierung steht nur das Pliozän und das Quartär zur Verfügung. Es fragt sich, welche Kräfte uns bekannt sind, die die Schotterstränge als Härtlinge stehen ließen, und die Zonen widerstandloserer mehr oder weniger geröllarmen Gesteine im OSM-Vorlandstreifen ausräumten. Da wir vom Pliozän auffallend wenig wissen, braucht man kein radikaler Anhänger der Glazialerosion zu sein, um die endgültige Heraushebung der Inselberge ins Diluvium zu verlegen. (Soweit nicht wie im Allgäu und in der Auerberg-Peissenberg-Störungzone Tektonik mitgespielt hat.)

Feichmaier, Lebling und Weithofer erklären kurzerhand: (23) „Der Widerständigkeit des Konglomerates danken die beiden Höhen

ihre Erhaltung, die Formen von Tisch- und Taubenberg sind Mittelgebirgsformen, die auf den Beginn der Pliozänzeit zurückreichen. Pliozän fehlt im Gebiet.* Eigenartig genug, denn auch anderwärts fehlen in der weiteren Umgebung des Kartenblattes Tölz die Anzeichen für eine Abtragung größeren Ausmaßes im Pliozän. Da nur fluviatile Erosion in Frage kommt, kann ihre Wirksamkeit auch von einem anderen Gesichtspunkt aus bezweifelt werden: die Verfestigung der Nagelfluh ist denkbar gering, nur selten tritt z. B. am Tischberg eine durch genügenden Kalkgehalt widerstandsfähig gemachte Verbackung auf. Bei der Wassererosion kommt es aber auf die Widerstandsfähigkeit des Gesteinsverbandes en détail an, und die ist im Tischberggebiet wie in der ganzen oberbayerischen potamischen OSM-Fazies im Gegensatz zum alemannischen Typus der Geröllfazies (Allgäu und Schweiz) recht gering einzuschätzen. Anders steht es mit der Glazialerosion, da spielt doch die Standfestigkeit der morphologischen Gesamtformen eine große wenn nicht die ausschlaggebende Rolle, und das Hemmnis an sich gegen die Stromlinien der Eismasse ist bei kompakten Schotterblöcken, neben denen sich pliozäne Wasserläufe in geringem Maß eingetieft haben mögen, wie unseren Inselbergen, doch recht hoch.

Es kann natürlich kaum ein Zweifel sein, daß die Abtragungsvorgänge schon im Pliozän begannen. Die geringe Menge der pliozänen Flußschotter im Gegensatz zu den mächtigen Resten der alpinen Entwässerung im Tertiär, Diluvium und Alluvium kann nicht mit einem Auffangen der erodierten Alpensedimente in abgeschlossenen Quersenken durch fort-dauernde W-E streichende Faltung im Alpengebirge erklärt werden, denn wir kennen auch von diesen Ablagerungen faktisch nichts (vgl. 64, p. 115). S. 576—577 wurde auf eigenartige Schotter zwischen der jungtertiären Nagelfluh und verschwemmter Moräne unweit des Ufers des Starnberger Sees hingewiesen. Eberls neuere Forschungen im Bereich der diluvialen Schotterflur versuchen auch sogenannte altdiluviale Schotter im pliozänen Sinne umzudeuten. Jedenfalls werden sich hier unsere Anschauungen noch umgestalten. Es scheint tatsächlich ein System von kräftig entwässernden Flüssen, die in ungefähr gleichen Abständen den Alpenrand verlassen und das Vorland herabströmen, wie im Obermiozän und Alluvium, im Pliozän nicht in dem Maß gegeben zu haben (vgl. unten Kraus' abweichende Meinung).

Penck Bd. I, p. 118) folgert aus der Tatsache der diskordanten Auflagerung des Deckenschotter der Lech-Ilser-Isar-Platte auf Miozän ganz verschiedener Horizonte, daß die präglaziale Fläche keine Aufschüttungs-, sondern eine Abtragungsebene gewesen sei. Da keine Spuren der erodierenden Flüsse vorhanden sind, müßte es eine Peneplain gewesen sein, in die Flüsse nicht mehr einschnitten. Da das bisherige „Fehlen“ von Pliozänresten in Südbayern ihren faktischen Nachweis noch nicht ausschloß, ja ihre Entdeckung eben zur Diskussion steht, und andererseits hier die Frage der gemeinsam oder nacheinander erfolgten Verbiegung des Deckenschotter und des liegenden Miozäns auch noch nicht überall klar ist, läßt sich darüber wohl noch nichts Abschließendes sagen.

