

## Die beiden interstadialen Würmböden in Südbayern

Von E. C. KRAUS, München

Mit 6 Abbildungen im Text

**Zusammenfassung.** Gegenüber der Mitteilung von J. BÜDEL 1957, er habe meinen mittelwürmischen Interstadialboden in der Murnauer Gegend nicht finden können, wird gezeigt, daß er da ist und warum er für ihn nicht zu sehen war. Die auf der Nichtexistenz jenes Mittelwürm-Interstadials aufgebauten Schlußfolgerungen gegenüber der Klimakurve von P. WOLDSTEDT wie auch die paläoklimatologischen Schlüsse (J. BÜDEL 1960) entfallen oder bedürfen doch erheblicher Abänderungen. Die Folgerungen von E. EBERS 1960 konnten unterstrichen und erweitert werden.

Inzwischen wurden noch zahlreiche neue Vorkommen jenes Mittelwürmbodens, auch solche im Niederterrassenschotter außerhalb der Reichweite der Würmendmoränen entdeckt. Aus einem Vergleich der Würmkaltzeit-Profile des südlichen Oberbayerns mit den Lößprofilen im Bereich von Krems an der Donau und mit den südostcanadischen, sowie den anschließenden Wisconsin-Schichtfolgen, ergibt sich heute wohl einheitlich ein dreifaches Anwachsen der würmzeitlichen Eisfelder, am stärksten der Jungwürmglätscher. In den Zwischenzeiten verwitterten die eisfrei gewordenen Flächen während erheblich lang dauernder Interstadialzeiten.

Solcher stratigraphischer Wechsel beruht offenbar hauptsächlich auf einem auffallend gleichartigen und überraschend weit verbreiteten Klimawechsel.

Nomenklatorisch scheint es empfehlenswert zu sein, die drei Würmhauptglieder so zu benennen, daß zu „Altwürm“, „Mittelwürm“ und „Jungwürm“ jeweils ein bedeutender Eisvorstoß und dessen anschließendes Zurückschmelzen mit Verwitterung im Interstadial, beziehungsweise im Spätglazial gehört. Daher rechneten wir Hörmating noch zu Altwürm, dessen Äquivalent in SE-Canada schon als „Mid-Wisconsin“ aufgeführt wurde.

Die völlig abweichende Verwitterungsart des altwürmischen Interstadials von jener des länger dauernden, chemisch viel stärker verwitterten Riß/Würm-Interglazials (des Sangamon interglacial) schließt neben anderen Gründen eine Verwechslung oder Identifizierung beider aus.

Es wurde gezeigt, daß dieses klimatische Geschehen sich abspielte nicht etwa auf einer völlig ruhenden Untergrundsbühne. Vielmehr ging das langsame, undativ weitgespannte Auf und Nieder, das dem Geologen nicht nur in Gebirgsnähe, sondern auch auf den Kontinenten wohl bekannt ist, fort während der würmeiszeitlichen Klimawechsel. So kann der Gegensatz zwischen Terrassenschachtel (Altes hoch, daneben Junges tief) und Terrassen-Verschüttung (Altes tief, darüber Junges hoch) auch in Südbayern verstanden werden.

**Résumé.** En 1957 M. J. BÜDEL me renseignait qu'il ne pouvait pas trouver mon sol interstadial du wurmien moyen ("mittelwürmischer Interstadialboden") dans la région de Murnau. Dans la présente publication je prouve son existence et j'explique pourquoi il était invisible pour M. BÜDEL. Les conclusions à l'égard de la courbe climatique de P. WOLDSTEDT résultants de la non-existence de ce sol ainsi que les conclusions paléoclimatologiques (J. BÜDEL 1960) sont démenties ou au moins modifiées dans une large mesure. Les conclusions de E. EBERS (1960) peuvent être soulignées et élargies.

Entretemps on a découvert de nombreuses autres trouvailles, également dans le Niederterrassenschotter au Nord de la région des moraines wurmiennes. En comparant les coupes glaciales de la Haute Bavière du Sud avec les coupes du Löß aux environs de Krems sur le Danube et avec les alternances de couches au Canada SE et au Wisconsin on peut aujourd'hui supposer que les glaciers wurmiens se sont agrandis trois fois, cet agrandissement étant le plus étendu pendant la dernière période wurmienne. Au cours des très longues périodes interstadielles la surface libérée de la glace s'est décomposée sous l'influence du climat plus chaud.

Ces modifications stratigraphiques sont dues évidemment à des changements climatiques qui ressemblent d'une façon remarquable à ceux qui sont intervenus en même temps au Canada SE et dont l'étendue est frappante.

Pour la dénomination et la définition il semble être recommandable de comprendre par "wurmien inférieur" („Altwürm“), "wurmien moyen" („Mittelwürm“) et "wurmien supérieur" („Jungwürm“) respectivement un accroissement important de la glace et la fusion suivante de celle-ci ainsi que la décomposition interstadiale. Aussi considérons-nous les couches interstadielles de

Hörmating comme faisant partie du wurmien inférieur. Par contre les couches correspondentes au Canada SE sont appelées „Mid-Wisconsin“.

Etant donné que la nature de la décomposition du wurmien inférieur interstadial est complètement différente de celle du Rib/Würm-Interglazial (Sangamon interglacial), qui a duré plus longtemps et dont la décomposition est plus avancée, une confusion ou une identification de ces deux sols est impossible.

Il a été montré que ces changements climatiques ne se sont pas produits sur un sous-sol immobile. Les processus lents de soulèvements et d'abaissements superficiels en forme de longues ondes, que le géologue connaît non seulement près des chaînes de montagnes mais aussi dans les continents, ont plutôt continué pendant les changements climatiques wurmiens. Ainsi on peut comprendre la différence entre la „Terrassenschicht“ (de vieilles couches sont plus haut que des couches plus jeunes à côté) et la „Terrassenverschüttung“ (de vieilles couches sont couvertes par des couches plus jeunes) en Bavière du Sud.

## Der Mittelwürm- (1955 „Innerwürm-“) Boden von Murnau

### Überblick

Im Jahre 1953 konnte ich, zuerst in einer großen Kiesgrube bei Huglfing (8 km S Weilheim), dann in 11 weiteren Schottergruben nördlich von Murnau, Oberbayern, über dem altwürmischen Murnauer Schotter und unter der Grundmoräne des Jungwürm-Gletscher-Hauptvorstoßes einen Verwitterungshorizont nachweisen (E. KRAUS 1955). Er bewies die zeitliche Trennung von 2 würmeiszeitlichen Eisverbreitungen im nördlichen Alpenvorland.

J. BÜDEL antwortete 1957 auf meine Veröffentlichung mit Gründen, welche gegen die Existenz eines solchen Verwitterungsbodens und damit gegen eine Zweiteilung der Würmeiszeit im Loisach-Vorland sprächen. Sehr mit anderen Problemen beschäftigt (Lit. 1959), war ich der Meinung, die Geländebeobachtungen müßten sich allein durchsetzen. Das war zu optimistisch, denn sogar 2 Bodenkundler lehnten jenen Boden ab, weil es sich nach J. BÜDEL z. T. um einen 2 m mächtigen nachwürmischen Verwitterungsboden handeln sollte, und obwohl ich 1955 2 Seiten mit Bodenanalysen von örtlich genau definierten Fundorten publiziert hatte!

Demgegenüber hat keiner von den Kollegen, denen ich den Boden im Gelände zeigte, irgendeinen Zweifel für möglich gehalten. Auch gelang es E. EBERS bei Hörmating (NW von Rosenheim) außerdem einen zweiten, tieferen Interstadialboden der Würmzeit auffindig zu machen und dessen Alter mit der  $C_{14}$ -Methode (H. DE VRIES) als annähernd gleichzeitig mit dem Göttweig-Interstadial der Würmzeit festlegen zu lassen.

Angesichts der Bedeutung solcher Interstadialböden sehe ich mich nach erneuten Geländeprüfungen 1959 und 1960 veranlaßt, die Gründe zu beleuchten, welche Herrn J. BÜDEL angeregt haben dürften, ein Interstadial zu leugnen und damit gleichzeitig die Klimakurven von P. WOLDSTEDT (1956, 1958, 1960) abzulehnen.

Nachdem wir nun schon 2 interstadiale Würmböden kennen, verlasse ich für den jüngeren die 1955 verwendete Bezeichnung „Innerwürmboden“ und folge P. WOLDSTEDT's Vorschlag (1958), an Stelle dessen von einem „Mittelwürmboden“, bei dem älteren von einem „Altwürmboden“ zu sprechen.

