

## Zur Frage der Würm-Gliederung durch einen „Mittelwürm-Boden“ im nördlichen Alpenvorland bei Murnau<sup>1)</sup>

VON KARLHEINZ KAISER, Berlin

Mit 2 Abbildungen im Text<sup>1)</sup>

**Zusammenfassung:** In dem von Staffel- und Riegsee eingenommenen Murnauer Becken ist eine maximal 70 m mächtige Serie von Eiszeit-Sedimenten erhalten. Ihre Hauptmasse bilden „Würm-Vorrückungsschotter“, diese werden überlagert von einer wechselnd mächtigen Grundmoränen-Decke; den Abschluß bildet ein postglazialer Boden (Parabraunerde). Verbraunungen in hängenden Schotterpartien unter der Grundmoränen-Decke deutet E. C. KRAUS (1955, 1962) als Reste eines fossilen „Mittelwürm-Bodens“ (Tundren-Boden). Nach J. BÜDEL (1962) soll aber hier die ursprüngliche Schotter-Oberfläche der „Würm-Vorrückungsschotter“, auf der allein eine interstadiale Bodenbildung im Sinne von E. C. KRAUS hätte Platz greifen können, nirgends mehr vorhanden sein. Zwar kann man dieser Ansicht nicht vollkommen zustimmen, doch sind andererseits die aufgeschlossenen Profile in der Umgebung des Riegsees kaum geeignet, um beweiskräftige Kriterien für die Existenz eines fossilen „Mittelwürm-Bodens“ zu liefern. Die meist wechselnd breiten, aber nur wenige Dezimeter tiefen, taschenförmigen (Aufschlüsse östlich Froschhausen), seltener auch horizontal durchlaufenden (Aufschluß bei Spatzenhausen) Verbraunungen in den hängenden Schotterpartien unterhalb der Grundmoränen-Decke werden gedeuter als Glieder eines voll warmzeitlichen Bodenprofils (Parabraunerde). Die von der Oberfläche ausgehende Herkunft und damit die Zugehörigkeit zum postglazialen Bodenprofil (Parabraunerde) wird durch zahlreiche, röhrenförmige Verbindungskanäle mit deutlicher Verbraunung innerhalb der Grundmoräne angezeigt.

**Summary:** In the depression of Murnau with its two lakes (Staffel- and Riegsee) a series of glacial sediments up to 70 m thickness is preserved. In the main these are composed of gravels indicating the approach of the Würm glaciation. These deposits are overlain by a groundmoraine of changing thickness. The highest part of the profile is formed by a postglacial soil („Parabraunerde“). E. C. KRAUS (1955, 1962) interpreted such soil formations („Verbraunungen“) in the highest parts of the gravel-section beneath the groundmoraine as remnants of an older land-surface („Inter-Würm-Soil“; Tundra-Soil). According to J. BÜDEL (1962) the original surface of gravel accumulation, where an interstadial formation of soil alone could have occurred (in the sense of E. C. KRAUS), is nowhere preserved. This might be doubtful, however, from the sections exposed around the Riegsee a real prove of the actual existence of a fossile „Inter-Würm-Soil“ is hardly to be expected. Soil formation („Verbraunungen“) within the overlaying gravel series beneath the groundmoraine, occurs in irregular thickness, and never exceeds a few decimetres. In general the formations is characterized by pockets (quarries near Froschhausen), but (more seldom) also by extending horizontal bands (quarry near Spatzenhausen). They ought to be interpreted as products of such a

<sup>1)</sup> Zugleich ein Bericht über die Exkursion D („Glaziale Landformung und Würm-Gliederung im alpennahen Teil des Ammersee-Stammbeckens bei Murnau“) unter der Leitung von J. BÜDEL, Würzburg, am 28. September 1962 im Anschluß an die Tagung der Deutschen Quartärvereinigung in Nürnberg. Für das Zustandekommen dieser schönen Abschluß-Exkursion gebührt Prof. J. BÜDEL ein besonderer Dank; sie dürfte bestimmt dazu beigetragen haben, die Unstimmigkeiten hinsichtlich der von J. BÜDEL und E. C. KRAUS gegenteilig vertretenen Auffassungen über die Würm-Gliederung in der Murnauer Glaziallandschaft rasch vergessen zu lassen. Zwar war man sich innerhalb eines so erfreulich großen Teilnehmerkreises von sachkritischen in- und ausländischen Quartärforschern durchaus bewußt, daß einerseits die vorgeführten Profile vielleicht nicht ausreichen, um sich grundsätzlich zu dieser oder jener Auffassung zu bekennen, und daß andererseits die Verhältnisse in der Murnauer Glaziallandschaft keinesfalls zu einer über diesen Raum hinausgehenden Verallgemeinerung berechtigen, daß aber im Hinblick auf das hier speziell Gesehene eine auch zu den sachlichen Kontroversen weitestgehend eindeutige Stellungnahme eingenommen werden könne.