Eberl hat nun in wichtigen ersten Mitteilungen zwei Flußschotterstufen (sogenannte Staufenbergschotter und Ottoberer Schotter) von

der Iller-Lech-Platte bekannt gemacht, die er als zweifellos nicht-diluvial anspricht und die sich zwischen die sicherlich noch quartären präglazialzeitlichen Donauschotter und die obermiozänen Flinzsande und -letten einschalten. Der hohe Prozentsatz an Quarz und Kristallinem gegenüber der eiszeitlichen Schotterflur und die Möglichkeit guter Einordnung in die solare Strahlungskurve von Milankovitch, die bis 1,000.000 Jahre zurückerrechnet vorliegt, sprechen für pliozänes Alter. Möglicherweise sind es auch Äquivalente einer eigentümlichen Präglazialfazies, die Verf. (Lit. 79) in Abrasionsflächen und exotischen fluvioglazialen Findlingen in England, Belgien und Südrußland zu sehen versucht, und zu der wohl auch die bekannten Sundgauschotter, Herzynschotter usw. gehörten. Doch wahrscheinlicher entsprechen diese Gebilde schon der von Eberl angenommenen „Donauzeit“ von Präglazialer, und die angezogenen Ablagerungen sind doch ein weiteres aufgefundenes Glied des (ober?)pliozänen Alpenschuttmantels. Bei der Wichtigkeit der Sache wäre ein paläontologischer Nachweis sehr zu wünschen.

E. Kraus (38) hat m. W. als erster versucht, in den altpliozänen Quarzschotterdecken des östlichen Niederbayerns und Oberösterreichs die Äquivalente der fehlenden Schotterstrangwurzeln zu erkennen, die ehemals zwischen der tektonischen Alpengrenze und dem morphologischen Alpenrand lagen. Andererseits legt er in Übereinstimmung mit den hier wahrscheinlich gemachten Anschauungen seine Hauptbewegungsphase ins Mittelmiozän, und sieht, wie wir aus ganz anderen Gründen, in späteren Zeiten nur ein Abklingen der Orogenese. Für ganz Südbayern soll damals die Entwässerung östlich gegangen sein, im Sinne eines Vortiefenzuges, dem schon das ins pannonische Becken abziehende Tertiärmeer und ebenso heute noch die Donau folgen. So bestehend dieser Ausweg wäre, so läßt er sich vorläufig doch nicht sichern. Die Neigungswinkel der präglazialen Fläche wie die altquartären Talzüge fallen nicht nach E, die relative Armut an Quarzkieseln in den Geröllen des Gebiets von dem nach Kraus abgetragenen oberostalpinen Deckenrand bis zur pontischen Obermiozänmolasse hin gibt auch zu Bedenken Anlaß. Wo sollen die Flyschquarzite geblieben sein? Eher schon wäre das bereits von Troll beanstandete Fehlen der obermiozänen Talvorschüttung E des Chiemsees durch Abtragung gegen den Bayerischen Wald hin zu erklären, während eine Verfrachtung sogar aus der Illergegend statt der bisherigen S-N-Richtung in plötzlicher W-O-Richtung doch sehr unwahrscheinlich ist.

Zunächst fehlen obermiozäne Schuttmassen E des Chiemsees keineswegs, wie ein Blick auf die Tabelle S. 612 lehrt, sie nehmen allerdings an Mächtigkeit und Verbreitung ab. Andererseits hat Troll gerade das Fehlen eines Inselbergs vor dem Ausgang des Isar- und des Inntales als Beweis für die spätere Entstehung der Quertäler angeführt. Wir wiesen demgegenüber darauf hin, daß gerade ab Isar und Inn ostwärts die heutigen Flüsse in gewisser Entfernung vom Alpenrand nach E abschwanken. Damit sehen wir mit ein Anzeichen für die in Österreich spätmiozän, in Oberbayern pliozän einsetzende Abdrehung des bisher N gerichteten Vortiefenzugs nach E, so wie Kraus auch schon die Donau-richtung als Zeichen aufgefaßt hat. Parallel dieser Erscheinung geht das

Ausklingen der obermiozänen Schuttmassen nach E. Unsere Auffassung wird am besten bestätigt durch einen Satz Winklers: „Das Fehlen obermiozäner Schuttablagerungen am Außensaum der östlichen Nordalpen ist kein zwingender Beweis für das Nichtvorhandensein eines nachbarlichen, in starker Aufwölbung begriffenen kalkalpinen Gebirges, da dieser Teil des Vorlandes damals schon aus dem Stadium einer Akkumulationslandschaft in jenes eines Abtragungsraums getreten war“.