## Sicherstellung des Mittelwürm-Interstadiums nördlich Murnau

Bei erneutem Betreten jener Kiesgruben, in denen ich seit 1953 meinen interstadialen Boden beobachtet hatte, habe ich 1960 ähnlich wie J. BÜDEL zu meiner anfänglichen Überraschung selbst keinen Boden gesehen! In jedem Fall konnte ich jedoch schon nach kurzem Schürfen, ja meist schon nach einem Hammerschlag auf die richtige Stelle, nämlich an der Unterkante der hangenden Grundmoräne, alsbald den braunen Boden freilegen: entkalkt und unter der sehr kalk-

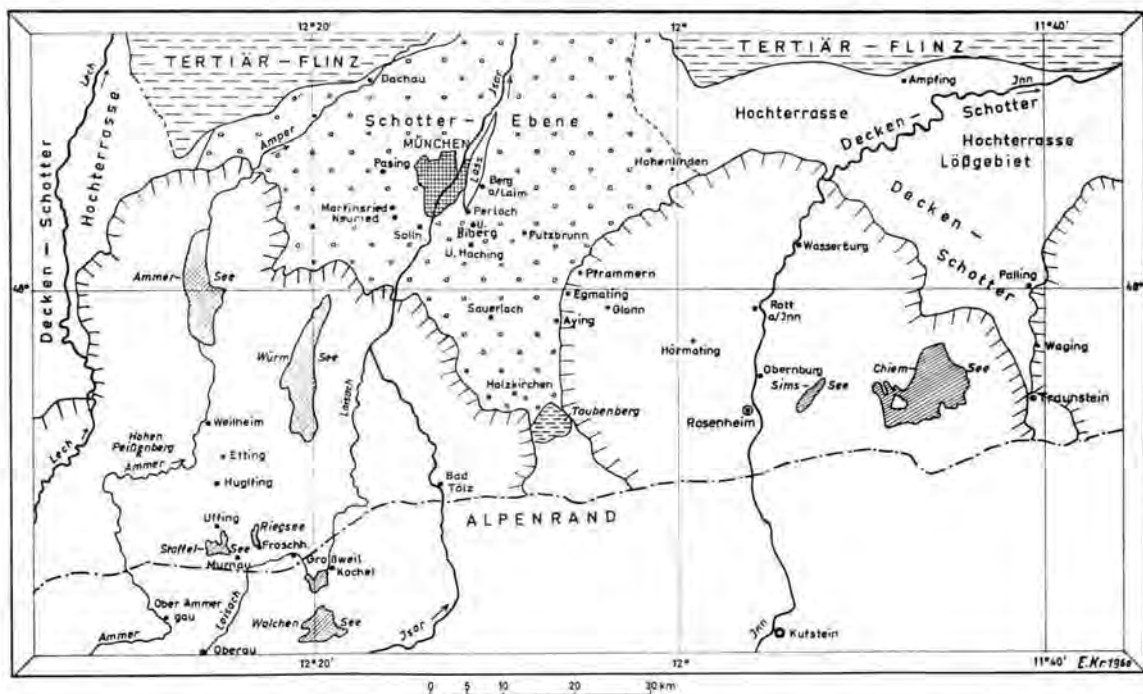


Abb. 1. Übersichtsskizze des Ammer-Isar- und des Ingglertschergiebiets mit den beiderseitigen Deckenschotter- und Reiß-Bereichen und der Münchener Niederterrassen-Schotterebene, unter der die Reiß- und Mindel-Sedimente i. a. tiefer liegen. Die im Text berührten Ortsnamen sind angegeben.

reichen Würmmoräne an der steilen Schotterwand horizontal fortziehend. Dies auf beliebige Entfernung! Ich greife einige Beispiele heraus (Abb. 2).

1) 2 Kiesgruben im SE des Riegsees, E Dorf Froschhausen. Zunächst einen Blick auf die größere Kiesgrube 850 m östlich der Kirche, von dem am SW-Rand des Riegsees gelegenen Dorfes. J. BÜDEL beschrieb von hier seine hier angeblich von den meinen abweichenden Beobachtungen, obwohl ich 1955 diese Kiesgrube deshalb gar nicht beschrieben hatte, weil damals dort mein Boden nicht sichtbar gewesen war. Aber 1960 hatten die Grubenarbeiter den oberen Grubenteil, nämlich die hangende Grundmoräne abgetragen, um nur den sauberen Murnauer Schotter darunter gewinnen zu können. Dabei hatten sie nun auch meinen über dem Schotter hier gleichfalls durchziehenden Mittelwürmboden freigelegt. Ich zeigte ihn u. a. Herrn Gerald M. RICHMOND, der als Pleistozänspezialist des Rocky Mts.-Center des US Survey in Denver, Colorado, z. Zt. in Mitteleuropa vergleichende Studien vornimmt. Er machte mich auf einen Mittelwürm-Bodenfetzen aufmerksam, der hier in der unmittelbar darüberliegenden Grundmoräne steckt. Der Genannte fand noch weitere Mittelwürmböden aufgeschlossen, z. B. bei Kaufbeuren, beiderseits des Ammersees, bei Weilheim und bei Starnberg.

J. BÜDEL hatte den 2 km östlich Froschhausen 1955 von mir beschriebenen und abgebildeten Bodenfund für den in der Kiesgrube 850 m östlich Froschhausen noch nicht auffindbar gewesen gehalten. Bei unserem Besuch 1960 wiederholte sich in Gegenwart von Mr. RICHMOND und Frau E. EBERS dieselbe Überraschung auch in der östlicheren Grube: Auch da sah man zunächst nichts von einem Boden unter der Grundmoräne. Aber



Abb. 2. Die Kiesgruben im E des Riegsees NE von Murnau.

ein Hammerschlag unter dieser genügte wiederum, um ihn freizumachen (Abb. 3). Warum?

Schon 1955 hatte ich S. 85 geschrieben: „Erst Schürfarbeit mit tüchtiger Hacke öffnet ... das klare Profil mit den unterscheidenden Farben ... , weil der Regen den an den Gruben-Steilböschungen heraustretenden Verwitterungslehm auswäscht“. Diese Bemerkungen übersah J. BÜDEL offenbar. Die hellgraue bis beige-farbene Grundmoräne unmittelbar über dem interstadialen Mittelwürmboden ist weit überwiegend sehr feinkörnig, pelitisch. Regen- und Schneeschmelzwasser spült sie an ihrer praktisch senkrechten Kiesgrubenwand ab. Der schmierige Schlamm rinnt nach unten über den bis  $\frac{1}{2}$  m mächtigen Ausstrich des Bodens und weiter über die steile, abwärts etwas flacher werdende Altwürmschotter-Grubenböschung. Je nach der Menge und Zeit des wirksam gewesen Wassers und nach den Austrocknungszeiten findet man daher eine Schmutztapete viel-

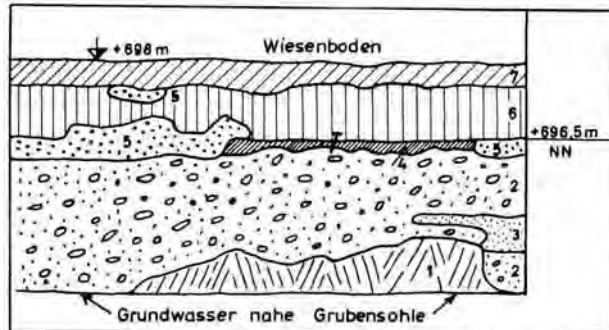


Abb. 3. Ansichtsskizze der Kiesgrube 2 km E Froshausen: 1 Hangschutt; 2 Murnauer Altwürmschotter; 3 darin Sandeinlagen; 4 der braune Mittelwürmboden; 5 Verbreitung der Schmutz-Tapete; 6 die helle Grundmoräne; 7 der nachglaziale Verwitterungsboden.

leicht von  $\frac{1}{2}$  cm Dicke vor, die den Boden-Ausstrich völlig verdeckt; oder man sieht dort, wo die Schmutzschicht wieder abgefallen ist, stellenweise oder weithin horizontal ausstreichend unseren Boden freigelegt. Da auch der nachletztglaziale Boden über der Grundmoräne örtlich mit abgespült wird, kann unsere Schmutzschicht mitunter auch bräunliche Lehmfärbung haben. Aber daß dieser Belag mit dem interstadialen Boden nichts zu tun hat, sieht man sofort, wenn man die Schmutzschicht beseitigt. Deren sonderbare Gestalten zeichnete offenbar J. BÜDEL in seiner Arbeit 1957, nicht aber meinen, von ihm gesuchten Boden, der bei seinem Besuch vielleicht nur  $\frac{1}{2}$  cm tiefer unter der Tarnschicht lag.

Wenn also mein verehrter Herr Kollege BÜDEL meinem Rat folgt und die Schmutzschicht, wenn sie da ist, beseitigt, so wird er sich von der Existenz und von der weiten Verbreitung meines mittelwürmischen Interstadialbodens im Gelände überzeugen können. Damit darf ich mir wohl ein näheres Eingehen auf die Ausführungen J. BÜDEL's unter Hinweis auf meine Arbeit 1955 ersparen.

