©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Georg Dietmair – Helmuth Franke – Roland Kunz

Die Altmoränen-Landschaft nördlich des Ammersees

Eine geologisch-geomorphologische Betrachtung

Einleitende Gedanken zu Abb. 1 (vordere Umschlagseite)

Wer von Augsburg über Mering auf der heutigen Bundesstraße 2 nach Fürstenfeldbruck fährt, benutzt eine ehemalige seit dem Ausgang des Mittelalters gebräuchliche Post-Straßenverbindung zwischen Augsburg und München. Natürlich ist sie längst den modernen Verkehrsbedürfnissen schneller Autos angepaßt, an ihrer Trassenführung hat sich im wesentlichen aber nichts geändert. Sie führt als echte Landstraße auch heute noch mitten durch die an ihr aufgereihten durchaus ansehnlichen Dörfer.
Die Landschaft, die wir auf der Fahrt durchqueren, hat scheinbar nichts Aufregendes an sich. Sobald bei Mering das Lechtal verlassen ist, breitet sich eine flachwellige Hügellandschaft vor uns aus. Die Höhen sind meist waldbestanden, dazwischen liegen fruchtbare Äcker. Auffällig sind lediglich einige breite, flachbödige Täler. Vergeblich sucht man aber darin nach den zur Breite des Tales passenden großen Flüssen. Harmlose kleine Bäche laufen dort wie kleine Buben in den viel zu großen Hosen ihrer Väter herum. Das war für uns der erste Anstoß, zu fragen, warum das so ist. Mit der Suche nach Antworten aber begann sogar diese einfache Landschaft für uns interessant zu werden, so daß wir uns immer intensiver mit der Altmoränen-Landschaft im nördlichen Vorfeld des Ammersees auseinandersetzten und zu erkunden versuchten, was die Wissenschaft darüber zu wissen glaubt.
Unser Bericht will keinen absoluten Wissenschaftsanspruch erheben. Wir möchten ihn vielmehr als eine an der Wissenschaft orientierte Landschafts-Beschreibung verstanden wissen, die zum persönlichen Kennenlernen anregen soll.

Allgemeine Ausführungen

1. Das Gebiet

Das betrachtete Gebiet liegt innerhalb einer gedachten Umgrenzungslinie von Kaufering entlang der Ostseite des Lechtals bis Mering, weiter nach Osten über Mittelstetten im Norden bis etwa vor Maisach, dann nach Süden bis westlich von Fürstenfeldbruck und über Geltendorf zum Ausgangspunkt Kaufering.
Drei Landkreise teilen sich die Hoheitsrechte darüber: Aichach-Friedberg, Fürstenfeldbruck und Landsberg a. Lech. Neben der sehr bedeutenden Eisenbahnstrecke von Augsburg nach München[1] führen die Strecken Fürstenfeldbruck – Kaufering und Mering – Geltendorf durch unser Gebiet.

Anschriften der Verfasser:
Georg Dietmair, Seilerstraße 11a, 86153 Augsburg
Helmuth Franke, Am Ringofen 12 ½, 86199 Augsburg
Dipl.-Geologe Dr. Roland Kunz, Gaisberger Straße 12a, 94469 Deggendorf

[1] Übrigens die zweitälteste Eisenbahnstrecke in Bayern, eröffnet auf der ganzen Länge bereits am 4. Oktober 1840.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



Abb. 1 Eine echte Landstraße führt uns in die Altmoränen-Landschaft und durch ihre Dörfer – die Bundesstraße 2 bei Steinach in Richtung Althegnenberg (E) aus dem Flugzeug gesehen.
(Zum Beitrag Dietmair, Franke, Kunz – Seite 3)



Oberkieferfragment des Pliopitheciden von Mörgen (zum Beitrag Heißig – Seite 2)

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

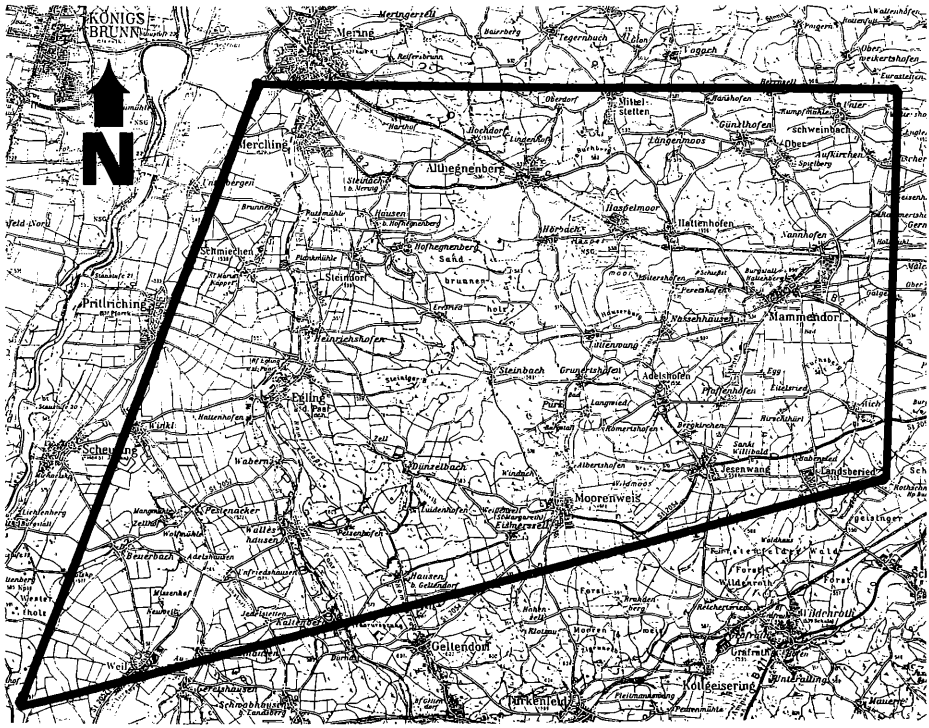


Abb. 2 Übersichtskarte. Innerhalb dieses Rahmens beschäftigt sich der Beitrag mit der Altmoränen-Landschaft
(Kartengrundlage: Topographische Karte 1: 100.000, Blatt Nr. C 7930; Wiedergabe mit Genehmigung des Bayerischen Landesvermessungsamtes München, Nr. 3597/99).

2. Was heißt „Altmoränen-Landschaft"?

Bevor wir auf den in diesem Ausdruck enthaltenen Zeitfaktor „alt" eingehen, wollen wir zuerst versuchen, den Begriff „Moräne" zu erläutern. *Moränen*[2] sind Gesteinsschutt (Locker-Sedimente), der von einem abschmelzenden Gletscher an der Fundstelle abgelagert wurde. Moränenschutt ist an seiner regellosen Struktur zu erkennen, in ihm ist alles unsortiert durcheinandergemischt. Feines, schluffiges und sandiges Gesteinszerreibsel vermischt sich mit Schottern und größeren Steinen (die als „Findlinge" übermannsgroß sein können). Dabei können die Mengenverhältnisse gänzlich verschieden sein. Entsprechend ihrer Genese bzw. ihren Bildungsbedingungen gibt es sehr unterschiedliche Arten von Moräne. Die größeren Gesteinsbruckstücke sind typischerweise kantig, zeigen häufig bestimmte Schliffmuster und/oder weisen teil-

[2] Der Ausdruck Moräne wird ugs. sowohl für das Sediment selbst, wie auch für die daraus aufgebauten Landschaftsformen (z.B. Endmoränen, Seitenmoränen) verwendet. Zur sprachlichen Verdeutlichung verwendet die Wissenschaft neuerdings den englischen Ausdruck Till für das Material in verschiedenen Varianten (z.B. lodgement-till an Stelle von Grundmoräne).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