Ganz neuerdings setzt Kraus (43) seine Quarzrestschotter, die er zuerst aus der Gegend von Ortenburg und Vilshofen oberhalb Passau beschrieb, aus dem Oberstmiozän ins Unterpliozän, und stellt sie zu den bis ins Wiener Becken alpenrandlich hinziehenden Belvedereschottern. In dieser Form ist eine Ableitung aus den Obermiozänkonglomeraten durchaus möglich, sowohl aus den die inzwischen gehobene Oligozänvortiefe bedeckenden Schotterwurzeln (zwischen den Inselbergen und dem Kalkalpenrand), die ja heute ganz verschwunden sind, als auch teilweise aus dem Vorland. Wir schließen uns ganz der tektonischen Deutung an, daß hier ein letztes Abwandern der Vortiefe nach N vorliegt, während gleichzeitig der bisherige Vortiefenstreifen wie seine altmiozänen und oligozänen südlichen Vorläufer nachschwillt und stabil dem Alpenkörper angegliedert wird. Man darf nur den nun statt von S nach N mehr von SW nach NE zielenden Vortiefenzug im Pliozän nicht allzuweit im W sehen wollen, nicht umsonst haben sich dort die obermiozänen Inselberge am besten erhalten und scheinbar auch das Pliozän, während in Niederbayern und Oberösterreich sie vielleicht ganz, auch vor den alten Alpentalausgängen, der späteren Umlagerung zum Opfer gefallen sind. Es kann ja nicht geleugnet werden, daß die Gesteinszusammensetzung dieser in Richtung auf Silikatausele umgelagerten pliozänen Schotterplatten petrographisch viel Gemeinsames mit der obermiozänen potamischen Fazies aufweist. Aber auch das heutige Flußbild zeigt deutlich die Grenze der östlichen Abdringung des ausklingenden Vortiefenzugs: sie liegt am Lech. W des Lech über die Iller hinaus entwässern noch alle S Donauzuflüsse im alten Sinne S—N, im E aber bekommen sie auf gewisser Höhe, wie die Isar und der Inn, alle einen mehr oder weniger plötzlichen Knick nach E, den ich im Sinne der Krausschen Vorstellung deuten möchte.

Es bleibt also nichts übrig, als den Tischberg, und die andern Inselberge (im weiteren Sinn) in ähnlicher Weise als Glazialhärtlinge anzusprechen. Das Ausmaß der pliozänen Vorarbeit wie auch das der fluvio-glazialen Intensivierung der Glazialerosion läßt sich schwer abschätzen. Die Lage der isolierten Härtlinge zwischen den Zungenbecken zeigt aber, daß sie mindestens wärmezeitlich schon überhöht und ihre Flanken eingetieft waren, und daß das Eis dabei eine beachtenswerte Rolle gespielt haben muß. Wir beschränken uns nun wieder ganz auf den Tischberg, wo die Beziehungen zwischen petrographischer Faziesverteilung und heutiger Formenwelt ein deutliches Ablesen der morphologischen Entwicklung gestatten. Eine Übertragung der lokalen Resultate auf die übrigen orographisch hervortretenden Miozänstüffächer wird möglich sein, wie sich am Beispiel des Pfänders weisen wird.

Rothpletz schloß aus den gemessenen Basispunkten der tertiären Unterlage des Deckenschotters auf tektonische Verbiegungen im Gebiet des Isarvorlandgletschers etwa rißzeitlichen Alters. So faßt er den Tischberg als domartige Aufwölbung und die beiden Zungenbecken des Starnberger Sees und des Loisachtals zu beiden Seiten, in die der Gletscherlobus sich vor der Höhe spaltete, als Einsenkungen auf. Doch kann man diesem Ergebnis nicht zustimmen, denn die Neigungen der präglazialen Oberfläche — selbst wenn sie immer mit dem Gefälle der Deckenschotterplatte übereinstimmen würden — geben doch nicht ohne weiteres die tektonische Lage des tertiär-frühdiluvialen Vorlandes im Raume an. Und tatsächlich läuft das wirkliche Fallen und Streichen keineswegs immer parallel mit den konstruierten Verbindungsflächen der Tertiärausbisse, wie auch nicht anders zu erwarten.

Die wichtigste Tatsache in der Formgestaltung des Tischbergs (die Feichtmaier und Lebling als „einfache Kugelhaube“ bezeichnen!) ist bisher nicht beachtet worden. Ich habe schon an anderen Orten (76, 77) auf die im W und E verschieden gearteten Talhänge des Tischbergs aufmerksam gemacht. Der Tischberg bildet ja nur den Südtail des nord-südlich parallel zu den benachbarten langen Zweigbecken streichenden Münsinger Höhenrückens. Doch liegt die Kulminationslinie der höchsten Erhebungen in der Tertiärregion vom Rohrer Berg bis zum Euracher Filz zwar auch in N-S-Richtung, aber nicht in der Mitte zwischen Loisachtal und Würmsee, sondern die Höhenachse ist um $\frac{2}{3}$ bis $\frac{3}{4}$ der Ostwesterstreckung nach E verschoben. Das Gefälle des Habichtgrabens, der Anstieg der Straßen von E nach Eurasburg hinauf und von Beuerberg nach St. Heinrich ist ungemein steiler und plötzlicher, wie der Abfall nach W. Die Gefällsentwicklung im großen steht im Tischberggebiet im direkten Verhältnis zur allgemeinen Gesteinsverteilung, die Neigungen werden steil, wenn weichere, widerstandslosere Flinzmergel und Sande überwiegen, — wie am Ostabfall — die Formenentwicklung wird im einzelnen unruhig und unregelmäßig, im ganzen aber flacher, wenn harte und weiche Gesteine wechsellagern, wie am Westhang. Die kompaktesten Nagelfluhmassen stehen am Südhang, am Hennenbüchl an, in den Anschnitten der neugebauten Forstwege, und in der Höhenachse gegen den Rohrer Berg zu. Hier hat die Abtragung am wenigsten die Höhe gesenkt. Im Straßgrabenprofil sehen wir eine starke Wechselschaltung, die erst gegen den See zu in gerölllosen Flinz übergeht, dem entspricht ein stufenförmiger Abfall. Ein kräftiger Eingriff der Wasserosion wird auch heute noch weniger durch die nicht allzu festen Nagelfluhbänke allein, sondern durch Wechsellagerung mit den wasserstauenden Mergellagen verhindert.