### Weitere Würm-Interstadialböden in dem überwiegend vereist gewesenen Alpenvorland Oberbayerns

Bisher fanden wir nahe SE von München in den Kiesgruben von Waldperlach und SE von Putzbrunn in entsprechender Profil-Lage offenbar interstadiale Bodenbildungen. Als Beispiel diene die große Kiesgrube zwischen Unterhaching und Unterbiberg. An der westlichen Grubenwand sieht man über Grundwasser einen  $>4$  m mächtigen, an Kristallingeröll armen (wahrscheinlich Altwürm-)Schotter, dessen Oberfläche (hier mit viel Sand und eingelagerten Schlickfetzen), zu bräunlich-orangefarbenem, lehmigem Kiesboden verwittert ist (1 m mächtig). Gegen unten zeigt sich eine etwas schwarze ortsteinartige Umrundung der Gerölle. Über dem lehmigen Kiesboden hat man hier noch bis 10 m mächtigen Niederterrassenschotter, gleichfalls nur mit wenig Kristallingeröll, recht unregelmäßiger Korngrößenverteilung und mitunter Schrägschichtung. Ich muß gestehen, daß die geringeren Bodenreste und deren ins Orange-Farbene gehende Ausbildung mit basaler schwarzer Geröllumrundung für eine sichere Entscheidung, ob hier statt interstadialer nicht doch interglaziale Bodenreste vorliegen, schwer möglich ist.

In der südöstlich benachbarten nächsten Kiesgrube (Besitzer Roth) fand sich rd. 10 m unter Gelände in demselben Verwitterungsboden oder nächst unter ihm 1 Backzahn und ein Stoßzahnrest von Mammut (in der Sammlung des Paläontolog. Instituts der Universität München), örtlich darunter schwache Nagelfluh-Verkittung und gegen oben wieder Schlick- und Feinsandfetzen, eingespült in den Liegendschotter. 300 m weiter gegen SE wird in derselben Kiesgrube der Verwitterungshorizont (mit sehr viel Feinsand und Letten) kräftig rostfleckig und enthält mehr verwitterte Gerölle (8 m Schotterüberdeckung). Noch 150 m südlicher liegt der Boden 2 m tiefer, unter 10 m Niederterrassenschottern.

In der großen Kiesgrube SE Putzbrunn am Waldrand fand ich mit G. HABER 1954 12 m Niederterrassenschotter mit unregelmäßiger Schichtung über dem  $\frac{1}{2}$  m mächtigen, kräftig braunen Verwitterungsboden. Darin liegt wieder Schlick, der gleichfalls kräftig braun verwittert ist, darunter noch 8 m Schotter, bis zur Grubensohle mit Grundwasser. Geländeöhe des Bodens ist hier rd. 559 m ü. NN.

In allen diesen Bodenvorkommen sind basale Zapfen kaum zu sehen. Wir befinden uns hier nördlich außerhalb der Würmdmoränen in der Münchener Schotterebene. Daher ist unser Mittelwürmboden hier nicht mehr von der Würmgrundmoräne wie zwischen Murnau und Etting-Huglfing bedeckt, sondern von der Niederterrassenausstrahlung der Jungwürm-Schmelzwässer.

Grube Hörmating. Gehen wir nun südostwärts in den vom Inn-Würmgletscher einst bedeckten Raum. In der drumlinoiden Landschaft von Tunttenhamen-Hörmating

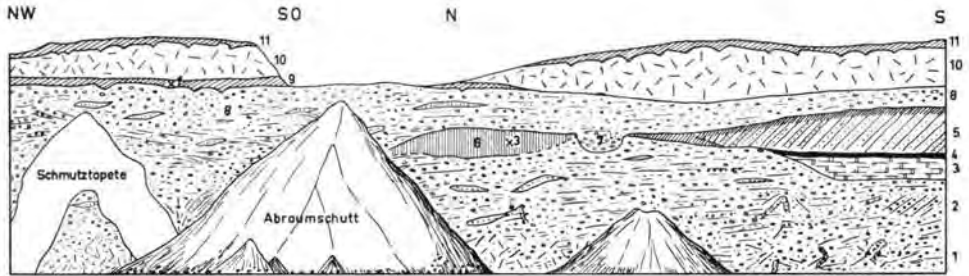


Abb. 4. Profil-Skizze der Kiesgrube südlich von Hörmating W der Bahnstation Ostermünchen (Bahn München—Rosenheim). 1 Unterer Teil des „Basalschotters“ mit glazial gestörter Lagerung und einigen gekritzten Geschrieben. 2 Höherer Basalschotter in ruhigerer Lagerung und mit Sandschmitzen (punktiert). 3 Seekreide 1,4 m; 4 Torfbänkchen 15 cm; 5 „Seeton“ bis 3 m; 6 kaffeebrauner Verwitterungsboden (alte Landoberfläche), darin Entnahme-Ort von Probe 3 (vgl. S. 49); 7 Bacheinschnitt durch Gewässer, welches den oberen Altwürmschotter 8 brachte; 9 mittelwürminterstadiale Verwitterungsrinde, auch im S noch etwas fortsetzend. Kreuz zeigt Stelle der Entnahme von Probe 1; 10 die helle, kalkreiche und z. T. hier künstlich weggeräumte Grundmoräne (bis über 3 m) des jungwürmischen Hauptvorstoßes des Eises; 11 nachglaziale Braunerde. Der südliche Grubenteil hauptsächlich nach Angabe von E. EBERS (1960). Aufnahme vom 17. 6. 1959 (stark überhöht).

hatte A. PENCK einen interstadialen Schotter gefunden, den er bereits dem Laufenschotter gleichstellte. Hier konnte E. EBERS kürzlich schräg übereinander 2 interstadiale Böden feststellen; 1960 erschien die bedeutungsvolle Publikation. Der Würmgletscher überformte während seines Hauptvorstoßes basal mit seiner Grundmoräne, den drumlinierten Altwürmschotter. Und genau wieder unter dieser Grundmoräne ist hier mein Mittelwürmböden aufgeschlossen (Abb. 4 u. 5).



Abb. 5. Wandansicht im SW-Teil der Hörmatinger Kiesgrube mit dem dunklen, bis über 2 m dick austreichenden unteren Interstadialboden, kaffeebraun, entsprechend dem Göttweig-Interstadial im Löß bei Krens an der Donau. Diese Bodenansammlung ist unter- und überlagert durch Altwürmschotter. Die Feuerwehleiter endet an der Stelle der Entnahme von Probe 3, 19. 5. 1960.

Den 1955 vom oberen Interstadialboden gegebenen chemischen Analysen sei noch eine weitere angefügt, dazu eine erste von der inzwischen durch E. EBERS bekannt gemachten tieferen interstadialen Altwürm-Verwitterungsschicht bei Hörmating. Für diese wiederum durch Herrn Oberregierungsrat Dr. Abele im Salzsäureauszug 1,15 in der bodenkundlichen Abteilung (Vorstand Reg.-Direktor Prof. Dr. Vogel) des Bayerischen Geologischen Landesamtes ausgeführten Bestimmungen bin ich den genannten Herren, sowie dem Herrn Direktor des Geologischen Landesamtes Dr. Nathan sehr zu Dank verpflichtet.

Die nachfolgend genannten Proben 1 und 3 stammen beide aus der Kiesgrube bei Hörmating (WSW Station Ostermünchen der Bahn München—Rosenheim) und wurden in Gegenwart von Frau Dr. E. EBERS von einer Feuerwehrleiter aus an der Kiesgrubenwand entnommen.

Probe 1 besteht aus lehmig-umrindetem, gelblichbraunem, sandigem Kies von der verwitterten Altwürmschotter-Oberkante. Ich entnahm sie unmittelbar unterhalb der mit scharfer, glatter Unterseite darüber greifenden, sehr kalkreichen Grundmoräne im W-Teil der Grube am 19. 5. 1960. Dieser Mittelwürmboden ist offenbar das Äquivalent des Paudorfer Interstadials im Löß.

Probe 3 ist ein lehmig verwitterter Altwürmschotterboden von fast kaffeebrauner Farbe. Er ist, wie Abb. 4 zeigt, unter dem zunächst lehmig verschmutzten, darüber sauberen Oberteil des Altwürmschotters entnommen, dessen Oberkante zu dem Mittelwürmboden (vgl. Probe 1) verwitterte. Probe 3 stammt aus dem Altwürm-Interstadial und ist offenbar Äquivalent des Göttinger Interstadials. Aus der über 2 m mächtigen Bodenschicht wurde die Probe etwa in mittlerer Höhe gesammelt.