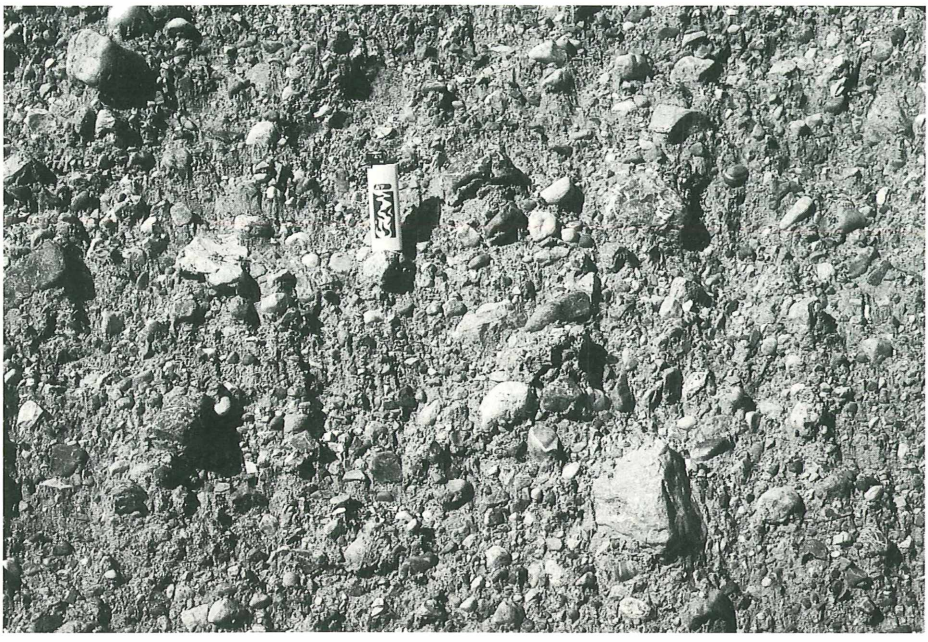


Abb. 3 Typische Moräne: unsortiert, die Größe der teilweise kantigen Bestandteile höchst unterschiedlich (Ausschnitt aus der Moränenwand in der Kiesgrube im Dornschlag N Althegnenberg).

weise Kratzer auf, weshalb sie auch „gekritzte Geschiebe" genannt werden. Solche Schliff- und Kratzmuster entstehen durch die schrammende Bewegung der in den Gletscher eingefrorenen Gesteinsbruckstücke auf dem unterliegenden Material. Daneben treten auch gerundete Gerölle auf, die der Gletscher auf seinem Weg angetroffen und mitgeschleppt hat.

Wenn wir von *Alt*moränen sprechen, setzen wir indirekt voraus, daß es im Gegensatz dazu auch *Jung*moränen gibt. Das bedeutet: es gibt Moränenbildungen aus verschiedenen Zeiten der Erdgeschichte. Darauf soll im folgenden Abschnitt näher eingegangen werden. Der Ausdruck *Altmoränen-Landschaft* will besagen, daß der von uns beschriebene Landschaftsteil maßgeblich von alten Moränenablagerungen bedeckt und von deren Formen geprägt ist.

3. Pleistozän – das Zeitalter der jüngsten Eiszeiten

Wie kommt aber – so wird sich mancher fragen – Gletscherschutt in eine Gegend, in der heute weit und breit kein Gletscher zu sehen ist? Die einfache Antwort kann nur lauten: es *lagen* in besagter Gegend in früheren Zeiten Gletscher. Die Erde hat im Laufe ihrer Geschichte häufig *Eiszeiten* (Glazialzeiten) erlebt. Es gibt Spuren periodischer Vereisungen[3] sogar aus dem Milliarden Jahre zurückliegenden Altpräkambrium. Die

[3] In Form versteinerter *Moränen*, sog. Tillite.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

für unser Gebiet maßgeblichen Glazialzeiten fanden jedoch in viel jüngerer Zeit, im sogenannten *Quartär* statt, dem „vierten"[4] Zeitabschnitt (System) der Erdgeschichte, unterteilt in *Pleistozän*[5] und *Holozän*[6].

Eiszeiten waren in unserem südbayrischen Raum dadurch gekennzeichnet, daß die Hochgebirgsgletscher der Alpen durch ein starkes Absinken der durchschnittlichen Jahrestemperatur[7], weshalb im Jahresverlauf mehr Schnee fiel als im Sommer wieder abschmelzen konnte, ein derartiges Volumen annahmen, dass ihre Eismassen weit in das Alpenvorland vorstießen. Gletschereis ist bekanntlich in der Lage, wie eine plastische Masse zu fließen. Auf ihren Wegen schürften die Gletscher enorme Gesteinsmassen aus den Tälern. Frostsprengung lockerte das Gestein der über das Eis hinausragenden Berge und warf den Schutt auf die Gletscher, die ihn auf ihrer Oberseite oder in ihrem Inneren weitertransportierten. Die großen Eismassen waren durchaus in der Lage, über Pässe hinweg in andere Täler zu fließen[8] und ortsfremdes Material dort als „Fernmoräne" zu deponieren.

Das Quartär ist also der Zeitabschnitt der Erdgeschichte, der uns die jüngsten Sedimente (Ablagerungsgesteine[9]) geliefert hat und immer noch liefert.

ALBRECHT PENCK, der Altmeister der Quartärforschung, hatte bereits im Jahr 1882 in einer Schrift seine Meinung von *mehreren* Gliedern eiszeitlicher Ablagerungen im Alpenvorland dargelegt und dann zusammen mit EDUARD BRÜCKNER in seinem großen Werk *„Die Alpen im Eiszeitalter"* (1901/09) ein *glaziales System von vier Eiszeiten* entwickelt. Die aufeinander folgenden Eiszeiten benannte er nach Flüssen des Alpenvorlandes (von der jüngsten zu den älteren) als *Würm-, Riß*[10], *Mindel- und Günz-Eiszeit*. Daß in der Folgezeit noch weitere Eiszeiten bzw. deren Ablagerungen „entdeckt" wurden und weitere vielleicht auch noch werden (siehe Tabelle), ist für diese Betrachtung von untergeordneter Bedeutung, denn in unserem Gebiet finden sich bisher nur Ablagerungen der beiden letzten Eiszeiten, der Würm-Eiszeit als vorläufig letzter und der vorletzten, der *Riß-Eiszeit*. Für die würmzeitlichen Ablagerungen hat sich der Ausdruck „Jungmoränen" eingebürgert und wird nach wie vor gebraucht, während als „Altmoränen" früher solche der Riß-, Mindel- und Günzeiszeiten galten. Mit der Entdeckung noch älterer Vereisungen genügte das nicht mehr[11]. Präziser ist deshalb zwei-

[4] *Quartär* ist – ebenso wie *Tertiär* – ein aus der Frühzeit der Geologie überkommener Ausdruck, als man die Erdgeschichte noch in vier Hauptabschnitte unterteilte. Während „Primär" und „Sekundär" längst aus der Wissenschaftssprache verschwunden sind, blieb es für die letzten Abschnitte bei den alten Begriffen. Die geologische Wissenschaftsdisziplin, die sich speziell mit dem Quartär befaßt, nennt sich demgemäß Quartär-Geologie.

[5] Zu deutsch: *„das am meisten Neue"* = die Glazialzeiten, die Zeiten der großen Vorlandvereisungen.

[6] *„Das ganz Neue"*, die Jetzt-Zeit, d.h. die geologische Gegenwart.

[7] Über die Ursachen für diese Abkühlung gibt es noch keine einheitliche Meinung unter den Wissenschaftlern.

[8] Für diesen Vorgang hat PENCK (1899) den Begriff „Transfluenz" eingeführt.

[9] Man spricht hier stets von „Gesteinen", auch wenn sie noch lockere Haufen von Gesteinsschutt („Lockergesteine") bilden und nicht (z.B. zu Nagelfluh) verfestigt sind.