Ganz anders ist der Steilabfall zum Loisachtal gegen Beuerberg zu bedingt. Im oberen Schindergraben sehen wir noch die festesten Bänke Nagelfluh auf einer Höhe von 670 m anstehen. Während die Erosionsbasis des Starnberger Sees mit 584 m genau in gleicher Höhe liegt wie das Loisachtal an dieser Stelle, liegt dieser Punkt in der Höhenkulminationslinie nicht in halber, sondern in dreiviertel Entfernung der W-E-Linie vom See weg. Die Ursache für den Steilabfall der Tischberg-Ostseite und für die Ausbildung der erstaunlichen Erosionsschlucht des Schinder-

grabens auf seinem kurzen Talwege ist in dem plötzlichen Wechsel von gut verfestigter Nagelfluh über massige Flinzsandsteine zu weichem Flinzmergel zu suchen. Die Geröllbänke des Tischberg-Härtlings keilen nach E nicht allmählich und intermittierend aus, wie zum Starnberger See hin, sondern gehen fast ohne Übergang in eigentlichen Flinz über. Nur einzelne vereinzelt kleine Vorkommen treten noch spärlich auf, sie konnten natürlich der glazialen und fluviatilen Ausräumung im Loisachzweigbecken keinen nennenswerten Widerstand bieten. Die weichen ungebundenen Gesteine konnten ja nicht einmal dem Eisdruck standhalten, und die genaue Übereinstimmung zwischen Faziesfrequenz und morphologischer Entwicklung läßt keinen Zweifel daran aufkommen, daß der Tischberg als Härtling je nach der Menge und der Lage seiner widerständigeren Teile beim Vorrücken der Isareiszunge ausgespart wurde.

Bei seiner relativ geringen Höhe vermochte er sich natürlich nicht auf die Dauer als Nunataker zu behaupten, aber das Stammbecken teilte sich an seiner Stirn in Zweigbecken, es trat ein „Differentialfließen“ (Fairchild) im großen ein, die Stromlinien, die den Tischberg hinaufstiegen, verloren an Kraft, um so mehr gewannen die beiderseits benachbarten Stromfäden, die nun leichte Arbeit in dem plastischen und unverfestigten alten Sedimenten der schotterarmen Linnofazies fanden. Die fluvioglaziale Erosion mag das ihre dazu getan haben.

Wir kennen einen der Ursche nach analogen Fall im Rheingletschergebiet. Es ist das isolierte OSM-Vorkommen des Pfänder—Hirschbergzuges, der in NNE-Richtung vor dem Rheintal liegt. Westlich von ihm liegt das Zweigbecken des Laiblchtales, das vom Bodenseestammbecken als einziges in Fortsetzung der alten Rheintalrichtung nach NNE vorstieß. E des Pfänders zieht das in die Bregenzer Aach einmündende Rotachtal hin, das ebenfalls in nordöstlicher Richtung einen Gletscherarm der im Bregenzer Wald liegenden Eismasse aufnahm (vgl. Lit. 78). Der Nagelfluhhärtling des Pfänders weist analoge Charakteristika wie der Tischberg auf. Ein Steilabfall liegt im W, wo an die überwiegenden Schottermassen vorherrschender Molassesandstein im glazial ausgeräumten breiten Bett der Laiblach grenzen. Im E ist der Abfall weniger steil, das Tal nicht so stark eingetieft, es verdankt seine Existenz den wechselnden Gesteinen im raschen Übergang von der OSM über einen schmalen Streifen OMM in die UMM. Der kurze steile Südabfall des Pfänders am Gebhardsberg ist fast frei von Glazialsedimenten, während sich in dem ähnlich dem Münsinger Höhenrücken langsam ins Allgäu abdachenden Höhenzug an den Flanken die Reste der Seitenmoränen anschmiegen.

Die gleiche Erscheinung zeigt auch der Tischberg. In seinem Stromschatten liegen nur wenig divergierend nebeneinander die rechten Seitenmoränen des Würmseezweigbeckens und die linken des Loisachbeckens, die sich auf der Höhe des Münsinger Rückens vernähen. Rothpletz fiel es sehr auf, daß im Gegensatz hierzu der Südhang des Tischberges völlig frei von Diluvium sei, ebenso wie die Einzelhöhen des Tischberges i. e. S. und z. T. des Rohrer Berges (713 m). Er hält es für wenig wahrscheinlich, daß hier eine nunatakergleiche Erscheinung vorliegt, was natürlich auch nicht in Frage kommt.