Amts-Nr.	Probe Nr.	%	%	%	%	%	%
		R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	CO <sub>2</sub>
% der lufttrockenen Feinerde < 1 mm $\phi$							
22319	1	7,17	4,06	3,11	0,32	0,53	0,05
22320	3	6,05	3,31	2,74	0,24	0,42	0

Die Feinerde im Salzsäure-Auszug erweist sich somit an den Entnahmestellen in dem ohne Zweifel intensiver verwitterten Boden Probe 3 gegenüber dem Boden Probe 1 ärmer an Sesquioxiden, an den zweiwertigen Metallen, auch an Kohlensäure. Eine genauere Beurteilung wäre erst nach weiteren Analysen möglich. Die Ähnlichkeit der Böden ist aber sehr deutlich.

Im Mittelwürmboden (Nr. 9 in Abb. 4) liegen kräftig ausgelaugte Gerölle in Menge; verdünnte HCl zeigt keine CO<sub>2</sub>-Entwicklung. An der Entnahmestelle von Probe 1 wurde er oben gekennzeichnet. Da er unter der senkrechten Wand der Grundmoräne (Nr. 10 in Abb. 4) selbst noch diese Wand nach unten in die Wand des Altwürmschotters (Nr. 8 in Abb. 4) fortsetzt und auch von der Seite kaum zugänglich ist, konnte zunächst nur gesagt werden, daß er horizontal mit orangebrauner bis gelblicher Farbe durch die ganze über 50 m breite nordöstliche Kiesgrubenwand durchzieht und oft auf sandreichem Schotter entwickelt ist.

In dem etwas lehmigen Altwürmschotter, der mit 12—15 m Mächtigkeit noch über der Grubensohle ansteht, sieht man etwa 2 m unter dem Verwitterungsboden waagrecht auf kurze Entfernung unregelmäßig ausgehend 2 Linsen von orange-gelbem Sand, offenbar eine Eisen-Ausscheidung. Der basale Schotter, der neben den kalkalpinen Geröllen auch wieder reichlich — ähnlich dem Murnauer Schotter — Kristallingerölle führt, zeigt im westlichen Grubenteil in tieferer Lage keine interstadiale Sediment-Einlagerung, die auf wärmeres Klima oder auf freie, verwitternde Oberfläche schließen ließe. Vielmehr geht er abwärts über in eine ältere schottrige Moräne mit deutlich gekritzten Geschieben und Glazialstauchung.

Durch die Initiative von Frau Dr. E. EBERS konnte von der Stadt Rosenheim eine 22 m lange Feuerwehrleiter zur näheren Untersuchung der Grubenprofilwand und zur Probenentnahme verwendet werden. Man sieht die auch hier wieder von der pelitischen Grundmoräne herabgeronnene, helle Schmutztapete. Sie wurde vorher über dem Mittelwürm-

Interstadial-Boden weggeklopft und war teilweise darunter bereits abgeblättert, so daß an manchen Stellen der liegende Altwürmschotter etwas dunkler frei zutage tritt. Am Tage der Zeichnung von Abb. 4 hatte diese Tapete eine wesentlich abweichende Ausdehnung.

An der Stelle der Probenentnahme (Probe 1) sieht man unter der hellen, kalkreichen Grundmoräne dunkel den braunen, entkalkten Mittelwürmboden.

Dieselbe Größenordnung der Sesquioxide im HCl-Auszug der Feinerde, derselbe allgemeine Habitus, dieselbe stratigraphische Lage über demselben Altwürmschotter und unter derselben Hauptwürm-Grundmoräne — diese Merkmale dürften hinreichen für die Folgerung, daß wir auch hier wieder unseren Mittelwürmboden von Murnau vor uns haben! Man kann ihn wohl auch altersmäßig jener mittelwärmischen, interglazialen Wärmezeit zuschreiben wie die Paudorfer Verlehmungszone im Gebiet von Krems an der Donau.

Den gegen S anschließenden Hörmatinger Grubenteil hat E. EBERS bereits 1960 beschrieben. Ihre publizierte Zeichnung konnte auf ihren Wunsch in unserer Abbildung 4 noch ein wenig ergänzt werden. Dabei erscheinen in dieser stark überhöhten Ansichtsskizze wenigstens die durchschnittlichen Schichtmächtigkeiten im richtigen Maß-Verhältnis. Bei meinen Besuchen der Grube konnte ich selbst dieses tiefere Grubenprofil nicht so vollständig antreffen. Der rasch fortschreitende Kiesabbau und die damit verbundene Verschüttung vorher freigelegter Grubenwandteile verändert in diesen Jahren das Aussehen der Grube rasch. Doch konnte ich in Abb. 5 den Ort der Probeentnahme Nr. 3 in der mächtigen, kaffeebraunen Verwitterungsschicht 6 photographisch festlegen. Man sieht hier gut die Lage des Altwürmbodens (dunkel) zwischen und nicht etwa über dem Altwürmschotter.

Sowohl die basalen Glazialstauchungen konnte ich bestätigen wie auch gekritzte Geschiebe in moränenartigen Partien des Altwürmschotters („Basalschotter“) feststellen.

Über die wahrscheinliche Dauer dieses, an der klassischen Stelle von Göttweig, 5 km S von Krems, zuerst entdeckten Altwürm-Interstadiums vgl. weiter unten (S. 54). Eine Feinerde-Analyse wurde oben (S. 49) mitgeteilt.

Der nicht unerhebliche Lehmgehalt des über den Hörmatinger Altwürm-Warmschichten folgenden Schotters dürfte herrühren eben von der ausgedehnten interstadialen Bodenbedeckung der Landschaft südlich nahe oberhalb von Hörmating. Von dort haben wohl die Gewässer, welche den Altwürmschotter anbrachten, auch den in diesem fein verteilten Lehmanteil mitgebracht. Schon lehm-reiner sieht der Oberteil des Altwürmschotters Nr. 8 im nördlichen Grubenteil aus. Rein grau ist auch der eisrandnahe Basalschotter Nr. 1 u. 2. Hier gab es für die Schmelzwässer eben noch keinen chemisch zu Lehm verwitterten, braunen Boden von der Landschaft abzuräumen.

Nähere Untersuchungsergebnisse von Herrn Prof. Dr. W. KUBIENA, der Proben des interstadialen Altwürmbodens und des Mittelwürmbodens gesammelt hat, sind noch nicht bekannt geworden.

Wenn man eine solche Schotterplatte nach einer Eisbedeckung und vor der Verwitterung dieses Schotters sieht, wird man sich nicht mehr darüber uneins sein können, ob ein solcher Schotter, wie jener von Murnau, entweder nur einer Vorstoß- oder nur einer Abschmelzeit entsprach. Wir müssen jetzt offenbar den unteren eisrandnäheren fluvioglazialen Teil als Vorstoß- und den oberen, von einem Verwitterungsboden bedeckten Schotterteil, als Rückzugs-Sediment (des wärmeren Klimas) anerkennen. Darauf habe ich bereits 1955 für den Murnauer Altwürmschotter hingewiesen.

Mittelwürmboden östlicher im Inngletscher-Gebiet. Sehr ausgedehnt und mächtig sieht man in den hohen Kiesgruben östlich des Inns N unterhalb von



Rosenheim den Altwürmschotter unter der Würmgrundmoräne. 4,5 km N der Rosenheimer Innbrücke hat man N O b e r n b u r g nahe der Innleite, also an dem gegen W abfallenden Steilhang, eine hohe Kiesgrube (in Pacht 1959 von H. Steinhammer im Orte Graben). Hier fand ich über fast sandfreiem, gut geschichtetem und mit über kopfgroßen Geröllen versehenem Altwürmschotter von rd. 15 m aufgeschlossener Mächtigkeit eine braune, Lehm-reiche Kieslage, dicht gelagert. Ihre Gerölle haben ein fettes, leutig-lehmiges Bindemittel. Unmittelbar über dieser verlehnten Bank liegen wieder mit nahezu senkrechter Böschung noch 15 m Würm-Grundmoräne. Unter dem basalen Schotter erscheint ein Wasserhorizont. Nach Ausbildung und Lagerung ist jener Lehm Kies wieder unser mittelwürmischer Verwitterungsboden. Seine Oberkante erreicht etwa 460 m ü. NN.

W v o n R o t t a m I n n und südlich der Straße nach Schalldorf sieht man aufgeschlossen zu oberst 7 m feinsandig-mergelige Grundmoräne mit überfaustgroßen gekritzten Geschieben mit Geröllen aus Kalkstein, Quarz u. a. Darunter, noch über 2 m mächtig, einen flachgelagerten, grauen Schotter mit faustgroßen Geröllen, darin viel Kristallin. Die Grundmoränen-Unterkante liegt bei etwa 490 m ü. NN, ist scharf, waagrecht und überschneidet eine bis 0,7 m dicke Einsenkung in den Schotter, erfüllt von rötlich-braunem, verwittertem Lehm Kies. Auch dies dürfte ein übriggebliebener Rest des stadialen Mittelwürmbodens sein.