Die beiden Abbildungen wurden dem hektographierten Exkursionsführer von J. BÜDEL entnommen (letzte von J. BÜDEL inzwischen ergänzt); für die Erlaubnis ihrer Verwendung sei Prof. J. BÜDEL herzlich gedankt. Hinsichtlich der nachfolgend im Text angeführten Literatur sei auf die Zusammenstellungen der in den Aufsätzen von J. BÜDEL und E. C. KRAUS (Eiszeitalter und Gegenwart 13, 1962) zitierten Arbeiten verwiesen.

warm climate as to produce „Parabraunerde“. The connection with the actual surface and consequently with the postglacial soil section („Parabraunerde“) is indicated by numerous small channels (occasionally roof-pipes) having a distinct brown colour and penetrating the groundmorainal deposits.

Resumé: Dans le bassin de Murnau, occupé par le Staffel- et Riegsee, c'est conservée une série de sédiments glaciaires d'une puissance jusqu'à 70 m. Leur masse principale est formée par des cailloutis würmiens, indiquant la phase d'avancement. Au-dessous de ceux on constate une couverture de moraine d'une puissance changeante, sur laquelle on observe un sol postglacial („Parabraunerde“). E. C. KRAUS (1955, 1962) interprète les parties lessivées dans les cailloutis au-dessous de la moraine comme des restes d'un sol fossile du „Würmien moyen“ (sol de toundra). D'après J. BÜDEL (1962) la surface originale d'accumulation des cailloutis würmiens, sur laquelle avait été possible exclusivement une formation du sol au sens de E. C. KRAUS, n'existe plus. C'est vrai qu'on ne peut pas accepter cette opinion de J. BÜDEL, complètement, néanmoins d'autre part les trouvailles aux environs du Riegsee ne permettent pas de prouver l'existence d'un sol de „Würmien moyen“. Les parties lessivées, de puissances variantes, montrent une profondeur de quelques décimètres seulement (trouvailles de Froschhausen) ou — plus rarement — représentent une bande horizontale à continuation dans les cailloutis supérieurs au-dessous de la moraine (trouvailles de Spatzenhäuser). Elles sont pertinentes à un profil du sol („Parabraunerde“) complètement correspondent à un temps chaud. L'origine dès la surface et par conséquent l'appartenance au profil postglacial du sol („Parabraunerde“) est indiquée par des nombreux canaux de communication en forme de tube dans la moraine avec un lessivement distinct.

Die zur Eisstromrichtung querliegende, beckenförmige Murnauer Glaziallandschaft als der alpennahe Teil des Ammersee-Stammbeckens wird durch die hier teilweise über 800 m aufragenden Molasse-Rippen der Murnauer Längsmulde eingegrenzt, deren Südflügel von der Loisach nach Osten umflossen wird. Nur so ist es verständlich, daß sich in dem von Staffel- und Riegsee eingenommenen Becken eine maximal 70 m mächtige Serie von Eiszeitsedimenten, insbesondere „Würm-Vorrückungsschotter“, erhalten konnte. Nach J. BÜDEL (1962) fand der Loisach-Gletscher an der

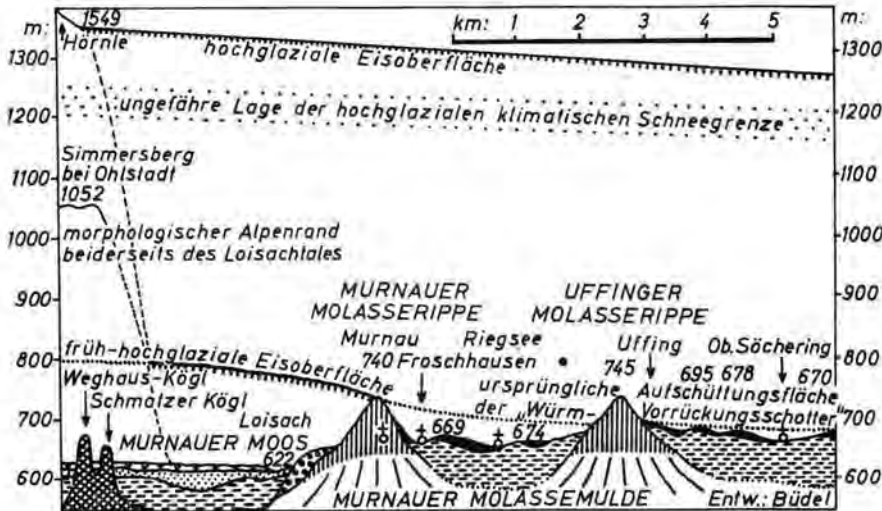


Abb. 1. Profil vom Alpenrand bei Ohlstadt durch das Murnauer Pleistozän bis in die Gegend von Ober-Söchering.

(v-Signaturen = Holozän der verlandeten Seen im Murnauer Moos; feine Punktierung = spät-bis postglaziale Terrassenabsätze, „Rückzugs-Schotter“; schwarz = hochglaziale Grundmoräne des Ammersee-Gletschers; horizontale Strichelung = früh- bis hochglaziale Terrassenabsätze, „Würm-Vorrückungsschotter“; dicke Punktierung = Schotter mit eingelagertem Riß/Würm-Interglazial südlich der Murnauer Molasse-Rippe; senkrechte Schraffierung = steilgestellte Tertiärgesteine der Murnauer und Uffinger Molasse-Rippe; Schrägkreuz-Schraffierung = Flysch-Gesteine, vorwiegend Quarzite, des Alpenrandes bei Ohlstadt. Entwurf: J. BÜDEL, vgl. hierzu auch Fußnote 1 und 6).