Eher hält er ein Abwaschen an diesen höchsten Punkten durch Gletscherbäche an der Nahtstelle beider Loben für möglich. Für das fast völlige Fehlen von Grundmoräne am Südanstieg des Tischbergs macht er einen Vorstoß des schon ins Stammbecken zurückgezogenen Würmgletschers verantwortlich, „der an dem Gehänge heraufstieg, die vorhandenen Moränen abschürfte, sich aber dann so rasch wieder zurückzog, daß keine Zeit für Ablagerung neuer Moränen blieb, die als Stirn­moräne erst erfolgte, als der Gletscherrand bei Eurach und Oberhof eine längere Ruhepause machte“. Wir können uns dieser Vorstellung unmöglich anschließen, besonders seitdem Penck selbst neuerdings die ursprünglich von ihm und Brückner angenommenen hier in Frage kommenden großen Unterbrechungen der Würmeiszeit, wie Laufend- und Achenschwankung, aufgegeben hat. K. Troll hat für unser Gebiet bereits die Parallelisierung der Stillstandslagen als reine Haltepausen im einheitlichen Rückzug des abschmelzenden Würmgletschers angenommen (73). Der durch Penck schon früh bekannt gewordenen Weilheimer Stillstandslage vor dem Ammerseezweigbecken entspricht der Endmoränenkranz bei Antdorf und Nantesbuch am Stirnrand des Isarstammbeckens, hinter den sich Würm- und Loissachzweigungen gemeinsam zurückgezogen hatten. Dieser Eisrand an der Grenze von Zweig- und Stammbecken, früher als Bühlstadium aufgefaßt, ist also nur ein Stillstandsstadium, entsprechend dem Stephanskirchner Stadium Trolls im Inngletschergebiet oder den Seemoränen am Bodensee, denen kein Vorstoß folgte.

Dadurch ist die Unmöglichkeit der Rothpletzschens Vorstellung schon nachgewiesen. Sie ist aber auch an sich haltlos, denn wenn der noch einmal überfahrende Vorstoß von Nantesbuch her die vorhandene Moränendecke abgetragen hätte, so müßte er sie entweder in einer Stirn­moräne in der Gegend der Straße St. Heinrich—Beuerberg abgesetzt haben, oder sie wäre beim Abschmelzen einfach liegen geblieben. Der Eislobus kann seinen Schutttinhalt bei einem noch so schnellen Rückzug, der doch nur eine Rand- und Oberflächenschmelze ist, doch nicht einfach mit zurücknehmen!

Im Rahmen der Anschauung vom Tischberg als Glazialhärtling läßt sich eine Vorstellung im Anschluß an die Erscheinungen bei Drumlins (vgl. Ebers) und Rundhöckern eher folgendermaßen begründen: Der Tischberg-Südhang am Rand des Stammbeckens wurde wie der ganze Höhenrücken vom Eis überfahren, der Nagelfluhblock erteilte aber den seitlich an ihm vorbeiziehenden Stromfäden erhöhte, den an ihm aufsteigenden Strombahnen verminderte Geschwindigkeit. Er wurde dadurch im Verein mit dem Übergang in die Flinzfazies zu beiden Seiten erste Ursache zur Teilung in des Starnberger und Wolfratshausener Zweigbecken (abgesehen von einer Präwürm-Voranlage). Die am Südhang aufprallenden Eismassen schürften die Nagelfluh so weit wie möglich ab, bei dem beträchtlichen Höhenanstieg erlahmte ihre Kraft aber bald, und der eigentliche schuttbeladene Eisstrom des Stammbeckens teilte sich schon vor dem Tischberg; der Schutt folgte dem Hauptstromzug, während die Eismasse am Südhang ziemlich bewegungslos liegen blieb. So haben wir einen an Grundmoräne armen Toteiskeil am Südhang

liegen. Beim Rückzug des Eises verlor dieser, im toten Winkel und ansteigenden Gelände liegend, zu allererst seine Bewegungsreste. Er lag ja am Südhang, wo ihn die Insolation zuerst vernichten mußte. Im Stromschatten des Nagelfluhhärtlings hingegen sammelte sich der Schutt bedeutend an, jener wirkte wie ein Block im Flußschotterstrom mit einer Schutfahne in Lee und Auskolkung in Luv. Die vernähten Seitenmoränen auf dem Münsinger Rücken sind — cum grano salis — als Leomoränen im Sinne der schwedischen Quartärgeologen, ähnlich dem crag and tail-phenomen Geikies, aufzufassen. Der Tischberg-Härtling hat im großen in der Eismasse die Rolle gespielt, wie der feste Molassestirnkern eines Drumlins.

Literatur.