In der über 30 m hohen Schottergrube bei L e o n h a r d s p f u n z e n (2,7 km N von der Rosenheimer Innbrücke) fehlt zwar ein noch *in situ* befindlicher Mittelwürmboden, über dem an Kristallin hier besonders reichen Altwürmschotter. Dieser geht hier nach oben mit einigen aufgearbeiteten Kiesschollen und über ein Gemisch von Kies und Geschiebemergel in die kompakt darüber folgende Grundmoräne über. Man steht hier offenbar vor den Aufpflügsfolgen des bei seinem Hauptvorstoß über ein u n e b e n e s Vorland vorgerückten Würmgletschers. Bei dieser Exaration wurde natürlich auch der lockere Verwitterungsboden des Mittelwürmstadiums auf dem Vorland beseitigt. Die Grundmoräne ist hier etwa 15 m mächtig. Sie hat besonders viel Gerölle aufgenommen, und ihre aufgearbeitete Unterkante erreicht etwa 455 ü. NN.

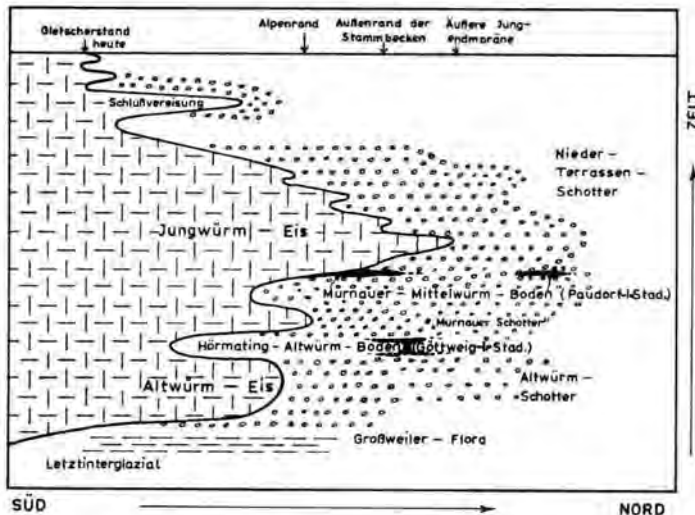


Abb. 6. Schematischer Darstellungsversuch der Eisrandverlagerungen während der Würmeiszeit und Spätglazialzeit in Oberbayern. Dicke schwarze Striche deuten die Lage des Seesediments und des Torfbänkchens von Hörmating unter dem Altwürmboden an.

### Zur allgemeinen Ausbildung der beiden würminterstadialen Böden

Dort, wo die junge Hauptwürm-Grundmoräne über dem Altwürmschotter in ihrem Verbreitungsgebiet heute fehlt, da fehlt über dem so sehr weit ausgedehnten Schotter auch der Mittelwürmboden. Er ist hier abgetragen worden. Freilich gibt es auch zwischen Jungwürm-Grundmoräne und oberem Altwürmschotter in den Kiesgruben mitunter keinen Mittelwürmboden. Es ist aber erstaunlich, daß die bisherigen Geländearbeiten in den Kiesgruben solches Fehlen mehr als eine *Ausnahme* feststellen ließen. Die scharfe, glatte Unterfläche der Grundmoräne konservierte eher — wenigstens über einer so ebenen Schotteroberfläche wie sie ähnlich die Niederterrasse zeigt, also auf einer weit ausgedehnt gewesenen Abschmelz- oder Rückzugsschotterlage. Dabei konnte unter dem gegen außen langsam wachsenden Eiskuchen mit der ebenen Schotterflur auch deren Verwitterungshaut erhalten bleiben, oder doch wenigstens der Rest der Verwitterungszapfen. Die Bodenhaut kann auch dadurch nur angedeutet bleiben, daß die mehr oder weniger zersetzten Gerölle und Sandkörner des Schotters von blaßorange-farbigem-kolloidalem Eisenrost mehr als von Verwitterungslehm umhüllt sind. Doch ist auch dann die völlige Entkalkung unter der sehr kalkreichen Grundmoräne ein Kennzeichen der stattgehabten Verwitterung. So wird eine gewisse Grenze gezogen gegen reine Eiser-Ausscheidungen, die nur auf spätere Wasserzirkulation im Schotter zurückzuführen sind.

Unerwartet wenig findet man in der Grundmoräne über dem Mittelwürmboden Fetzen, Nester oder Fahnen, von dieser eingeschlossen und mitgeschleppt. Solche mitgerissenen Bodenfahnen lassen die Marschrichtung des Gletschereises noch gut erschließen (vgl. S. 45). Immerhin konnte ich schon 1955, S. 86 auf vom Eis mitgebrachte Bodenstücke in der Grundmoräne hinweisen, und solche fanden sich auch östlich Froschhausen.

Die chemische Untersuchung des Feinbodens unserer Interstadialböden ist gewiß erforderlich (1955 wurde dieses gezeigt), aber schärfere klimatische Folgerungen sind nach Salzsäure-Auszügen schwierig. Wir haben keine Bodenhorizonte; und es geschahen sicher viele Schmelzwasser- und Umlagerungs-Eingriffe an diesen Böden, die noch durchfrozen und durchwässert wurden. Für den Mittelwürmboden gab es offenbar nur eine ziemlich kurze Verwitterungszeit und zwar nur in kühlem Klima.

Etwas anders war dies bei der Verwitterung des Altwürm-Interstadialbodens von Hörmating. Zwar umrindet auch hier der Verwitterungslehm noch teilweise ziemlich intakte Gerölle und Sandkörner. Aber der Lehm ist — soweit ohne eingehendere Untersuchung einstweilen gesagt werden kann — reichlicher und chemisch kräftiger umgesetzt. Außer dem völligen Kalkverlust hat der Feinboden an der Entnahmestelle von den Verwitterungsstoffen etwas mehr verloren als die Feinbodenprobe des Mittelwürmbodens (S. 49). Das dürfte die Wirkung eines länger wirksam gewesenen und wärmeren Verwitterungsklimas sein.

Wir sehen schließlich auch eine faziell abweichende Schichtenfolge: Der unten noch eisrandnahe Basalschotter von Hörmating war, wie gesagt, zunächst offenbar ein Vorstoßschotter. In seinen oberen Teilen aber dürfte er Abschmelzschotter — das heißt Schotter, als der Eisrand kräftig zurückschmolz — gewesen sein; als Vorbote des wärmeren Klimas, in dem die See- und Torfablagerung und auch die altwürminterstadiale Verwitterung entstanden ist. Der darüber folgende Schotter ist deutlich bräunlich-lehmig. Sein antransportierendes Wasser hat wohl den Lehmgehalt bei der Abspülung der weithin oberhalb inzwischen interstadial verlehmteten Landoberfläche mitgebracht. Nach oben verlor sich der Lehmgehalt des Schotters. Auf einer frischen, grauen oberen Schotterschicht verwitterte nun während des Mittelwürm-Interstadiums der obere Boden — offenbar wieder über einer Abschmelzschotter-Lage. Sie bildet den Oberteil des anderwärts bis 30 oder 40 m mächtigen „Murnauer“ oder „Laufenschotters“. Über ihm fanden wir keinen der Grundmoräne vorausgeeilten Vorstoßschotter. In weniger hoch gelegenen seitlichen

Talungen mag zwischen unserem Mittelwürmboden und der Jungwürm-Grundmoräne auch einmal noch ein lehmiger Vorstoßschotter aufgefunden werden — als Spitze und dann Unterlage des weitesten Würmgletschervorstoßes.

### Zur Grenzfrage Altwürm-Jungriß

Der Altwürmschotter ist nach den Beobachtungen in den letzten Jahrzehnten überraschend ausgedehnt. Durch die Feststellung eines Altstadials in ihm und eines Mittelstadials über ihm gliedert er sich anscheinend in eine Vorstoß- und eine Abschmelz-Schotterlage. Für unser Alpenvorland dürfte er damit zum Rückgrat der Würmeiszeit-Sedimente werden.

Man hat sich gefragt, ob nicht sein unterer Teil noch von einem Jungriß-Schotter gebildet wird, denn das Hörmatinger ältere Interstadial mit See- und Torfsediment sowie 2 m dickem Verwitterungslehm habe lang gedauert. Das  $C_{14}$ -Alter von rd. 45000 Jahren für den Lignit in der Hörmatinger Torfschicht könnte vielleicht schon die Leistungsfähigkeit der  $C_{14}$ -Methode überschreiten.