Wende Früh-/Mittel-Würm bei Murnau an der südlichen Molasse-Rippe in einer Höhe von 740 m einen längeren Halt (vgl. Abb. 1), währenddessen die vorgelagerte und schon vorher ausgetiefte Molasse-Mulde hier bis zu jener Höhe, sich aber schwemmfächerartig gegen die nördliche Molasse-Rippe bei Uffing hin bis auf ca. 700 m abdachend, aufgeschottert wurde. Im Hochglazial soll dann der mächtig anschwellende Loisach-Gletscher über beide Molasse-Rippen hinweg bis weit in das nördliche Ammersee-Vorland hinaus vorgestoßen sein, wobei die lockeren Schotter wieder tief ausgeschürft worden wären; so im Gebiet des Staffel- und Riegsees bis nahe an 600 m hinab, selbst in den höchsten erhaltenen Vorkommen bei Murnau und östlich Froschhausen in 670 bis 700 m jedoch noch um mehr als 40 m (vgl. Abb. 1). Zu dem Zeitpunkt der größten Gletscherausdehnung im Würm-Hochglazial soll sich die Eisoberfläche der Murnauer Gegend in Höhen zwischen 1300 und 1350 m befunden, also stellenweise hier noch Mächtigkeiten bis über 700 m erreicht haben. Da die hochglaziale Schneegrenze in diesem Raum bei 1150 bis 1250 m veranschlagt wird (vgl. Abb. 1), wäre somit dieser Bereich ins Nährgebiet der Alpenvereisung gerückt. Nach J. BÜDEL (1962) ist demnach die ursprüngliche Aufschüttungsoberfläche der „Würm-Vorrückungsschotter“, auf der allein eine interstadiale Bodenbildung im Sinne von E. C. KRAUS (1955, 1962) hätte Platz greifen können, hier nirgends mehr erhalten, da sie während des hochglazialen Eisvorstoßes vollkommen zu einer drumförmigen Hügellandschaft abgetragen worden sei. Über diese Abtragslandschaft wäre dann lediglich noch im späteren Hochglazial ein Moränenschleier ausgebreitet worden. Diese Grundmoränen-Decke ist nur an den Eisleeseiten noch zusammenhängend erhalten und hier bis zu einigen Metern, maximal 15 m, mächtig. An den Eisluvseiten, wo E. C. KRAUS (1955, 1962) vornehmlich jenen Interstadial-Boden zu finden glaubte, ist diese Grundmoränen-Bedeckung wesentlich geringmächtiger, durchschnittlich ca. 50 cm, oder aber sie fehlt ganz (vgl. Abb. 1).

Zweifellos stützen sich die Überlegungen und Angaben von J. BÜDEL auf gründliche Orts- und Sachkenntnisse. Ist aber die für das Murnauer Gebiet rekonstruierte hochglaziale Eisstromhöhe nicht doch etwas zu hoch gegriffen? A. PENCK & E. BRÜCKNER (1909) geben hier für den Alpenrand südlich der Murnauer Molasse-Rippe nur 1100 bis 1200 m an. Andererseits war aber der 988 m hohe Peißenberg noch weit nördlich der Uffinger Molasse-Rippe während des Würm-Hochstandes zweifellos vom Eise überdeckt. Die Frage nach der Eisstromhöhe ist aber nicht sicher zu beantworten, da nicht zu entscheiden ist, ob sich der Loisach-Gletscher vom Alpenrande bis zum äußeren Rand nördlich des Ammersees kontinuierlich abdachte, oder aber ob er in Form von Gletscher-Brüchen unmittelbar am Alpenrand bereits auf eine Höhe von 1100 bis 1200 m abfiel. Ist ferner dieses vom äußeren Eisrand nördlich des Ammersees nur ca. 50 km entfernte Gebiet jemals überhaupt in den Nährbereich des riesigen und an das von den Zentralalpen ausgehende Eisstromnetz angeschlossenen Loisach-Gletschers gerückt? Bei den hier von J. BÜDEL angenommenen Eis-mächtigkeiten von durchschnittlich 600 bis 650 m müßten dann doch in den lockeren „Würm-Vorrückungsschottern“ kräftigere eistektonische Stauchungen zu erwarten sein.