1. 1925. Abel O., Ein Lösungsversuch des Flyschproblems. Akademie der Wissenschaften in Wien. Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse.
2. 1927. — Lebensbilder aus der Tierwelt der Vorzeit. 2. Auflage, Jena. Kap. „In den Mangrovestümpfen der Alpeninsel zur oberen Kreidezeit“ und „Landschaft und Tierleben des Wiener Beckens in der mittleren Miozänzeit“.
3. 1884. Andreae A., Ein Beitrag zur Kenntnis des Elsässer Tertiärs. Abhandlungen zur geologischen Spezialkarte von Elsaß-Lothringen, Bd. 2, Heft 3.
4. 1894. v. Ammon, L., Geologische Übersichtskarte der Gegend von München, mit Text. Festschrift der Geographischen Gesellschaft München.
5. 1903. Bärtling R., Die Molasse des Hohenpeissenberges und seiner Umgebung. Diss. München.
6. 1914. Baumberger E. und Menzel P., Beitrag zur Kenntnis der Tertiärflora aus dem Gebiete des Vierwaldstättersees. Mém. Soc. paléont. Suisse, Vol. XI, Genf.
7. 1915. Berz K. G., Petrographisch-stratigraphische Studien im oberschwäbischen Molassegebiet. Jahreshefte des Vereines für vaterländische Naturkunde, Jahrgang 71, Stuttgart.
8. 1926. Blanck und Scheffer, E. und F., Über rotgefärbte Verwitterungsböden der miozänen Nagelfluh von Bregenz am Bodensee. Chemie der Erde, Bd. 2, Jena.
9. 1924. Blumrich J., Grundriß einer Geologie Vorarlbergs. Volksschriften der Heimat, Heft 1, Bregenz a. B.
10. 1928. — Geologie des Rotachtales. Heimat, Heft 1, Bregenz a. B.
11. 1922. Boden K., Tektonische Fragen im oberbayerischen Voralpengebiet. Centralblatt für Mineralogie usw., Nr. 12 und 13.
12. 1923. — Über Konglomerate und Breccien in den bayerischen Alpen. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 75.
13. 1925. — Die Geröllführung der miozänen und obermiozänen Molasseablagerungen im südbayerischen Alpenvorland zwischen Lech und Inn und ihre Bedeutung für die Gebirgsbildung. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Bd. 18, Heft 3.
14. 1921. Bracht E., Der Sumpfpypressenwald in Florida. Naturwissenschaftliche Wochenschrift, Neue Folge. Bd. 10, Nr. 8.
15. 1905. Bubendey, J. F., Die Gewässerkunde. Handbuch der Ingenieurwissenschaften, Teil 3, Bd. I.
16. 1926. Cadisch J., Der Bau der Schweizer Alpen. Zürich.
17. 1928. — Das Werden der Alpen im Spiegel der Vorlandsedimentation. Geologische Rundschau, Bd. 19, Heft 2.
18. 1922. Deecke W., Phytaläontologie und Geologie. Berlin.
19. 1928. Eberl, B., Zur Gliederung und Zeitrechnung des alpinen Glazials. — Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 80, 3/4.
20. 1928. — Zur Chronologie und Gliederung des Eiszeitalters im Bereich des alpinen Glazials. — Anthropologischer Anzeiger, Jahrgang V, Heft 3.
21. 1925. Ebers, E., Die bisherigen Ergebnisse der Drumlinforschung. Eine Monographie der Drumlins. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abteilung B, Beilage-Bd. 53.