In der Grenzfrage müssen aber nach den bereits von E. EBERS (1960) dargelegten Beobachtungen bestimmte Folgerungen berücksichtigt werden. Sie beziehen sich auf die Sedimentationsdauer der Hörmatinger Schichten, auf die Moränen-Nähe eines Basalschotter-Teiles und auf den abweichenden Bodentyp, den wir aus dem letzten Interglazial kennen. Das  $C_{14}$ -Alter wird nachgeprüft.

War, zum ersten, die Sedimentationsdauer des Hörmatinger Altwürm-Interstadials wirklich mit der Dauer der letzten Interglazialzeit vergleichbar?

Die örtlich bis fast 3 m dicke lehmreiche Verwitterungsschicht zeigt auf einer gegen 100 m betragenden Horizontalentfernung keine deutlichen Verwitterungszapfen. Dieser kräftig verwitterte, völlig entkalkte Boden zeigt auch keine Bodenhorizonte. Wäre er noch *in situ*, so müßte er nach unten Infiltrationszapfen von brauner Farbe und wenigstens die Andeutung von einer Bodenhorizontierung erkennen lassen. Der lehmreiche Kies des Bodens ist gegen oben teils eben und scharf abgeschnitten, teils geht er etwas wellig in den hangenden, schwach lehmigen Schotter über. Auch dieses Merkmal spricht wenig für einen in dieser Dicke noch *in situ* befindlichen Boden, also nicht für einen dementsprechend sehr lange verwitterten Boden. Vielmehr dürfte hier in dem von unten bis oben ziemlich gleichartig gemischten Material eine auf kurze Entfernung umgelagerte Schuttboden-Bildung vorliegen. Deren Häufung braucht natürlich wenig Zeit, wenn erst eine vielleicht  $\frac{1}{2}$  m dicke Bodenschicht benachbart gebildet ist.

Ein Ferntransport aus größerer Höhe kommt hier wegen der allgemeinen Höhenverhältnisse nicht in Frage. In diesem Falle wäre ja auch eine Korngrößen-sortierung zu erwarten, die aber fehlt. Wohl kommt nach der Verwitterungszeit während des glazial werdenden Klimas auf Eisboden ein Solifluktionstransport und eine derartige Bodenverdickung in Frage.

Neben dem über dem verlehnten Kiesboden liegenden Schotter und basal angrenzend an Lehm liegt nach den klaren Feststellungen von E. EBERS gegen SE ein auf verdünnte Salzsäure kaum reagierendes, lößartig-feinsandiges Pelitsediment von blaßgelblicher bis grünlicher Färbung („Secton“). Vorbehaltlich einer näheren Korngrößen-Analyse besteht die Möglichkeit, daß dieses örtlich etwas geschichtete und bis 4 m dicke Sediment in einen flachen Seeteil vielleicht ziemlich schnell hineingeblasen wurde.

Unter diesem Sediment liegt das altersmäßig datierte Torf-Bänkchen (Abb. 4). Es wurde durch Wasserverlust und Überlastung mit Sediment und Eis erheblich verdünnt. Dennoch braucht auch solche Pressung ebensowenig wie die Absatzzeit der darunter erhaltenen, Conchylien-reichen Seekreide mit Sicherheit für besonders lange Absatzdauer

zu sprechen. Wir wissen auch nicht, ob jener Torf autochthoner oder allochthoner, also vielleicht rasch sedimentierter Natur ist.

Immerhin macht die bis 4,5 m mächtige Schichtansammlung des Hörmatinger Altwürm-Interstadials gegenüber dem Mittelwürmboden durchaus den Eindruck einer nicht unerheblich längeren Sedimentationsdauer. Sie mißt aber keinesfalls nach Jahrtausenden.

Das Altwürm-Interstadial kann in unserem Alpenvorland auch nicht etwa aufgefaßt werden als eine nur durch Schotter etwas unterbrochene Fortsetzung einer Riß/Würminterglazialen Sedimentserie, denn der Basalschotter enthält ja unten nicht nur gekritzte Geschiebe, sondern er zeigt auch Schichtstörungen, die man nur auf Druckwirkungen von benachbartem Eis zurückführen kann. Da letztere nach oben ausklingen und die Hangendsedimente keine solche Störung zeigen, können auch die Eismassen des Hauptwürmvorstoßes damit nicht in Beziehung gebracht werden. Der Basalschotter ist mindestens teilweise fluvioglazial.

J. FINK ist bekanntlich im östlichen Lößgebiet zu der Meinung gekommen, daß unser altwürmisches Göttweig-Interstadial noch dem ausklingenden Riß/Würm-Interglazial angehöre. In meiner gleichzeitigen Untersuchung „Über jüngerpleistozäne Verwitterungsböden“ wurde hierzu Stellung genommen.

Und weiter: Den Normaltyp der sicheren Riß/Würm-Interglazial-Verwitterung kennen wir. Es ist lange bekannt, daß er teils durch oft recht dicke Blutlehm-Bildung, oft durch ausgeprägte kreisfarbene Lehmmassen gekennzeichnet ist. Dazu kommt immer eine chemisch sehr intensive Zersetzung der beteiligten Gerölle. Diese Folge der freilich nicht in jedem Fall während der gesamten Zwischenzeit fortgesetzten, jedoch typischerweise — entsprechend der häufigen Rotlehm-Bildung — für lange Zeit im warmen Wechselklima vollzogenen Verwitterung fehlt restlos in dem braunen Verwitterungslehm von Hörmating.

Schließlich stimmt die  $C_{14}$ -Altersbestimmung zu rd. 45 000 Jahren so gut überein mit ähnlichen Altersangaben von H. GROSS, die auf Grund geologischer Beobachtungen und Deutungen gewonnen wurden, daß erstere doch sehr wahrscheinlich als korrekt angesehen werden muß. Damit fällt aber die Bildungszeit des Hörmatinger Altwürm-Interstadials noch klar in die Würmzeit, von der heute angenommen werden kann, daß sie vor über 53 000 Jahren begonnen hat.

Es fällt freilich auf, daß in der theoretischen „Klimakurve“ der letzten 60 000 Jahre bei J. FINK 1960 der Stillfried-A-Komplex nach Humusanalysen von Oberfellabrunn in die Gegend 42 000 Jahre vor heute, dagegen die Göttweiger Verlehmungszone als über 54 000 Jahre zurück eingeordnet wurde. Da Radiokarbon-Untersuchungen von den klassischen Fundorten Göttweig und Paudorf aus dem Kremser Raum erwartet werden, dürfte eine Klärung des Göttweig-Alters in Bälde erfolgen. Wahrscheinlich ist Göttweig nicht viel älter als 45 000 Jahre (nach H. GROSS beginnend mit 44 000 Jahren vor heute). Denn nach unseren Bodentypen gibt es in Hörmating keinen letztinterglazialen Boden.

Es besteht jedenfalls ein grundlegender Gegensatz zwischen dem typischen Rotlehm-boden von NE Krems und den Wiener Terrassen-Rotlehmen einerseits und dem braunen Lehmboden andererseits von Hörmating und Göttweig, also auf Schotter beziehungsweise auf Löß.

Die Proben des Altwürmbodens von Hörmating zeigten, wie ich von E. EBERS erfahre, nach Untersuchungen von W. KUBIĚNA erhebliche Unterschiede im Dünnschliff gegenüber dem Mittelwürmboden. Weitere Untersuchungsergebnisse von dem Genannten, namentlich mit Rücksicht auf die Zusammensetzung eines typischen letztinterglazialen Bodens, wären von großer Bedeutung. —

Das scheinen mir die Gründe zu sein, welche es rechtfertigen, jenes Altwürminterstadial dem Göttweiger Interstadial zeitlich annähernd gleichzustellen und beide der Würmzeit einzugliedern. Die diesbezügliche Schlußfolgerung von E. EBERS kann somit nur unterschrieben werden.

### Zur regionalen Bedeutung der würminterstadialen Böden

Im Bereich des Murnauer Schotterers erlaubten die Aufschlüsse in den zahlreichen frischen Kiesgruben an 14 einwandfreien Stellen den Nachweis des mittelwürminterstadialen Bodens zwischen Erting—Huglfing—Uffing und bis 2 km östlich vom Riegsee; dies über rund 85 km<sup>2</sup>. Weiter kennen wir ihn einstweilen an 3 Stellen SE München in der Schotterebene, im Bereich des Inn-Gletschers bei Hörmating und an der östlichen Innleite im N von Rosenheim, dazu W bei Rott am Inn. Er ist somit bekannt dank der künstlichen Aufschlüsse im Ammer-Loisach-Isargletscher-Bereich wie auch in jenem des Inngletschers, das heißt über 80 km in W-O-Erstreckung. G. M. RICHMOND konnte noch weitere Interstadialbodenvorkommen im W bis nach Kaufbeuren, also noch 40 km weiter gegen W zu feststellen.