Ob nicht schließlich doch auch grundsätzlich die Möglichkeit der Ausbildung und Erhaltung von „Innerwürm-Böden“ im Murnauer Gebiet bestand? So dürfte der Vorstoß des Alpen-Eises vom Beginn des Frühwürms bis zum Maximalstand während des Hochglazials und auch dessen Rückzug bis zum Ende des Spätglazials kaum ein so einförmiger und kontinuierlicher Vorgang sein, wie das u. a. J. BÜDEL annimmt. Beispielsweise kennen wir ja aus niederländischen, norddeutschen und dänischen Profilen die Existenz von teilweise kräftigen Klimaschwankungen im Früh-, Mittel- und Spätwürm, was sich auch in der Gletscherbewegung ausgewirkt haben muß. So kann auch das Alpeneis bis zum Zeitpunkt des Hauptvorstoßes und während des Rückzuges auf der Nordseite der Alpen mehrere Male und durchaus teilweise weit über den Alpenrand hinaus vorgestoßen sein und sich

dann nachher (bzw. vorher) wieder tief bis in die Alpentäler hinein zurückgezogen haben<sup>2)</sup>. Dafür gibt es im weiten Umkreis der Alpen zahlreiche Belege (vgl. u. a. die diesbezüglichen Ausführungen in R. VON KLEBELSBERG 1949 und P. WOLDSTEDT 1958); so scheint sich beispielsweise im Rheingletscher- (u. a. C. RATHJENS 1951) und Aaregletscher-Gebiet (P. BECK 1939, u. a. „Spiezer Schwankung“) eine deutliche Untergliederung der Würm-Eiszeit abzuzeichnen. Doch bedarf es sicherlich hinsichtlich einer für den gesamten Umkreis der Alpen gültigen Sicherstellung einer detaillierten Würm-Gliederung, wie sie im nord-europäischen Vereisungsgebiet Gültigkeit besitzt, noch mancher Untersuchungen.

Jedenfalls kann aus dem zuvor Gesagten der Schluß gezogen werden, daß in der Murnauer Glaziallandschaft grundsätzlich wohl doch die Möglichkeit der Ausbildung und Erhaltung von „Innerwürm-Böden“ bestand. Einmal ist die Akkumulation der „Würm-Vorrückungsschotter“ durchaus nicht als stetiger (ununterbrochener) Vorgang anzusehen, was durch begrabene alte Landoberflächen zu belegen ist<sup>3)</sup>. Dann ist m. E. kein zwingender Beweis dafür erbracht, daß selbst im Eisvorstoßsee der Murnauer Molasse-Rippe, also am Südflügel der Murnauer Mulde, ein nach J. BÜDEL noch ca. 40 m betragender Ausschurf der Murnauer Schotter während des Hauptvorstoßes erfolgt ist. Zumindest jedoch könnten die hohen Schotter-Oberkanten östlich Froschhausen, wo sicherlich die Eisstromhöhe z. Zt. des Murnauer Haltes geringer war als in der engeren Gletscherpforten-Region bei Murnau, teilweise sehr wohl noch die alte Schotteroberfläche darstellen. Auch brauchen die bis zu 700 m aufragenden Schottervorkommen nördlich der Uffinger Molasse-Rippe eine Rekonstruktion der alten Schotteroberfläche im Sinne von BÜDEL für den Bereich der Murnauer Mulde und die darauf beruhenden Schlüsse über den Umfang der glazialen Abtragung nicht unbedingt zu rechtfertigen. Sie können nämlich vielleicht einem jüngeren und etwas höheren Schotter-Schwemmfächer entsprechen, der einem späteren Eishalt an der Uffinger Molasse-Rippe mit entsprechend höherem Niveau zuzuordnen ist, was keinesfalls der Auffassung eines einheitlichen und ungegliederten Hauptvorstoßes widersprechen würde.

Andererseits ist es vielleicht aber auch garnicht notwendig anzunehmen, daß der Gletscher während seines Hauptvorstoßes hier eine schwemmfächerartige, nahezu ebene Aufschüttungsfläche vorgefunden hätte, sondern ein bereits wieder teilweise zerschnittenes

2) Freilich hat sich weder die Auffassung einer „Laufen-Schwankung“ zwischen Früh- und Hauptwürm (A. PENCK & E. BRÜCKNER 1909) oder von überfahrenen „Würm I-Moränen“ im Sinne von B. EBERL (u. a. 1930) und J. KNAUER (zuletzt 1937), noch die einer späthochglazialen „Achen-Schwankung“ mit nachfolgendem „Bühl-Vorstoß“ (Endmoränen bis in die Weilheimer Gegend; A. PENCK & E. BRÜCKNER 1909) aufrecht erhalten lassen. Viel mehr Wahrscheinlichkeit hat demgegenüber schon die bereits von A. PENCK (1882, besonders 1921) betonte und besonders von C. TROLL (1925, 1931, 1936, 1937) und J. BÜDEL (1936, 1950) vor allem im Loisach-Isar-Inn-Gletscherbereich begründete Auffassung eines (von den Gletscher-Halten abgesehenen) einheitlichen und ungegliederten Vorstoßes und Rückzuges der Gletscher in der Würm-Eiszeit, was jedoch — streng genommen — nur für das „Post-Paudorf“-zeitliche „Pleniglazial B“ im Sinne von W. H. ZAGWIJN (1961) Gültigkeit besitzt.