[10] Trotz jüngst geänderter Schreibregeln haben wir die Schreibweise „Riß" beibehalten, da es sich um einen Eigennamen handelt.

[11] Vgl. hierzu aus dem Vorwort zu JERZ (1993): „Wie in anderen Wissenszweigen ist auch in der Quartärforschung vieles in rascher Weiterentwicklung; manches hier Dargestellte ist im Fluß und zeigt einen gegenwärtigen, mehr oder weniger vorläufigen Wissensstand auf."

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Tabelle:
Der für unsere Altmoränen-Landschaft bedeutsame Ausschnitt aus der geologischen Zeittafel

GEOLOGISCHE ZEITTAFEL

G. Dietmair (1999)

QUARTÄR	Heute	**Holozän** („Jetzt-Zeit")	Post-glazial
	~ 10.000	**Würm-Kaltzeit**	Jung-Pleistozän
	~ 115.000	*Riß-Würm-Interglazial*	Jung-Pleistozän
	~ 130.000	**Riß-Kaltzeit** Unsere Altmoränen ↕	Mittel-Pleistozän
	~ 280.000	*Mindel-Riß-Interglazial*	Mittel-Pleistozän
	~ 300.000	**Mindel-Kaltzeit**	Alt- Pleistozän
		Haslach-Kaltzeit	Alt- Pleistozän
		Günz-Kaltzeit	Alt- Pleistozän
	~ 730.000	**Donau-Kaltzeit**	Ältest-Pleistozän
		Biber-Kaltzeit	Ältest-Pleistozän
	~ 2,4 Mio J.	**Pliozän** Abtragung	
TERTIÄR	~ 5,1 Mio J.	**Miozän** Sedimentation der Oberen Süßwassermolasse ~ 18 – ~ 8,5 Mio J.	
	~ 24,6 Mio J.	Älteres nicht aufgeschlossen	

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

fellos die Unterscheidung in Jung-Pleistozän für die Würm-Eiszeit und *Mittel*-Pleistozän für Riß- und Mindel-Eiszeiten, denn das schaffte Platz für das später entdeckte Alt- und Ältest-Pleistozän. Dennoch wollen wir in dieser Betrachtung den einfachen Ausdruck *Altmoränen* verwenden als Synonym für die *rißeiszeitlichen Ablagerungen und Formen*, denn von allen älteren als würmzeitlichen Vereisungsresten finden wir in unserem Gebiet nur solche.

4. Was unterscheidet Jung- und Altmoränen?

Jung- und Altmoränen unterscheiden sich in erster Linie in ihren landschaftlichen Formen, in ihrer Geomorphologie. Die Moränenanhäufungen, insbesondere die sog. End- und Seitenmoränen, des würmzeitlichen Gletschers ragen noch viel höher auf und sind steiler geböscht als die der Riß-Eiszeit, die bereits weitgehend verflacht und „verwaschen" (JERZ, 1993: 11), man könnte fast sagen: eingeebnet sind. Auf die Vorgänge, die diese Verflachung hervorrufen, werden wir unten in Abschnitt 8 noch näher eingehen. Der zweite Unterschied ist im Moränenmaterial selbst zu finden. Rißzeitliche Ablagerungen sind der Verwitterung[12] viel länger ausgesetzt gewesen, insbesondere in der zwischen beiden Eiszeiten anzusetzenden Warmzeit[13], dem Riß-Würm-Interglazial[14]. In dieser Warmzeit, die 15.000 bis 20 000 Jahre gedauert hat, konnte es zu starker Vegetationsentwicklung und damit zu Bodenbildung kommen. Rotbraune interglaziale Böden lassen sich deshalb verhältnismäßig häufig im Altmoränengebiet finden.

5. Woher kam das Eis?

Es war schon die Rede davon, dass der Gletscher, der seine Hinterlassenschaften in unserem Gebiet ablagerte, aus den Alpen kam. Sein Name ist *Isar-Loisach*-Gletscher[15], benannt nach den Alpenflüssen, deren Täler und Talausgänge in das Alpenvorland er auf seinem Weg benutzte.Für unser Gebiet ist aber allein der westliche Teil dieses Doppelgletschers, der *Loisachgletscher*[16] von Bedeutung. Die Loisach kommt aus dem Talkessel von Lermoos zu Füßen des Zugspitzmassivs und fließt über Griesen und Garmisch nach Eschenlohe, wo sie das eigentliche Gebirge verläßt. Diesem Weg ist auch der Loisachgletscher der Rißeiszeit gefolgt. Dann aber suchte er einen anderen, direkten Weg nach Norden über den harten Tertiärriegel der sog. Murnauer Mulde hinweg in das Ammerseebecken und weiter, während die Loisach sich heute, Ammersee und Starnberger See meidend, südlich von München mit der Isar vereinigt.

[12] Der Grad der Verwitterung bemißt sich u. a. nach der Entkalkung der Moränen. Die Entkalkungstiefe der Rißmoränen reicht bis über 2 m und ist damit rund doppelt so groß wie in den Würmmoränen (JERZ, 1993). Das bedeutet auch, daß wir in den oberflächennahen Partien der Altmoränen weniger Karbonatgeschiebe finden, während der Anteil der viel verwitterungsresistenteren Kristallingeschiebe relativ höher ist.

[13] In diesen Warmzeiten hatten sich die Gletscher ähnlich wie heute weit in das Hochgebirge „zurückgezogen", d.h. sie waren fast ganz abgeschmolzen.

[14] Die wörtliche Übersetzung dieses Ausdrucks als „Zwischeneiszeit" wäre falsch, da es sich um eine Zeit zwischen zwei Glazialzeiten (Eiszeiten) handelt.

[15] Diese Doppelnamengebung stammt von SCHAEFER (1975), der damit eigentlich zwei Gletscher unterschiedlicher Herkunft willkürlich zusammenfaßte, weil ihre Eismassen sich im Alpenvorland vereinigten (vgl. Iller-Lech-Gletscher u. ä.).

[16] Auch Ammerseegletscher oder Loisach-Ammersee-Lobus des Isar-Loisach-Gletschers genannt.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

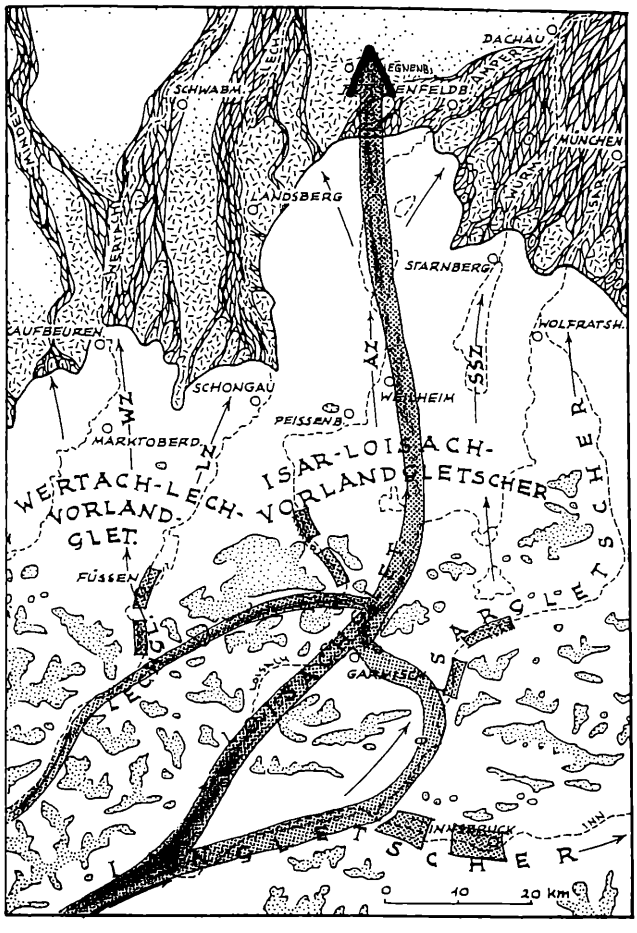


Abb. 4
Der Weg des Loisachgletschers durch die Alpentäler in das Alpenvorland bis zu unserer Altmoränen-Landschaft. (aus KUNZ 1996:14, verändert). Der Gletscher bezog sein Eis nicht nur aus den randnahen Gebirgsgruppen (Wetterstein-, Ester- und Ammergebirge), sondern bekam erhebliche „Zuschüsse" vom Inngletscher über den Fernpass und den Seefelder Sattel, wie zahlreiche zentralalpine Geschiebe beweisen.