Dabei folgt unser Mittelwürmboden genau der Unterkante der Jungwürm-Grundmoräne des Hauptvorstoßes in diesen beiden größten Vorlandgletschergebieten östlich vom Rheingletscher. Sogar unter dem jungwürmischen Niederterrassenschotter der Münchener Ebene konnte er jetzt nachgewiesen werden. Beachtenswert ist weiter die Erscheinung, daß dieser obere Interstadialboden offenbar immer über dem Altwürmschotter liegt, der bei uns als die Hauptlagerstätte der Reste von *Elephas primigenius* angesprochen werden kann (E. EBERS).

Nun müssen solche regionalstratigraphischen Erscheinungen der Würmzeit ebenso wie der Eistrückzug während der ersten Interstadialzeit offenbar zurückgeführt werden auf langdauernde Klimaschwankungen. Solche können sich nicht allein auf 120 km O-W-Ausdehnung im nördlichen Alpenvorland als wirksam und erkennbar erwiesen haben.

Dementsprechend ist es auch möglich und wahrscheinlich, diese regionalstratigraphischen Vorgänge in Beziehung zu setzen zu den stratigraphischen und gleichfalls klimatisch bedingten sowie zu den in ähnlicher zeitlicher Folge erkannten Sediment- und Bodenprofilen des außerglazialen, in diesem Sinne periglazialen Gebietes, besonders der kalten Löß-Steppen. Wir kennen ja von dort schon die zwei Hauptzeiten der Verlehmung: die würmzeitlichen Interstadien von Göttweig und von Paudorf bei Krems a. d. Donau. Beobachtungsmäßig besteht jetzt im Glazial- wie auch im Steppenbereich Übereinstimmung darin, daß die Altwürm-Interstadialzeit mit ihrem temperierten Klima ungleich länger dauerte als die Mittelwürm-Interstadialzeit. Auch sind in beiden Gebieten die wahrscheinlichen bzw. gesicherten Zeiten, um die sie zurückliegen, mit rd. 45 000 beziehungsweise rd. 27 000 Jahren ungefähr gleich zu beurteilen. Nach den Mitteilungen von K. W. BUTZER 1958 scheint eine interstadiale Gliederung der Würmzeit auch im Orient möglich zu werden.

In diesem Zusammenhang verdient Beachtung die Mitteilung von Prof. Alexis DREIMANIS (Departm. of Geology, University of Western Ontario, London, Canada; einem meiner früheren Schüler an der Univ. Riga). Auf Grund von C<sub>14</sub>-Messungen (H. DE VRIES, Groningen) und geologischer Geländearbeit gab A. DREIMANIS 1960 vom Bereich der großen canadischen Seen folgendes allgemeine Schichtprofil für die Wisconsin-, also Würm-Eiszeit von oben nach unten:

Port Stanley drift (diskordant auflagernde obere Wisconsin-Moräne)

Lake Erie Interstadial beds (Seeablagerungen)

Catfish Creek drift (untere Sandmoräne)

Plum Point Interstadial beds. C<sub>14</sub>-Bestimmung von Holz, das aber nicht *in situ* lag, ergab ein Alter von 24 600 bis 28 200 Jahre vor heute

Soutwold drift (untere tonig-geröllige Moräne)

Port Talbot Interstadial beds (Gyttja und Pelit). Das Interstadial ging zuende vor  $44\,200 \pm 1500$  Jahren; die zweite Hälfte spielte sich ab vor  $47\,500 \pm 2\,500$  Jahren.

Dunwich drift (tiefste Moräne und Bänderton mit 2 eisfreien Oszillations-Interstadien). Sangamon (Warmes Illinois/Wisconsin-Interglazial).

In dem Laboratorium von H. DE VRIES, Groningen, wurde das Alter des Hörmatinger Torfbänkchens und damit das Höchstalter des nach Absatz des dortigen Seesediments entstandenen Verwitterungsbodens bestimmt mit  $45\,300 \pm 1000$  Jahren. H. GROSS (1958, 1959) erkannte schon die innerhalb der jetzigen Fehlergrenzen liegende Alters-Übereinstimmung dieses Hörmatinger Fundes von E. EBERS mit Göttweig/Oberfellabrunn, Stillfried A und Upton Warren, die auch für das erste Wisconsin-Interstadial von Port Talbot zutrifft. So wenig wie in Mitteleuropa erscheint es auch A. DREIMANIS von Canada bis nach New York und Ohio möglich, dieses erste Altwürminterstadium mit dem ganz abweichenden Boden des chemisch unter wärmerem Klima viel stärker zersetzten und länger verwitterten Riß/Würm- bzw. Sangamon-Bodens in Beziehung zu setzen.

Es ist interessant, daß die nordamerikanischen Pleistozänforscher von mehr interstadialen Verwitterungsböden der Würmzeit berichten, als wir sie — abgesehen vom Lößbereich — in Europa kennen. So scheinen die 2 in nachfolgender Tabelle für die Altwisconsin-Zeit angeführten Interstadiale in längeren Abschmelzzeiten des Altwisconsin-Eises entstanden zu sein. Äquivalente in Europa haben wir ebenso noch zu suchen wie solche der 3 Interstadiale bzw. Stadial-Absätze (Farndale-Iowan-Tazewell) während der Kaltzeit des klassischen Wisconsin, also unseres Haupt-Jungwürms. Man wird sich überlegen, ob nicht die übermächtigen Massen, die in den glazialen Zeitabschnitten einer Eiszeit über das Gelände weithin ausgebreitet wurden, uns verführen, die Zeiten der Eisbedeckungen als bedeutend länger dauernd einzuschätzen gegenüber den eisfreien Zeiten auch innerhalb einer „Eiszeit“. Waren solche eisfreien Zwischenzeiten häufiger und längerdauernd in Nordamerika als in Europa?

In solchen Zwischenzeiten gab es eben mehr Verwitterung und mehr Vertiefung der Flußnetze, mehr Ausräumung als Antransport von Sediment.

In Nordamerika entdeckt man immer mehr, daß die Wisconsin-Eiszeit weiter zurückreicht und in Mittel- und Alt-Wisconsin des „pre-classical Wisconsin“ weithin eine gute Gliederung zeigt. Schon jetzt kann man, ganz so wie in Europa, eine Altwürm-, eine Mittelwürm- und eine Jungwürm-Teilvereisung, getrennt durch ein älteres und ein jüngeres Interstadium relativer Eisfreiheit unterscheiden. Beiderseits des Atlantischen Ozeans erscheint der dritte Eisvorstoß anscheinend als der ausgedehnteste. Die Radiocarbon-Methode erlaubt es, die ungefähre Gleichzeitigkeit dieser Haupterscheinungen innerhalb der letzten Eiszeit festzustellen. Daraus haben wir auf eine erstaunlich ausgedehnte Gleichartigkeit der Klimaabfolge zu schließen. Freilich gilt es erst noch die C<sub>14</sub>-Methode viel häufiger zur Kontrolle anzuwenden, besonders auch, um die Dauer der einzelnen Teilabschnitte kennen zu lernen.

Umso auffällender ist uns, daß wir in Südbayern seit seiner Entdeckung (1953) schon so viele Aufschlüsse des Mittelwürmbodens kennen, aber nur einen einzigen, in Hörmating, von dem Altwürm-interstadialen Boden. Was mag die Ursache sein?

Hier scheint die relative Häufigkeit, mit der die einzelnen Pleistozän-Glieder die Erdoberfläche bilden, eine Rolle zu spielen. Wir kennen in Südbayern die ausgedehnten Verflachungen über dem weichen Flinz, über den harten Deckenschotterplatten und den Riß-Schottern mit ihrer leicht abtragbaren interglazialen Bodendecke. Aber auch die meist 20—45 m mächtige, einheitliche und schon ein wenig kalkverkrustete Altwürmschotter-

Tabelle der würmeiszeitlichen Schichtenfolgen in Südostcanada und am Nordrand der Ostalpen