3) Zumindest eine begrabene alte Landoberfläche liegt im aus „Würm-Vorrückungsschottern“ gebildeten Kern des Drumlins von Hörmatting im Innegletscher-Bereich vor (vgl. E. EBERS 1960 und K. BRUNNACKER 1962). Nach E. EBERS ist hier der gesamte Schotterkomplex sogar durch zwei zeitlich zu trennende Bodenbildungen zu gliedern („kaffeebraune Bodenbildung“ im unteren Teil der Schotter, „krebisfarbene Bodenbildung“ im hangenden Teil der Schotter unter der Grundmoräne). Stützend auf gewichtige stratigraphische Argumente und zwei C<sup>14</sup>-Datierungen (die sich allerdings widersprechen) wird erstere an die Grenze Früh-/Mittel-Würm („Götweiger Bodenbildung“ im Sinne von H. GROSS 1960) gestellt, letztere als „Innerwürm-Boden“ im Sinne von E. C. KRAUS (1955; Paudorfer Verlehmung?) aufgefaßt. Nach K. BRUNNACKER liegt hier jedoch nur eine Bodenbildung vor, die er nach pedologischen Gesichtspunkten in das letzte Interglazial zu stellen müssen glaubt, was allerdings zur Folge hätte, daß der mächtige basale Schotterkomplex ins Riß zu stellen wäre, wobei der Begriff „Würm-Vorrückungsschotter“ zumindest hier seine Berechtigung verlieren würde.

und schwach abgetragenes Relief. Mögliche Reste einer solchen Landoberfläche (mit Bodenbildungen) hätten sich dann zweifellos teilweise unter dem Niveau der dann älteren schwemmfächerartigen Schotteroberfläche im Sinne von J. BÜDEL ausbilden und erhalten können. Ferner ist auch m. E. kein zwingender Beweis dafür erbracht, daß die Grundmoränen-Schleier über dem „Würm-Vorrückungsschotter“ des Murnauer Raumes insgesamt dem Würm-Hochstand entsprechen, sondern vielleicht auch teilweise einem späteren, möglicherweise davon durch eine Interstadial-Schwankung zu trennendem Gletscherstand noch nördlich der Murnauer Mulde zuzuordnen sind (Ammersee-Stadium). Auch daraus ließe sich die Möglichkeit einer an eine stärker reliefierte Geländeroberfläche geknüpfte Bodenbildung im Sinne (allerdings nicht im gleichen Zeitsinne) von E. C. KRAUS herleiten. Freilich lassen sich die in diesem Absatz angeführten Argumente nicht durch entsprechende Ergebnisse der Feldforschung belegen. Dennoch müssen sie bei einer derartigen Betrachtung mit diskutiert werden, zumal wir nicht immer wissen, ob die „Vorrückungs- und Rückzugshalte“ der Gletscher hier wirklich nur Halte oder aber Stadien mit nachfolgendem, bzw. vorausgehendem Eisrückzug sind.

Die vorstehenden Ausführungen können wohl derart zusammengefaßt werden, daß grundsätzlich die Möglichkeit der Ausbildung und Erhaltung von „Innerwürm-Böden“ im Murnauer Raume bestand. Doch sollen diese kritischen Bemerkungen zur Ansicht von J. BÜDEL nun keinesfalls den Eindruck erwecken, als ob damit die Würm-Gliederung im Sinne von E. C. KRAUS (1962) gerechtfertigt sei. Gerade die in den Aufschlüssen 900 m und 2 km östlich Froschhausen, sowie nördlich von der Ortschaft Riegsee gezeigten Profile, auf die ja E. C. KRAUS im wesentlichen seine Würm-Gliederung stützt, sind wohl kaum geeignet, die Ansicht von J. BÜDEL zu widerlegen. Alle Profile dieser drei Aufschlüsse zeigen einen völlig gleichartigen Aufbau (vgl. Abb. 2). Im Liegenden finden sich mächtige „W ü r m - V o r r ü c k s c h o t t e r“ (Murnauer Schotter), die sich überwiegend aus kalkalpinem Material zusammensetzen. Nach J. BÜDEL (1962) beträgt der Kristallin-Anteil zwischen 3 und 8%, vom Liegenden zum Hangenden ansteigend, entsprechend dem laufend höheren Anteil zentralalpiner Eises des langsam vorrückenden, aber am Kessel des heutigen Murnauer Mooses sich stauenden Loisach-Gletschers. Diese Schotter sind in oberen Lagen durchschnittlich bis zu einer Tiefe von 2 m eistektonisch gestaucht worden (z. B. im Aufschluß 900 m östlich Froschhausen; vgl. Abb. 2, Ostteil). Gelegentlich durchsetzen derartige eistektonische Scherflächen mit verschleppten Sand- und Kiesschnüren sogar die hangende G r u n d m o r ä n e (z. B. im Aufschluß 900 m östlich Froschhausen; vgl. Abb. 2, Ostteil). Im allgemeinen ist jedoch eine  $\pm$  horizontale, die im Hangenden verstauchten Schotter diskordant abschneidende Auflagerungsfläche gewahrt, über der die stark tonige und für Wasser schwer durchlässige Grundmoräne folgt (vgl. Abb. 2, Westteil). Diese ist durchschnittlich 50 cm mächtig (Aufschlüsse östlich Froschhausen), kann in Einzelfällen jedoch über 2 m anschwellen (Aufschluß nördlich der Ortschaft Riegsee), andererseits aber auch nur wenige Dezimeter betragen (Aufschluß bei Spatzhausen). Sie enthält bis zu 30% Kristallin-Gerölle und zahlreiche gekritzte Geschiebe. Das Profil wird schließlich abgeschlossen von einer durchschnittlich 50 cm mächtigen, postglazialen B o d e n b i l d u n g. Soweit diese nicht durch jüngere erosive Vorgänge stärker gestört und nahezu unkenntlich geworden ist, stellt sie eine typische Parabraunerde dar, d. h. einen braunerdeartigen Boden mit starker Durchwaschung und Wanderungstendenz von Ton- und Eisenverbindungen aus dem Oberboden (A-Horizont) in den Unterboden (B-Horizont).