Gespeist wurde der Loisachgletscher von vielen Lokalgletschern aus den Seitentälern seines Herkunftsgebietes, z.B. aus dem Wettersteingebirge, aber in starkem Maß von den über die südlichen Pässe – Fernpass und Seefelder Scharte – fließenden Eismassen des Inngletschers, der seinen Ursprung in den Bergen rund um das Oberengadin hat. Diese *Transfluenzen* (vgl. Fußnote 8) lassen sich anhand der vom Eis mitgeschleppten und entlang seines Weges abgelagerten Kristallin-Geschiebe aus den Zentralalpen, insbesondere der aus dem Julier-, Albula- und Tasnagebiet bekannten, auffällig grünen *Granite*, nachvollziehen.

Der Weg war für den *Rißgletscher* bereits bestens präpariert. Der etwa gleich große mindeleiszeitliche Gletscher[17] (und wohl auch schon die noch älteren) hatte vor ihm

[17] Für die Mindeleiszeit wird ein Zeitraum zwischen 450.000 und 300.000 Jahren v.h. angesetzt. Mindelmoräne wurde u.a. in der Nachbarschaft unseres Gebietes, am Südrand des Ampertales zwischen Emmering und Eichenau südöstlich von Fürstenfeldbruck von Grottenthaler 1980 kartiert (GK25 Blatt 7833 Fürstenfeldbruck).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

den gleichen Weg genommen und insbesondere das tiefe Ammerseebecken und dessen Abflussrinnen ausgeräumt. Dies war sicher einer der Gründe, warum es dem rißeiszeitlichen Gletscher gelang, am weitesten von allen nördlich der Alpen austretenden Gletschern, nämlich rund 70 km bis in die Gegend von Mering, Althegnenberg usw., in das Vorland vorzustoßen; einen wesentlichen Teil der Schürfarbeit hatten eben schon die früheren Eiszeiten erledigt.

6. Eine Zeitfrage

Mit der Unterscheidung in „jung" und „alt" ist bereits allgemein der Faktor Zeit angesprochen. Deshalb sollen hier auch die Antworten auf die Frage diskutiert werden: wie lange, d.h. *von wann bis wann* hat die Rißeiszeit gedauert? Die darüber in der Literatur zu findenden Angaben variieren sehr stark und werden meist mit großen Vorbehalten versehen. Spöttisch gesagt, es steht eben leider auf keiner Moräne der Hinweis: „Abgelagert in der Zeit von – bis". Die Datierung stützt sich im wesentlichen auf Altersbestimmungen organischer Substanzen und auf Pollenanalysen aus Warmzeiten (Interglazialen) zwischen zwei Eiszeiten. Dies ist um so schwieriger, je länger es der Verwitterung möglich war, die „Spuren zu verwischen" So schreibt JERZ (1993) über das *Mindel-Riß-Interglazial*: „Die Datierungen[18] mit verschiedenen Methoden streuen zur Zeit noch beträchtlich; im Mittel liegen sie zwischen 300.000 und 280.000 Jahren vor heute." und: „Auf die Riß/Würm-Warmzeit, die nach heutigen Kenntnissen nur 15.000 bis 20.000 Jahre dauerte und um 115.000 (110.000) vor heute endete
Die Riß*kaltzeit* dauerte demnach also mindestens von 280.000 bis 115.000 Jahren v.h., was einer *Gesamtdauer von 165.000 Jahren* entspricht.

> Ein Beispiel soll zeigen, wie einzelne Entdeckungen die Zeitvorstellungen verändern können: Zufolge der radiometrischen Altersbestimmung eines Kalksintervorkommens am Lechufer bei Hurlach hat dieses ein Alter zwischen 125.000 und 115.000 Jahren vor heute; die in dem Kalksinter enthaltene Fauna wird einer ausgeprägten Warmzeit zugerechnet (JERZ & MANGELSDORF 1989). Es ist also durchaus denkbar, daß das Rißglazial bereits vor 125.000 Jahren, also 10.000 Jahre früher geendet hat.

Analog zur Würmkaltzeit ist anzunehmen, dass die eigentliche Eiszeit – in der unser Gebiet also tatsächlich mit Gletschereis bedeckt war – nur einen Zeitraum von einigen tausend Jahren eingenommen hat.

7. Der Unterbau: das „Tertiär"

Die eiszeitlichen Gletscher breiteten sich im sogenannten *Molassebecken* aus, das sich in der Tertiärzeit[19] entlang dem Nordsaum der langsam aufsteigenden Alpen eingesenkt hatte. Ein Gebirge unterliegt von dem Augenblick an, an dem es sich über das Meer erhebt, der allgegenwärtigen Erosion durch Wind und Regen, Frost und Schwer-

[18] Die Altersangabe bezieht sich auf das Ende des Interglazials.

[19] Dieser Zeitabschnitt der Erdgeschichte begann vor etwa 65 Mio Jahren und endete mit dem Beginn des Pleistozäns vor etwa 2,4 Mio Jahren.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

kraft. Der dabei entstehende Gesteinsschutt wird hauptsächlich vom fließenden Wasser (fluviatil) oder eben auch von Gletschern (glaziär) zu Tal und in das Vorland transportiert. Genau dieser Prozeß führte zu den gewaltigen Ansammlungen von Geröll und Sand im tertiären Molassebecken, dessen Ablagerungen in einem zweifachen Wechsel von Meerwasser und Süßwasser bestimmt wurde. Die zuletzt während des Miozäns[20] vor 18 bis 8,5 Mio Jahren v.h. unter festländischen Bedingungen von weiträumig streuenden, relativ flachen Flußsystemen und in Seen (limnisch) in dieses Becken geschütteten, teilweise mergeligen und kiesigen Sande werden als *Obere Süßwassermolasse* (OSM) bezeichnet. Die Haupt-Schüttungsrichtung dieser, aus den östlichen Kalk- und Zentralalpen stammenden Sedimente verlief parallel zur Beckenachse von Ost nach West um den ganzen Alpenbogen herum zum Mittelmeer (siehe Abb. 5).

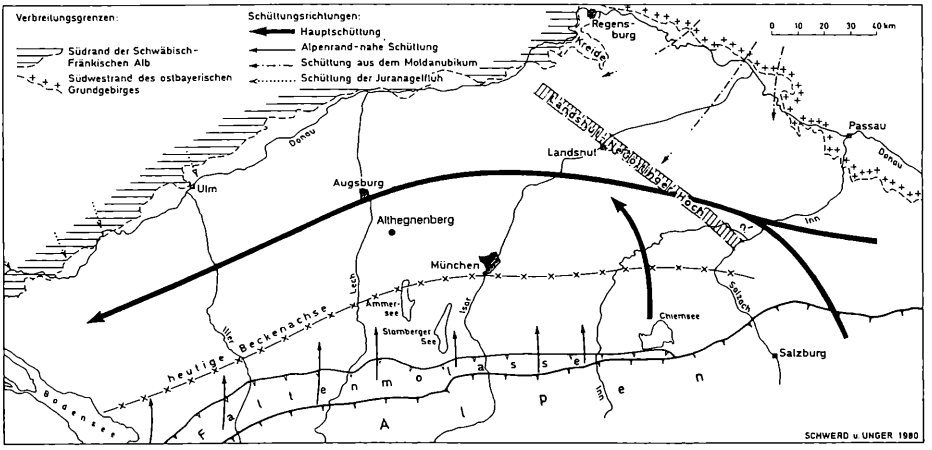


Abb. 5 Schüttungsrichtungen in der Oberen Süßwassermolasse vor rund 10 Mio Jahren im süddeutschen Molassebecken (aus KUNZ 1996:12, nach Schwerd & Unger 1980)