22. 1922. Erb L., Zur Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse. Geognostische Jahreshefte, Jahrgang 35.
23. 1923. Feichtmaier O., Lebling C., Weithofer K. A., Geologische Ausgabe des Blattes Tölz der Karte des Deutschen Reiches 1: 100.000, München, Erläuterungsheft.
24. 1792. Flurl. M. v., Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz mit den darin vorkommenden Fossilien. München.
25. 1861. Gumbel, C. W. v., Geognostische Beschreibung des Bayerischen Alpengebirges. Gotha.
26. —? — Gutmann, Gliederung der Molasse und Tektonik des östlichen Hegaus. Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt, 7.
27. 1855. Heer O., Flora tertiaria helvetiae. Bd. I, Wintherthur.
28. 1864. — Die Urwelt der Schweiz. Zürich.
29. 1919. Heim Alb., Geologie der Schweiz. Bd. I, Leipzig.
30. 1923. Hennig E., Geologie von Württemberg und Hohenzollern. Berlin.
31. 1927. Heritsch, Die Deckentheorie in den Alpen. Fortschritte der Geologie und Paläontologie, Heft 17, Berlin.
32. 1926. Hofmann Elise, Inkohlte Pflanzenreste aus dem Tertiär von St. Kathrein am Hauenstein. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, Bd. 3, Heft 3.
33. 1927. — Vergleichende anatomische Untersuchungen an rezenten Pneumatophoren von *Taxodium distichum* sowie an fossilen Pneumatophoren aus Parschlug in Steiermark. Berg- und hüttenmännisches Jahrbuch, Bd. 25, Heft 3.
34. 1927. Hummel K., Diluvialterrassen im Prahovatale bei Campina (Rumänien) und quartäre Vortiefenbildung am Außenrande der Karpathen. Centralblatt für Mineralogie usw., Nr. 11, Abteilung B.
35. 1889—95. Keller R., Beiträge zur Tertiärflora des Kantons St. Gallen, I, II, III. Berichte der St. Gallener Naturforschenden Gesellschaft.
36. 1862. Kirschleger, Flore d'Alsace.
37. 1870. — Flore Vogëso-rhénane.
38. 1915. Kraus E., Geologie des Gebietes zwischen Ortenburg und Vilshofen in Niederbayern an der Donau. Geognostische Jahreshefte, Jahrgang XXVIII.
39. 1923. — Sedimentationsrhythmus im Molassetrog des bayerischen Allgäu. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft Danzig, Bd. 1.
40. 1926. — Geologische Forschungen im Allgäu, I—V. Geologisches Archiv.
41. 1927. — Neue Spezialforschungen im Allgäu (Molasse und Flysch). Ein Beitrag zur Kenntnis geosynklinaler Vorgänge. Geologische Rundschau, Bd. 18.
42. 1927. — Der orogene Zyklus und seine Stadien. Centralblatt für Mineralogie usw., Nr. 6, Abteilung B.
43. 1928. — Westalpiner Flysch-Miozän. — Abriß der Geologie von Bayern. ed. W. M. Schuster, München.
44. 1914. Krause E. H., Die Nadelhölzer Elsaß-Lothringens. Mitteilungen der Gesellschaft für Erdkunde und Kolonialwesen zu Straßburg, Heft 5.
45. 1921. Kräusel R., Die Erforschung der tertiären Pflanzenwelt, ihre Methoden, Ergebnisse und Probleme. Senckenbergiana, Bd. 3, Heft 3/4.
46. 1921. — Ist *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 39, Heft 7.
47. 1921. — Der Bau des Wundholzes bei fossilen und rezenten Sequoien. Paläobotanische Notizen, V/VI. Senckenbergiana, Bd. 3, Heft 5.
48. 1924. — und Schönfeld G., Fossile Hölzer aus der Braunkohle von Süd-Limburg. Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft, Bd. 38, Heft 3.
49. 1925. — Zur „Sumpfoornatur“ der mitteldeutschen Braunkohle. Centralblatt für Mineralogie usw., Nr. 6, Abteilung B.
50. 1925. — Neuere Untersuchungen über die Entstehung der Braunkohle. Die Naturwissenschaften, Jahrgang 13, Heft 7.
51. 1921. Kubart B., *Taxodium distichum* oder *Sequoia sempervirens* Charakterbaum der deutschen Braunkohle? Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft, Bd. 39, Heft 1.
52. 1923. — Einiges über unsere Braunkohle. Braunkohle Nr. 34.
53. 1924. — Beiträge zur Tertiärflora der Steiermark nebst Bemerkungen über die Entstehung der Braunkohle. Arbeiten des Phytopaläontologischen Laboratoriums der Universität Graz, Nr. 1.

54. 1929. C. Lebling, Die paläogeographische Bedeutung der oberbayrischen Molasse. — Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft A., Bd. 80, H. 4. 1928.
55. 1927. Leuchs K., Geologie von Bayern, II. Bayrische Alpen. Berlin.
56. 1916. Loczy, L. v., Die geologischen Formationen des Balatonsees. Resultate der wissenschaftlichen Erforschung des Balatonsees. Bd. I, Wien.
57. 190 ? Ludwig A., Flußgeröll, Molasseproblem und Alpenfaltung. Jahrbuch des Schweizer Alpenclubs, Jahrgang 45.
58. 1926. Pávai, F. V. v., Über die jüngsten tektonischen Bewegungen der Erdrinde. Föld. Közl. 55, Budapest.
59. 1901—09. Penck und Brückner, Die Alpen im Eiszeitalter. Bd. II.
60. 192 ? Petrascheck, Die Kohlengeologie der österreichischen Teilstaaten, V, VI, Braunkohlenlager der österreichischen Alpen.
61. 1921. Popescu-Voitești, Aperçu général sur la géologie de la Roumanie.
62. 1926. Reis O. M., Bemerkungen zu dem Fund eines Baumstammes in der brackischen Molasse von Hausham. Geognostische Jahreshefte, Jahrgang 39.
63. 1927. Richter M., Molasse und Alpen. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 79, Monatsberichte Nr. 5/7.
64. 1917. Rothpletz A., Die Osterseen und der Isarvorlandgletscher. Landeskundliche Forschungen, Heft 24, München.
65. 1913. Schad J., Die Grenze des mitteloligozänen Meeres in Schwaben. Jahrbuch und Mitteilungen des Oberrheinischen Geologischen Vereins, Bd. 3.
66. 1903. Schalch, Die Molasse der Überlinger Halbinsel und im badischen Seenkreis. Mitteilungen der Badischen Geologischen Landesanstalt.
67. 1917. Schlosser M., Die tierischen Überreste in der Tutzingener Ziegelgrube (enthalten in Lit. Nr. 64).
68. Schönfeld, G., vgl. Kräusel, 1924, Nr. 48.
69. 1793. Schrank, F. P. v., Reise nach den südlichen Gebirgen Bayerns. München.
70. 1915. Stefanini G., Il Neogene del Veneto. Mem. dell'Istit. Geol. d. R. Univ. di Padova. Vol. III.
71. 1926. Steinböck H., Über den anatomischen Bau des Markkörpers einiger Koniferenholzer. Arbeiten des Phytopaläontologischen Laboratoriums der Universität Graz, 3.
72. 1924. Troll K., Der diluviale Inn-Chiemseeegletscher. Forschungen zur Deutschen Landes- und Volkskunde, Bd. 23, Heft 1.
73. 1925. — Die Rückzugsstadien der Würmeiszeit im nördlichen Vorland der Alpen. Mitteilungen der Geographischen Gesellschaft München, Bd. 18, Heft 1/2.
74. 1926. — Über Bau und Entstehung des bayerischen Alpenrandes. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, Bd. 78, Abhandlungen Nr. 1.
75. 1926. Thomas H., Stratigraphie und Tektonik der Allgäuer Molasse nördlich vom Weissach- und Alpseeal. Neues Jahrbuch für Mineralogie usw., Beilage — Bd. LV, Abteilung B.
76. 1927. Wasmund E., Zur Postglazialgeschichte des Würmseegebietes. Verhandlungen der Internationalen Vereinigung für theoretische und angewandte Limnologie (Moskau), Bd. III., Stuttgart.
77. 1928. — Natur und Landschaft der Gemeinde Holzhausen am Würmsee in ihrer erdgeschichtlichen und gegenwärtigen Entwicklung. Lechisarland, Zeitschrift des Heimatverband Huosigau, Heft 2—6 (betreffendes Zitat in Lit. 72 irrtümlich).
78. 1929. — Ein rhätischer Riesenfindling im Allgäuer Rheingletschergebiet. Centralblatt für Mineralogie usw., Abt. B.
79. 1929. — Klimaschwankungen in jüngerer geologischer Zeit. — Handbuch der Bodenlehre, ed. E. Blanck, Bd. II. Berlin.
80. 1926. Winkler A., Zur geomorphologischen und geologischen Entwicklungsgeschichte der Ostabdachung der Zentralalpen in der Miozänzeit. Geologische Rundschau, Bd. 17.
81. 1924. — Über die Beziehungen zwischen Sedimentation, Tektonik und Morphologie in der jungtertiären Entwicklungsgeschichte der Ostalpen. Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften in Wien, Mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse, Abteilung I, Bd. 132, Heft 9/10.
82. 1906. Württenberger, Die Tertiärfloora des Kantons Thurgau usw., Mitteilungen der Thurgauer Naturforschenden Gesellschaft, Heft 17.