Allerorts ist die Grundmoräne — stärker bei etwa  $\pm$  50 cm Mächtigkeit (und ebenso bei noch geringeren Mächtigkeiten), aber kaum noch bei einer Mächtigkeit von über 1 m — von  $\pm$  senkrechten, röhrenförmigen Kanälen mit deutlicher Verbraunung durchsetzt, worin sich nicht selten verwitterte Wurzelreste finden (vgl. Abb. 2). Sie leiten zu den unter der Grundmoräne in den oberen Partien des liegen-

den Murnauer Schotter folgenden, wechselnd breiten, aber meist nur geringmächtigen „Bodentaschen“ über. Diese „Bodentaschen“ folgen bei ungestörter Schichtenlagerung der Schotter der Grundmoränen-Unterkante  $\pm$  horizontal (vgl. Abb. 2, Westteil); bei eistektonisch gestörter Schichtenlagerung in hangenden Schotterpartien (Aufschluß 900 m östlich Froshausen; vgl. Abb. 2, Ostteil) jedoch zusätzlich schräg abwärts verlaufenden Diskontinuitätsflächen. Diese den Scherflächen schräg abwärts folgenden „Bodenschlieren“ mit wechselnd kräftiger Verbraunung sind zumeist an die nach Körnung und Porenvolumen wechselnden Schichtgrenzen geknüpft und oft bis über 2 m Tiefe hinaus zu beobachten<sup>4)</sup>. Es besteht wohl kein Zweifel, daß sowohl die „Bodentaschen“ als auch die „Bodenschlieren“ von brauner oder dunkelschokoladenbrauner Färbung Glieder eines voll warmzeitlichen Bodenprofiles sind und zwar bei ihrer von der Oberfläche ausgehenden Herkunft eindeutig des postglazialen, Schrittmacher für den Vorgang der röhren- (Grundmoräne), taschen- (unterhalb der Grundmoränen-Auflagerungsfläche) und schlierenförmig (obere Schotterpartien) bis zu mehreren Metern Tiefe unregelmäßig ausgeweiteten holozänen Bodenbildung sind hier somit die Pfahlwurzeln bestimmter Waldbäume und verschiedene Diskontinuitätsflächen, denen bevorzugt das Sickerwasser und dann die Bodenbildung folgen konnte. Umgekehrt kann natürlich entlang solcher Leitbahnen auch das Grundwasser von unten her in den eigentlichen Bodenbildungsbereich leichter eintreten. Wo die Grundmoränen-Decke mächtiger wird, stellen sich derartige Erscheinungen seltener ein oder fehlen ganz (Aufschluß

<sup>4)</sup> Nach einer Diskussionsbemerkung von K. BRUNNACKER können hier neben Wurzelröhren und derartigen Scherflächen aber auch Trockenrisse und vielleicht sogar Frostspalten des Spätglazials als Leitbahnen fungieren, entlang denen dieses tonige und kräftig braun gefärbte Material in die Tiefe wandert. Ferner soll es hier nach K. BRUNNACKER Lokalitäten geben, die allerdings nicht auf der Exkursion besucht wurden, wo nur das Eisen im reduzierten Zustand durchwaschen und an der Grenzfläche zum grobporigen Schotter unter der Grundmoräne wieder oxydiert und damit ausgefällt wurde.

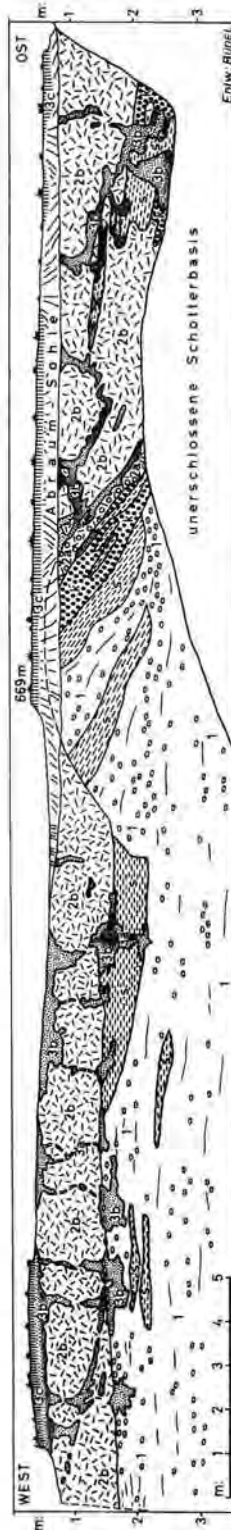


Abb. 2. Holozäne Bodenbildung in Ablagerungen der Würm-Eiszeit östlich vom Riegsee/Murnauer Mulde.