Das Klima muß zu dieser Zeit wesentlich wärmer gewesen sein als heute und setzte die Sedimente einer starken Verwitterung aus. Deshalb sind in der Oberen Süßwassermolasse außer einem geringen Anteil von mergeligen[21] Stillwassersedimenten keine kalkigen Bestandteile mehr zu finden. Die Kiese bestehen weit überwiegend aus Quarzgeröllen („Quarzriesel"). Auch die Sande bestehen ganz überwiegend aus den verwitterungsresistenten Mineralien und Hellglimmer. Ab etwa 8,5 Mio Jahre v.h. fiel das Molassebecken infolge einer allgemeinen Hebung weitgehend trocken, es wurde Abtragungsgebiet. Die Hebung hatte auch zur Folge, daß sich die Fließgewässer in unserem Raum entsprechend der heutigen Abflußrichtung nun nach E und NE orientierten. Es bildet sich die durch ein engmaschiges, fein verzweigtes, oft asymmetrisch aus-

[20] Der von 24,6 bis rd. 5,1 Mio Jahre v.h. dauernde Teilabschnitt des Tertiärs.

[21] Mergel sind Sedimentgesteine, die sich aus Kalk und Ton in unterschiedlichen Mischungsverhältnissen zusammensetzen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

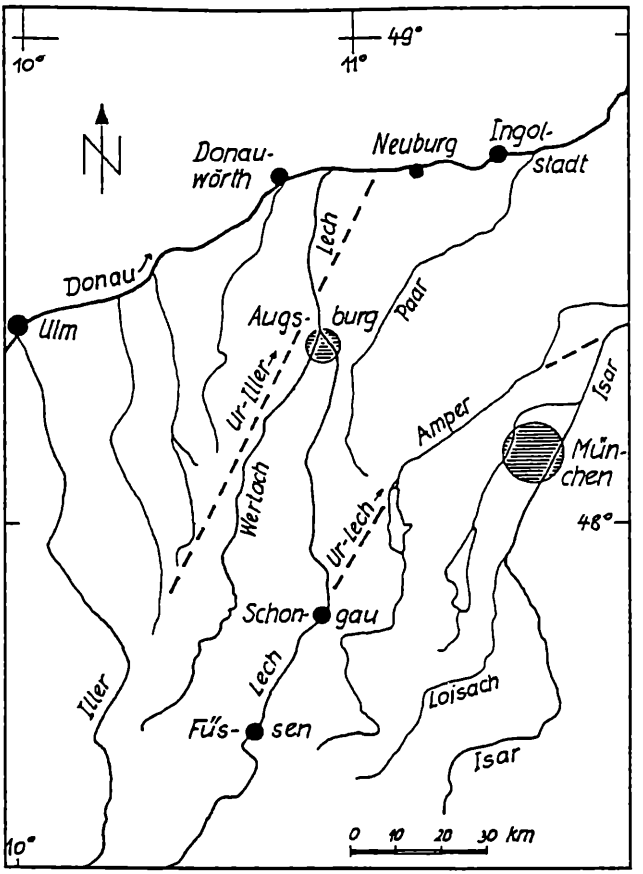


Abb. 6
Im Ältest- und Altpleistozän verlief die allgemeine Entwässerungsrichtung im Alpenvorland von SW nach NE. Der „Ur-Lech" folgte wahrscheinlich dieser Richtung über das Nordende des heutigen Ammerseegebietes zur Amper und zur Isar (aus SCHEUENPFLUG *1991)*

geräumtes Talnetz zergliederte typische *Tertiärhügellandschaft* heraus, wie wir sie vor allem N des Altmoränengebietes, z.B. bei Tegernbach, bis hin zur Donau kennen. Das weitgehend einheitliche W-E-Streichen der Hügelzüge ist auf die frühere, allerdings gegenläufige Schüttungsrichtung der OSM-Flüsse zurückzuführen (KUNZ 1996). Insgesamt ist die Tertiärhügellandschaft schwach von SW nach NE geneigt. Die höchsten Erhebungen finden wir unmittelbar N unserer Altmoränenlandschaft, etwa mit 560 m üNN östlich Mering, mit 562 m üNN auf dem Buchberg N Haspelmoor oder gar mit 575 m üNN bei Längenmoos.

Mit diesen landschaftlichen Gegebenheiten zu Beginn der quartären Eiszeiten mussten sich deren Gletscherströme „auseinandersetzen" Tertiäre Hochgebiete waren für sie beträchtliche Hindernisse, während die Täler eher günstige Fließbahnen für die an der Front der Gletscher auseinander laufenden Eiszungen bildeten. Höchst interessante Erkenntnisse über das präquartäre bzw. subquartäre Relief hat die *Tertiäroberflächenkartierung* (KUNZ 1998) auch für das von uns betrachtete Altmoränengebiet erbracht. Darin deuten sich nämlich – S der oben beschriebenen, mehr W-E-orientierten Tertiärhügellandschaft – stark ausgeprägte Tal- und Rinnensysteme mit SW-NE-Ausrich-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

tung an. Das könnte u.a. die (auch anderwärts begründete – vgl. JERZ 1993:113 und SCHEUENPFLUG 1991 – Abb. 6) Vermutung bestätigen, daß der Lech noch im Altquartär seinen Lauf in eben dieser Richtung durch das Gebiet N des heutigen Ammersees nahm und erst durch die rißeiszeitlichen Gletscher-Massen in Richtung Augsburg abgedrängt wurde. Die Strukturkarte des Tertiärreliefs von KUNZ (1998) – Abb. 7 – zeigt diese Gegebenheiten sehr deutlich. Im N erkennen wir die bekannten W-E-streichenden Hügelketten, S davon aber herrschen großflächigere Tertiärhochgebiete vor, die in unserer Altmoränenlandschaft auch heute landschaftlich hervortreten. Die S folgenden, überaus klaren SW-NE Strukturen lassen uns verstehen, warum auch die Entwässerung des Loisachgletschers überwiegend der gleichen Richtung folgte. Auch für die Schmelzwässer waren die Bahnen eben bereits präglazial bzw. im Ältest- und Altpleistozän angelegt.

8. Die Gletscher und ihr Umfeld, das Periglazial[22]

Die Kälte des Eises und der darüberliegenden Luftströmungen ließ das umgebende Land nicht unbeeinflußt. Ihr fiel in erster Linie die in der vorausgehenden Warmzeit gebildete Vegetation weitestgehend zum Opfer, nur frostunempfindliche Pflanzen, etwa vergleichbar der heutigen Tundra- und Hochgebirgsvegetation, überlebten. Das legte die Landschaft weitgehend bloß und lieferte sie den abtragenden Kräften des Wassers und des Windes aus. *„Es herrschte Permafrost (»Ewige Gefrornis«), der Boden war, wie heute in Alaska, im nördlichen Kanada, in Spitzbergen und in großen Teilen Sibiriens, bis über 100 Meter tief ständig gefroren"* (JERZ 1993:52). In den Sommermonaten konnte der Boden nur geringfügig oberflächlich auftauen, das Schmelzwasser nicht versickern, es vermischte sich mit den obersten Schichten des Bodens oder des Gesteinsschutts der Moränenwälle zu einem Brei, der die anfänglich steileren Hänge oberflächlich zum Fließen brachte. Diesen Vorgang nennt man *Solifluktion*. Er kann auch heute in den arktischen und subarktischen Gebieten gut beobachtet werden. Das ständige Auftauen und Wiedergefrieren durchwürgte den Boden (Würgeböden – Abb. 8 –) auch in den Ebenen, z.B. in Schotterfeldern. Frostsprengung und *Kryoturbation*[23] bereiteten das Material auf, die Schwerkraft ließ es zu Tal fließen. Zusammen mit den Wirkungen des fließenden Wasser und des Windes kam es zu der schon angesprochenen Verflachung der ursprünglich viel stärker reliefierten Landschaft.