Nachtrag.

Wir waren im Verlauf der Arbeit auf Grund der Einzeltreibholzfunde in den obermiozänen Inselbergen des nördlichen Alpenvorlandes zu der Auffassung gekommen, daß die Schotterfluren und Flinzaltwässer der sarmatischen und potamischen Fazies mit einer ihr eigentümlichen Zypressen- und Sumpfszypressen-Formation bestanden vorzustellen sind. Die Anhaltspunkte für diese Meinung werden erfreulicherweise durch einen weiteren Fund bereichert, von dem ich während der Drucklegung durch freundliche, mündliche Mitteilung von Herrn Rechtsrat M. Kellenberger, Vorstand des Geologischen Reiser-Museums zu Kempten im Allgäu, Kenntnis erhielt. Der Genannte fand im Herbst 1918 auf dem Waldgrundstück Huberholz in einem Bachtobel etwa 500m N Ursulasried (rechts der Iller, ca. 4km N Kempten) in etwa 670m NN einen verkohlten Baumstumpf. Er stak in einer fettig-tonigen, bläulich-grünen, viel Glimmer führenden flinzartigen Sandsteinbank, über der im Hangenden eine etwa 3 m mächtige Bank bunter Nagelfluh (mehr als 10% kristalliner Gerölle) folgte. Beide Schichten gehören nach dem erfahrenen Kenner ganz zweifellos der OSM an und sind sarmatisch. Der Fund wurde freigelegt, dabei kam ein zu Pechkohle inkohlter Baumstamm zum Vorschein. Konservierungsversuche konnten den Zerfall im Museum nicht hindern. G. Schönfeld, Dresden, wurde eine Probe zur paläobotanischen holz-anatomischen Untersuchung übergeben, die auch hier durch die schlechte Erhaltung der Markstrahlen sehr erschwert wurde. Immerhin erwiesen Kollodiumabzüge, daß es sich zweifelsfrei um ein Nadelholz der Gattung *Cupressinoxylon* handelt. Es liegt also stratigraphisch, biostratonomisch und paläobotanisch ein vollkommenes Analogon zu den Fundverhältnissen am Tischberg vor.



Abb. 4. Profil im Bachbett des Straßgrabens ob Pischetsried am Starnberger See.
Phot. S. Ruoff.



Abb. 5. Koniferenbaumstamm, Profil wie oben vergrößert, in der obermiozänen Nagelfluh.
Phot. S. Ruoff.



Abb. 6. Dambruch in die Liechtensteinische Rheintalebene, September 1927, Aufschotterung der Felder bis 1 m Mächtigkeit.



Abb. 7. Schotterbett des Alpenrheins zwischen Chur und Landquart, mit festgefahrenen Baumstämmen und Stubben. August 1928.