(3 = holozäne Parabraunerde; c = A<sub>1</sub>-Horizont; b = (B)-Horizont mit reicher Taschenbildung längs der Diskontinuitätsflächen in der würmeiszeitlichen Sedimentfolge; Schichtfugen, eistektonische Scherflächen, Sand- und Feinkieslinien; die Dichte der Punkte zeigt den Grad der Dunkel-färbung an; a = Wurzelgänge, teilweise mit verwitterten Baumwurzeln, als Wegbereiter der „Bodentaschen“; 2 = würm hochglazialer Geschiebemergel; b = eigentliche Grundmoräne mit bis über 30% Kristallingschieben; a = schotterreiche Grundmoräne, d. h. von eistektonischen Scherflächen begrenzte Mischzone zwischen 1 und 2a; 1 = früh- bis hochglazialer „Würm-Vorrückungsschotter“, s = Sandlinse, k = Feinkieslinie in der Grundmoräne oder dem Schotter. Aufschluß: 900 m östlich Froshausen; aufgenommen am 22. 3. 1962 mit Ergänzungen am 8. 7. 1962 und am 15. 10. 1962 von J. Bübel, vgl. hierzu auch Fußnote 1 und 6).

nördlich der Ortschaft Riegsee). Neben diesen sicherlich echten Bodenbildungs-Phänomenen finden sich aber gelegentlich auch im Gesamtprofil der Murnauer Schotter an Schichtgrenzen, besonders aber an Sandlinsen geknüpfte „Verbraunungen“. Diese sind wohl kaum als fossile Bodenbildungen zu deuten, sondern stellen Ausfällungszonen dar, die alte Grundwasserstände markieren<sup>5)</sup>. Für die Existenz eines „Mittelwürm-Bodens“ (Tundren-Boden) im Sinne von E. C. KRAUS (1962) liegen somit, zumindest in diesen Aufschlüssen, keine beweiskräftigen Kriterien vor.

Auf Veranlassung von I. SCHAEFER, München, wurde anschließend noch eine Kiesgrube südlich der Straße von Spatzenhäusern nach Eglfing (1 km WNW Spatzenhäusern) besucht, die anscheinend weder E. C. KRAUS noch J. BÜDEL bekannt war. Auch hier findet man die gleiche Schichtenfolge aufgeschlossen wie in den Kiesgruben östlich des Riegsees, lediglich ist hier die Mächtigkeit der Grundmoränen-Decke mit durchschnittlich 30 cm geringer. Scheinbar grundsätzlich anders gegenüber den Aufschlüssen östlich des Riegsees läßt sich hier jedoch eine ca. 20 cm mächtige Verbraunungszone („Braunerde-Basis“) durchlaufend und gleichermaßen kräftig gefärbt in den hangenden Lagen der hier kaum eistektonisch gestörten Murnauer Schotter unter der Grundmoränen-Decke auf eine Entfernung von ca. 15 m verfolgen. Allerdings steht auch diese Bodenbildung durch zahlreiche,  $\pm$  vertikale, braun gefärbte „Röhren“ (Wurzelgänge, Kapillare etc.) in der Grundmoräne mit der hangenden postglazialen Braunerde in Verbindung. Daraus schließen u. a. J. BÜDEL und K. BRUNNACKER<sup>6)</sup> auf völlige Gleichartigkeit und Gleichzeitigkeit der Bodenausbildung zu den Profilen in den Aufschlüssen östlich des Riegsees. Andere Exkursions-Teilnehmer, darunter E. EBERS und I. SCHAEFER, sind hingegen der Ansicht, daß die „Braunerde-Basis“ (Verbraunungszone) unter der Grundmoräne als fossiler Boden im Sinne von E. C. KRAUS aufzufassen sei, deren Ausbildung I. SCHAEFER allerdings einem spätglazialen Interstadial, möglicherweise der Alleröd-Schwankung, zuordnen möchte, was aber im Hinblick auf die

5) Eine allgemein verbindliche Deutung kann man hier somit nicht immer geben; vielfach muß man auch eine Komplexwirkung mit in den Kreis der Betrachtung stellen, wobei einmal dieser und einmal jener Vorgang dominiert.

6) K. BRUNNACKER hat dazu bemerkt, daß eine derartige Tondurchwaschung (Lessivierung) nach vorangegangener Entkalkung teilweise bereits im ausgehenden Spätglazial möglich gewesen sei. Wenn aber dann als Untergrenze der Durchwaschung ein Grundwasserspiegel (was hier jedoch sicherlich nicht angenommen werden kann) oder ein Dauerfrostboden (namentlich dessen sich wechselnd ändernde Oberfläche gegen die sommerliche Auftauschicht) vorhanden ist, dann könnte es zu einer solchen flächigen Braunfärbung an der Schotterobergrenze unter der Grundmoräne kommen. Würde hier aber ein eigenständiger Bodenrest im Sinne von E. C. KRAUS vorliegen, dann müßte entweder der oberste Teil des Murnauer Schotters in Frostscherben zerlegt sein oder aber es müßte eine echte, im wesentlichen chemische Schotterverwitterung wahrzunehmen sein. Davon kann aber nicht die Rede sein. Es handelt sich vielmehr nur um eine Umrundung der Gerölle, und nur solche aus labilem Material, wie z. B. aus Dolomit, sind z. T. „vermorscht“. Diese „Vermorschung“ bestimmter Gerölle kann somit kein Beweis für eine Eigenständigkeit jener Bodenbildung unter der Grundmoräne sein.