Die während der Eiszeiten nur sehr spärlich mit Vegetation bedeckten periglazialen Gebiete waren in besonderem Maße der *Winderosion* ausgesetzt. Das lockere Feinmaterial wurde von den kaum gebremsten Winden aus den Flusstälern, den großen Schotter- und den vom Eis freigegebenen Moränenflächen ausgeblasen und weiträumig als Sand, Schluff und Ton verfrachtet. Bekannt unter der Bezeichnung *Löß*, bedeckte dieses staubartige äolische Sediment vor allem die leeseitigen Hänge freiliegender Moränenwälle und des Tertiärhügellandes in teilweise großer Mächtigkeit (bis zu 5 m).

[22] Periglazial bedeutet wörtlich übersetzt: „Umkreis des Eises, Umland der Gletscher" Dieses Umland ist räumlich sehr weit anzusetzen und umfasste in den Glazialzeiten, wenn auch mit regional und entfernungsabhängig unterschiedlichen Auswirkungen, wohl ganz Mitteleuropa.

[23] Frostdurchmischung, -strukturierung und-sortierung.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

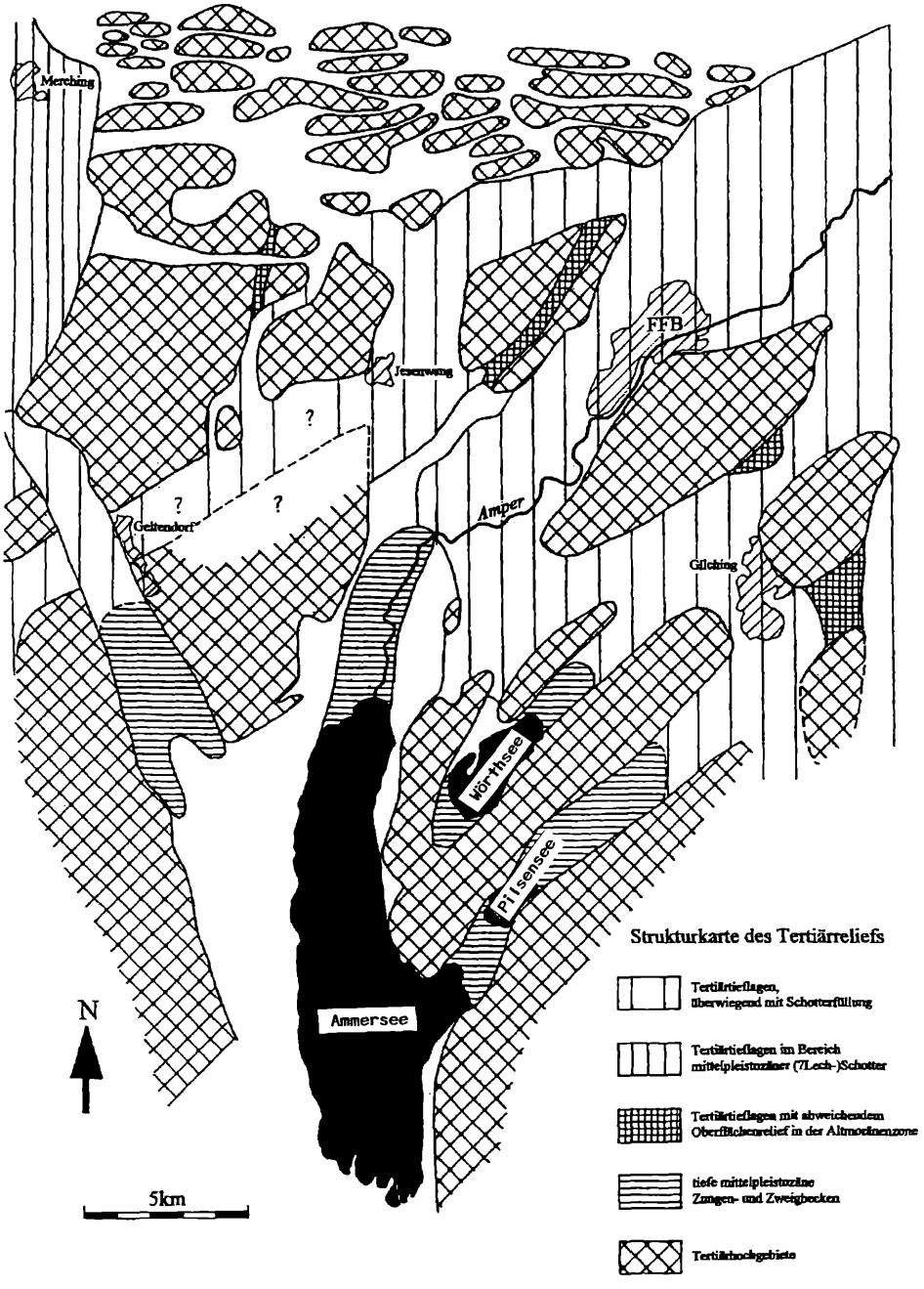


Abb. 7 Strukturkarte des Tertiärreliefs (aus KUNZ 1998:62). Die quartäre Bedeckung ist „weggedacht“

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

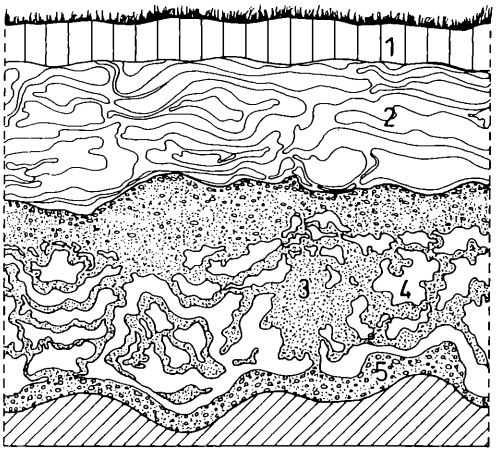


Abb. 8
Beispiel einer Würgebodenstruktur in einer Flussterrasse (aus SCHREINER 1992):
1 = Künstliche Auffüllung;
2 = geschichtete lößartige Feinsande;
3 = Feinsand, z. Tl. kiesig;
4 = toniger Feinsand;
5 = Kies.

Unsere Altmoränenlandschaft unterlag diesen Prozessen mehrfach. Einmal wirkten sie bereits in der Zeit, in der das Eis während der Rißeiszeit von seinen Maximalständen zu den verschiedenen Rückzugshalten abschmolz und weite Moränenflächen freigab. Erosion und Bodenbildung während des folgenden Riß-Würm-Interglazials, vor allem aber die periglazialen Prozesse während der Würmvereisung – in der unsere Altmoränen-Landschaft ja ständig gletscherfrei war – ließen sie in Jahrtausenden ihren ursprünglichen lebhafteren Charakter fast vollständig verlieren.