St. Lawrence Lowlands	North of Lake Erie and Lake Ontario	South of Lake Erie	Oberbayern	Nieder-Österreich (Krems)	Alter (Jahre vor jetzt)
Main	Wisconsin glaciation <28000 J.		Hauptwürmvorstoß „Jungwürm“ (E. Kraus 1955)	Jüngerer Löß IIb	<28000. 3. (Haupt)-Glazialstadium
Mid Wisconsin glacial advance as far as Lake Erie	Plum Point interstad. 24600-28000 J.		Murnauer Mittel- („Inner“) Würminterstadium: Boden	Paudorfer-, Stillfried B-Lehmzone	24-28000. 2. Interstadial
	? Farndalian 22000-27000 J		Mittelwürmeis-Vorstoß: Fluvio-glazial-schotter	Jüng. Löß IIa; jüng. Aurignac-Funde, Gravettien	>37000. 2. Glazialstadium
?	Upper Brush creek		Hörmatung: Altwürm-Sediment und Boden (E. EBERS 1960) ±45000 J.	Göttweig-Lehmzone, Oberfellabrunn. Stillfried-Komplex A Paläolithische Funde („Würm I/II“)	±45000. 1. Interstadial
	Port Talbot interstadial >44000 J., Toronto subway				
Early	Wisconsin	glaciation	Altwürmeis-Vorstoß: Moränennah, Fluvio-glazial ?	Jüngerer (Würm-) Löß I	1. Glazialstadium der Würmeiszeit
St. Pierre interstad. 44000 J. Scarborough interstad.					>50000 ?
Sangamon		Interglacial	Riß/Würm - (Großweil-Saale/Weichsel-Eem) Inter-Glazial	Intensiv rote „Kremsr Bodenbildung“ Interglazial	>60000 ? Letztes Interglazial

Oberfläche von Murnau bis Laufen unter der dünnen, weichen Grundmoräne und unter wenigen Rückzugsmoränen beherrscht weithin die Ebenheit des Reliefs. Zwischen basalen Altwürmschottern jener Einheit eingebaut und zumeist von Kiesgruben wegen der Mächtigkeit gut brauchbaren Hangend-Kieses nicht erreicht, muß uns der Altwürm-Interstadialboden und das sicher auch weiter verbreitet gewesene Seesediment jenes Interstadials zumeist verborgen bleiben. Doch wird man bessere Erfolge beim Aufsuchen haben, weil man jetzt die Normallage im Pleistozänprofil kennt. Darum erwarten wir für die Zukunft bei günstiger Aufschlußlage und bei Flachbohrungen, die geologisch viel mehr zu kontrollieren wären, eine größere Zahl von altwürmischen Boden-Vorkommen auch in Südbayern. Darin werden wir bestärkt durch die Verbreitung der annähernd gleichzeitig im östlichen Canada entstandenen Interstadialfunde.

Eine auf einer Tabelle von A. DREIMANIS und, neben unseren südbayerischen, auf den besonders im niederösterreichischen Lößgebiet gewonnenen Würm-Gliederungen beruhende regionale Übersicht will versuchsweise die vorstehende Tabelle vermitteln. Nach den noch immer spärlichen und jetzt doch gut vermehrungsfähigen, mehr oder weniger genauen Radiokarbon-Messungen ergibt sich schon heute ein standfestes Gesamtschema.

Daran ändert weder die merkwürdige Inkonzistenz, mit der man zwar im Lößgebiet die Würmeiszeit klimatisch gliedert, nicht aber im Vereisungsgebiet, noch mangelhafte Gelände-Beobachtung oder die Unkenntnis des würmeiszeitlichen Geschehens in nordamerikanischen Würm-Vereisungsbereichen.

#### Literatur

- BRANDTNER, F.: Über die relative Chronologie des jüngeren Pleistozäns Niederösterreichs. - *Archaeologia Austriaca* 5, S. 101-113. Wien 1950. - - Jungpleistozäner Löß und fossile Böden in Niederösterreich. - *Eisz. u. Gegenw.* 4/5, S. 49-82, Öhringen 1954. - - „Willendorf“, in: *Beitr. z. pleistoz. Forschung in Österreich. Verh. Geol. Bundesanstalt Wien, Sonderheft D*, S. 66-69, 1955.
- BÜDEL, J.: Die Klimaphasen der Würmeiszeit. - *Die Naturwissenschaften* 37, 1950. - - Die Klimazonen des Eiszeitalters. - *Eisz. u. Gegenw.* 1, Öhringen 1951. - - Die angebliche Zweiteilung der Würmeiszeit im Loisachvorland bei Murnau (Südbayern). - *Stuttgarter Geograph. Studien* 69, S. 121-141, Stuttgart 1957. - - Die Gliederung der Würmkaltzeit. - *Mitt. Geograph. Ges. Würzburg, H. 8*, S. 1-45, 1960.
- BUTZER, K. W.: *Quaternary Stratigraphy and Climate in the Near East*. - *Bonner Geograph. Abh.* 24, 157 S., Bonn 1958.
- DREIMANIS, A.: Finite Radiocarbon Dates of the Port Talbot Interstadial Deposits in Southern Ontario. - *Science* 131, No. 3415, S. 1738-1739, 1960 (1960a). - - The Early Wisconsin in the Eastern Great Lakes Region, North America. - *Ernst-Kraus-Festschrift. Abh. d. Deutschen Akad. d. Wiss. zu Berlin, Jg. 1960, No. 1*, S. 196-205. Akademie-Verlag Berlin 1960 (1960b).
- EBERS, E.: Hauptwürm, Spätwürm, Frühwürm und die Frage der älteren Würmschotter. - *Eisz. u. Gegenw.* 6, Öhringen 1955. - - Vom großen Eiszeitalter. - *Verständl. Wissenschaft* 66, 138 S., Verlag Springer Berlin 1957. - - Drumlinkerne, älterer Würmschotter und das Würminterstadial von Hörmating (Obb.). - *Eisz. u. Gegenw.* 11, S. 64-75, Öhringen 1960.
- FINK, J.: „Das Marchfeld“, *Beitr. z. Pleistozänforschung in Österreich*. - *Verh. Geol. Bundesanstalt Wien, Sonderheft D*, S. 88-115. - - Kurze Einführung in die Bodenkunde. In: *Mitt. Urgeschichtl. Arbeitsgem. Wien*, S. 26 f., Wien 1960.
- GERMAN, R.: Die Gliederung der Würmvereisung im deutschen Alpenvorland. - *Report 21. Intern. Geol. Congress Norden 1960, Part IV*, S. 120 ff.
- GRAUL, H. & SCHAEFER, I.: Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet. - *Geologica Bavarica* 18, S. 1-7. München 1953.
- GROSS, H.: Das Göttsweiger Interstadial. - *Eisz. u. Gegenw.* 7, Öhringen 1956. - - Die Fortschritte der Radiokarbon-Methode 1952-1956. *Ebenda* 8, 1957. - - Die geologische Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten. - *Quartär* 9, 1957. - - Die bisherigen Ergebnisse von  $C_{14}$ -Messungen. - *Eisz. u. Gegenw.* 9, S. 155-187. Öhringen 1958. - - Nocheinmal: Reiß oder Würm? *Ebenda* 10, 1959.
- KRAUS, E.: Die Zweigliederung der südbayerischen Würmeiszeit durch eine Innerwürm-Verwitterungsperiode. - *Eisz. u. Gegenw.* 6, S. 75-95, Öhringen 1955.



- KUEPFER, H.: „Ausblick auf das Pleistozän des Raumes von Wien“, in: Beitr. z. Pleistozänforsch. in Österreich. - Verh. Geol. Bundesanst. Wien, Sonderheft D, S. 136-152, Wien 1955.
- PROŠEK, Fr. & LOŽEK, V.: Stratigraphische Übersicht des Tschechoslowakischen Quartärs. - Eisz. u. Gegenw. 8, Öhringen 1957.
- SCHAEFER, I.: Zur Gliederung der Würmeiszeit im Illergebiet. - Geologica Bavarica 18, S. 49-112, München 1953.
- SCHWABEDISSEN, H.: Neue C<sub>14</sub>-Daten. - Vortrag auf d. Deuquatagung, Laufen/Salzach 1955.
- SCHWARZBACH, M.: Eine Neuberechnung von Milankovitsch's Strahlungskurve. - N. Jahrb. f. Geol. u. Pal. H. 6, 1954. - - Eiszeitprobleme und Strahlungskurve. - Z. deutsch. Geol. Ges. 101, S. 233, 1949.
- TROLL, C.: Der diluviale Inn-Chiemseegletscher. - Stuttgart 1924. - - Die jungeiszeitlichen Ablagerungen des Loisachvorlandes in Oberbayern. - Geol. Rundschau 28, S. 599-611, 1937.
- WEIDENBACH, F.: Zeitliche Einordnung der jungpleistozänen Ablagerungen Mitteleuropas. - IV. Congrès Intern. du Quartaire (Inqua), Rom 1953.
- WOLDSTEDT, P.: Die Quartärforschung in Deutschland. - Z. d. deutsch. Geol. Ges. 100, S. 379, (1948), Hannover 1950. - - Über die Gliederung der Würmeiszeit und die Stellung der Lössen in ihr. - Eisz. u. Gegenw. 7, 1956. - - Eine neue Kurve der Würmeiszeit. - Ebenda 9, S. 151-154, Öhringen 1958. - - Das Eiszeitalter II, 2. Aufl., Verlag Enke, Stuttgart 1958.

Manusk. eingeg. 9. 3. 1961.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. E. C. Kraus, München-Obermenzing, Verdisträße 40.