Das Profil im Aufschluß bei Spatzenhäusern, das offenbar beiden Parteien unbekannt war und somit völlig unvorbereitet — insbesondere den Exkursionsleiter — zu einer klaren Stellungnahme zwang, hat J. BÜDEL nach der Exkursion noch einmal aufgraben lassen und gründlich untersucht. Dabei stellten sich unter dem ersten „Unterboden“ in bis zu fast 2 m tieferen Schotterpartien noch weitere Bodenreste ein, die durch Verwitterungsstränge (nicht selten darin Wurzelreste) miteinander verbunden waren, was nach I. BÜDEL auf eine völlig gleichartige Ausbildung zu den Profilen östlich des Riegsees schließen läßt. Detaillierte Ergebnisse (einschließlich der von mir aus dem Exkursionsführer übernommenen Abbildungen) werden demnächst von J. BÜDEL unter dem Titel „Die Vorrückungsphasen des würmeiszeitlichen Ammersee-Gletschers im Alpenvorland bei Murnau (Südbayern)“ in „Erdkunde, H. 1/2, Bonn 1963“ veröffentlicht. Es erübrigt sich somit, sowohl auf die ausführlichen Diskussions-Bemerkungen zum Spatzenhäusener Profil seitens Prof. J. BÜDEL als auch auf die Einzelheiten der Ergebnisse seiner dortigen verdienstvollen Nachuntersuchungen einzugehen.

Grundmoränen-Überdeckung abwegig erscheint, da die Alpengletscher im Spätglazial, insbesondere der Jüngeren Dryas-Zeit („Schlußvereisung“) kaum noch dieses Gebiet überfahren haben dürften. Der größte Teil der Exkursionsteilnehmer, darunter u. a. J. DE JONG und H. WORTMANN, wollte sich hinsichtlich der Ausdeutung dieses Bodenprofils nicht näher festlegen, da einerseits doch die Möglichkeit einer Zweischichtigkeit und Zweizeitigkeit des Spatzenhausener Bodenprofils auf Grund der Durchläufigkeit und Gleichartigkeit der Verbraunungszone („Braunerde-Basis“) unter der Grundmoräne wohl zunächst ohne exakte Prüfung nicht zu verneinen sei, andererseits wäre aber auch wohl in Übereinstimmung zu den Profilen östlich des Riegsees eine Verbindung zu dem Boden über der Grundmoräne unverkennbar, zumal vom bodenkundlichen Standpunkt aus kaum einzusehen ist, daß hier ein „Mittelwürm-Boden“ (Tundren-Boden) im Sinne von E. C. KRAUS als Braunerde ausgebildet worden sei, der ja doch durchwegs ein an ein feucht-temperiertes Klima geknüpfter Waldboden sein würde. Sicherlich ist somit auch das Spatzenhausener Profil wenig geeignet, um einen eindeutigen Beweis für die Existenz eines „Mittelwürm-Bodens“ (Tundren-Boden) im Sinne von E. C. KRAUS zu erbringen.

Somit scheint klar herauszukommen, daß an den besprochenen Lokalitäten ein „Innerwürm-Boden“ im Sinne von E. C. KRAUS nicht vorhanden ist. Demnach kann es für den Bereich der Murnauer Mulde nicht als erwiesen gelten (und ebensowenig wohl für die weitere Umgebung, wenn man von der umstrittenen Zeitstellung des „kreisfarbenen Bodens“ im Hörmatinger Profil im Sinne von E. EBERS 1960 — vgl. dazu K. BRUNNACKER 1962 — absieht), daß hier die Würm-Ablagerungen und damit auch die Vereisungskurve dieses Gebiets durch eine frühhochglaziale (Paudorf, an der Wende Pleniglazial A/B), bzw. späthochglaziale („Spiezer Schwankung“; vgl. P. BECK 1939) Interstadial-Schwankung zu gliedern ist. (Beide Zeitintervalle wären für den „Innerwürm-Boden“ im Sinne von E. C. KRAUS vertretbar gewesen.) Das darf aber nicht zu der Folgerung verleiten, daß es Interstadial-Schwankungen im gleichen Zeitsinne überhaupt nicht gäbe; ihre Existenz ist — zumindest was die Paudorfer Schwankung anbelangt — an vielen Punkten pedologisch (Lößprofile) und palynologisch (Moorprofile) einwandfrei nachgewiesen.

Manusk. eingeg. 25. 2. 1963.

Anschrift des Verf.: Privatdozent Dr. Karlheinz Kaiser, Geogr. Inst. der Freien Universität, 1 Berlin-Steglitz, Grunewaldstraße 35.