9. Erforschungsgeschichte[24]

Die Geschichte der Erforschung unserer Altmoränen-Landschaft ist nicht sehr umfangreich. Treffend beschreibt SCHAEFER (1975:116) die Situation: *„Sehr viel weniger Arbeiten haben sich mit den Altmoränen und Hochterrassen befasst, dazu in viel geringerem Umfang. So widmet PENCK dem Kapitel über die Altmoränen des Isargletschers knapp eine halbe Seite (S. 180/81), bei anderen Autoren ist es – im entsprechenden Verhältnis gesehen – nicht sehr viel mehr. Wie die Altmoränenlandschaft neben den abwechslungsreichen Jungmoränen keine besondere ästhetische Anziehungskraft besitzt, so auch nicht als Forschungsobjekt. Für Geographen: zu wenig Relief, für Geologen: zu wenig Aufschlüsse[25] So war viel nachzuholen."* Dies hat er dann auch getan, indem er akribisch mögliche Wallformen in eine Karte 1:100.000 zeichnete. Er hat sich am intensivsten mit dem Gesamtgebiet der *„Altmoränen des diluvialen Isar-Loisachgletschers"* auseinandergesetzt, wenngleich seine Interpretationen und vor allem sein Sektoren-Schematismus nicht immer nachvollzogen werden können. Eine andere Karte von SCHAEFER, die 1957 erschienene Geologische Karte von Augsburg im Maßstab 1:50.000 tangiert unseren Betrachtungsraum nur in der äußersten SE-Ecke.

[24] In diesem Abschnitt wollen wir uns kurz fassen. Umfangreichere Darstellungen zur Erforschungsgeschichte der Eiszeiten im südbayerischen Raum finden sich bei JERZ (1993) und KUNZ (1998).

[25] Das weitgehende Fehlen offener und zugänglicher Aufschlüsse hat auch unsere Erkundungsarbeit stark behindert.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Die erste[26] geologische Kartierung unseres Gebietes stellt die Geologische Übersichtskarte im Maßstab 1:250.000 „Die Gegend von München" von AMMON (1894) dar. Sie unterscheidet bereits „jüngere und ältere Moränen" In der Folgezeit gab es jahrelangen heftigen Gelehrtenstreit um die Eiszeitenfolge, der sich marginal auch mit unserem Gebiet befasste, z.B. mit der Frage, ob es zwei Rißeiszeiten gab[27]. Ausgelöst hatten ihn KNAUERS GK100 Landsberg-München, erschienen 1929 und 1931.
Das BAYERISCHE GEOLOGISCHE LANDESAMT (GLA) brachte 1986 die „Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50.000" in mehreren Blättern heraus. Für uns waren die Blätter Augsburg, Altomünster, Landsberg a.Lech und Fürstenfeldbruck besonders nützlich, wenn wir Aufschlüsse mit der Kartenlegenden-Nummer 37 suchten (*„Parabraunerde und Braunerde aus Altmoräne usw."*). In den Gebieten, die nicht von den üblichen GK25 erfasst werden, waren diese Bodenkarten die beste geologische Informationsquelle für uns.
Als geologische Karte im amtlichen Blattschnitt und im Maßstab 1:25.000 ist für unser Betrachtungsgebiet bisher nur das Blatt 7833 Fürstenfeldbruck (GROTTENTHALER 1980) vom GLA veröffentlicht worden. Es erfasst gerade noch die Gegend N von Landsberied; die beigefügte *Glazialgeologische Übersichtskarte* reicht aber weit darüber hinaus bis in das Gebiet des Haspelmoores und war für uns deshalb besonders nützlich. Das W anschließende Blatt 7832 Türkenfeld hat KUNZ 1998 im Rahmen seiner Dissertation kartiert. Von besonderem Wert ist die dabei gleichzeitig erarbeitete *Tertiäroberflächenkarte* im Maßstab 1:50.000. Es wäre wünschenswert, dass das GLA beide Kartenwerke amtlich veröffentlicht und dadurch einem breiteren Publikum zugänglich macht. Auch ist zu hoffen, dass die vom Lehrstuhl für Geologie der TU München schwerpunktmäßig im Gebiet rund um den Ammersee betriebene Ausbildungstätigkeit zu weiteren Kartenwerken führt.

[26] Unsere Altmoränen-Landschaft wird zwar von der ältesten geologischen Karte Bayerns, der „Gebürgskarte" FLURLS (1792) erfasst, doch hatte FLURL noch keine Vorstellung vom eiszeitlichen Geschehen, zumal er mehr an ausbeutbaren Erzvorkommen interessiert war.

[27] In abgewandelter Form wird diese Zweiteilung der Rißeiszeit immer noch gehandelt, indem die Altmoränen in eine innere und äußere Zone unterteilt werden (KUNZ 1998:72). SCHAEFER (1975) entwickelte aus diesen Beobachtungen heraus seine „Paareiszeit", die aber keine allgemeine Anerkennung fand.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Die Altmoränen-Landschaft in den einzelnen Teilbereichen

10. Gliederung

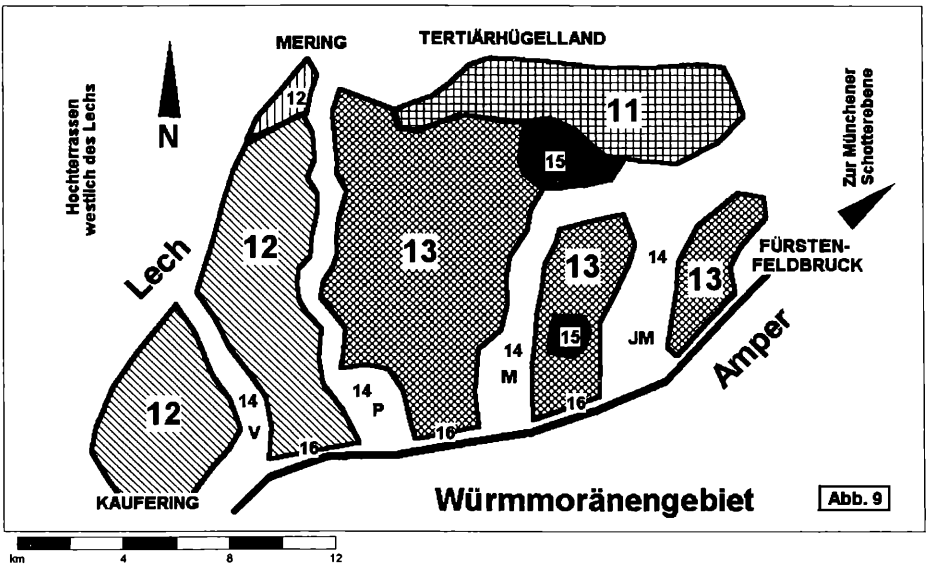


Abb. 9 Gliederungsschema zu unserer folgenden Betrachtung von Teilgebieten der Altmoränen-Landschaft – Erläuterung der Abkürzungen siehe untenstehenden Text (Grafik: G. DIETMAIR)

Gemäß dem in Abb. 9 skizzierten Schema, gliedern wir unsere Betrachtung der Altmoränen-Landschaft aufgrund geologischer und geomorphologischer Unterschiede in folgende Bereiche (die Zahlen im Schema verweisen auf die folgenden Textabschnitte):

(11) das Endmoränengebiet im Norden an der Grenze zum Tertiärhügelland,
(12) die Moränengebiete westlich des Paartales (einschl. Hochterrassenfeld im N),
(13) das Moränenhügelland östlich des Paartales
(14) die das Altmoränengebiet durchschneidenden würmeiszeitlichen Haupabflussrinnen
(V = Verlorener Bach; P = Paar; M = Maisach; JM = Jesenwang-Mammendorfer Niederterrassenfeld)
(15) die großen Moore im Altmoränengebiet und
(16) den Übergangsbereich zwischen Alt- und Jungmoränen.

In den folgenden Abschnitten wollen wir versuchen, die besonderen Merkmale herauszuarbeiten und darzustellen.

Soweit zu Aufschlüssen *R*echts-/*H*och-Werte nach dem Gauß-Krüger-Koordinatensystem angegeben sind, empfehlen wir sie auch als *Exkursionsobjekte*.
Ausgeschilderte Verbote zum Befahren von Feld- und Waldwegen sollten bei ihrem Besuch unbedingt beachtet werden.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Die Altmoränengebiete E der Amper und W des Ammersees haben wir in unsere Betrachtung nicht einbezogen.

11. Das Endmoränengebiet im Norden

Von Hofhegnenberg zieht eine flache Hügelkette in einem Bogen über Hochdorf, Althegnenberg und Längenmoos nach N und E bis etwa nach Germerswang am Rande der Münchner Schotterebene. Es ist dies der äußerste und eigentliche Endmoränenwall des vom Ammersee herziehenden Loisachgletschers. SCHAEFER (1975) nennt ihn einen Doppelwall, doch ist hier davon eigentlich nichts zu beobachten. Die Endmoränen sind morphologisch mit den unterliegenden Tertiärhügeln verzahnt, so daß eine Trennung oft kaum möglich erscheint. Das Relief im Tertiärhügelland ist bei eingehender Betrachtung ein wenig ausgeprägter als in der Endmoränenzone.
Dennoch enthalten sie einige sehr bemerkenswerte Aufschlüsse, die den Moränencharakter dokumentieren. Ein kleiner Hügelvorsprung[28] NW von Hochdorf, dann die Materialgruben im *Dornschlag*[29] und am *Buchberg*[30] – Abb. 10 – N und NE von Althegnenberg gehören dazu. In diesen Aufschlüssen ist eine deutliche Anreicherung mit kristallinen Geschieben aus den Zentralalpen zu bemerken (wir fanden u.a. kopfgroße „Juliergranite"). Die Moränenreste im Dornschlag – Abb. 11 (hintere Umschlagseite) – sind zum Teil stark deformiert, was auf Stauchungsvorgänge hinweist. Der schönste Aufschluss findet sich unmittelbar S *Längenmoos*[31] (Höhe 575 m) – siehe Abb. 12 und 13 auf der hinterenUmschlaginnenseite –. In dieser Grube ist der Kontakt zwischen hangender Moräne und den liegenden, sehr schön kreuzgeschichteten tertiären Sanden hervorragend zu betrachten – Abb. 14 –.

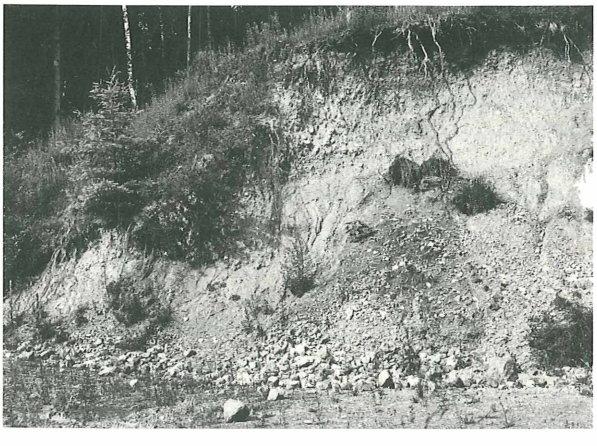


Abb. 10
Aufgelassene Materialgrube in der Endmoräne am Buchberg. Die größeren, steinigen Bestandteile der Moräne wittern allmählich aus der Wand und sammeln sich an ihrem Fuß.

[28] R4429000H5346020 – am Strässchen Hochdorf-Baierberg, über dem Finsterbach.
[29] R4431280H5345270 – Dornschlag, nahe der Straße nach Oberdorf.
[30] R4432540H5345120 – Buchberg, N der Bundesstraße 2.
[31] R4434525H5345120 – S Längenmoos, beim Funkturm (der Aufschluss sollte nicht mit Pkw befahren werden).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



↑ *Rißmoräne*
↓ *Tertiäre Sande (OSM)*

Abb. 14
In dieser Detail-Aufnahme ist die Moränenbedeckung der (hier wegen Durchfeuchtung dunkel gefärbten) OSM-Sande gut erkennbar. Leider verfällt dieser Teil des Aufschlusses durch Regenerosion immer stärker.

Die Moränendecke beträgt in diesem Aufschluss allerdings höchstens 2 m. Der rißeiszeitliche Loisachgletscher hatte hier also seine Kraft schon weitgehend verloren, er ist auf die verhältnismäßig hohen, W-E-ausgerichteten Tertiärhügel aufgelaufen und konnte sie nicht überwinden bzw. wegräumen (siehe Profilschnitt bei KUNZ 1996:13). Eine Besonderheit dieses Endmoränengürtels ist das Fehlen von Gletschertoren, Übergangskegeln und glazifluviatilen Schottergebieten in seinem nördlichen Vorfeld, die es nach der „Glazialen Serie" von PENCK & BRÜCKNER (1901/09) – Abb. 15 – dort eigentlich geben müsste.

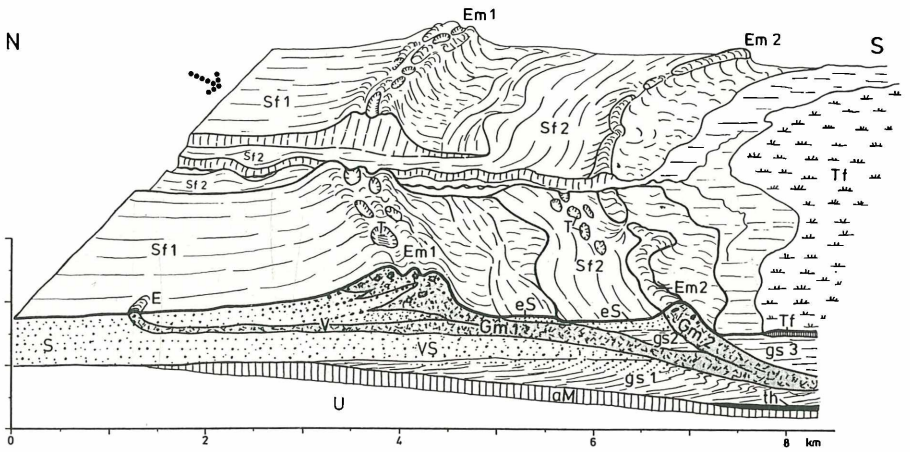


Abb. 15 Die „Glaziale Serie" nach PENCK & BRÜCKNER (1901/1909) – die Abkürzungen (auszugsweise) bedeuten: SF = Schotterfelder vor den Em = Endmoränen (aus SCHREINER 1992, ergänzt). Die punktierten Pfeile deuten auf die in unserer Riß-Endmoränenzone fehlenden Elemente (Gletschertore in und Schotterfelder vor den Endmoränen).

Daraus kann geschlossen werden, daß die Entwässerung der Endmoränenzone andere Wege gesucht hat. Die Schmelzwässer des Loisachgletschers liefen hauptsächlich in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

zwei Richtungen ab: nach W zum Lech und nach NE in Richtung Isar. Beide Flußsysteme lagen erheblich tiefer und übten eine starke Sogwirkung auf die Schmelzwässer aus, die es vorzogen, unter dem Gletscher zu verschwinden und an anderer Stelle wieder auszutreten. Was dies zur Folge hatte, stellen wir in Abschnitt 15 (Moore) zur Diskussion.

12. Die Moränengebiete westlich des Paartales

In dem Dreieck zwischen Kaufering, Kaltenberg und Mering ist die Landschaft sehr flachwellig gestaltet. Einen typischen Endmoränenwall können wir in diesem Bereich nicht vorfinden, auch die von SCHAEFER (1975) beschriebenen und von KUNZ (1998:70/Abb. 19) detailliert gezeichneten anderen Wallformen sind zu undeutlich und verwaschen, als daß man sie im Gelände klar als solche erkennen könnte. Vielmehr erscheint das ganze Gebiet als ein riesiges, unbehindert zum Lech hin verlaufendes Schottermoränenfeld, der als Förderband für den Abtransport sorgte. Aufschlüsse sind zwar selten, es gibt jedoch einige aktive Kiesgruben, die einen Einblick in sein Innenleben gewähren. S *Walleshausen* befindet sich an der Hangkante zum Paartal eine sehr tief reichende Kiesgrube[32] – Abb. 16 –,

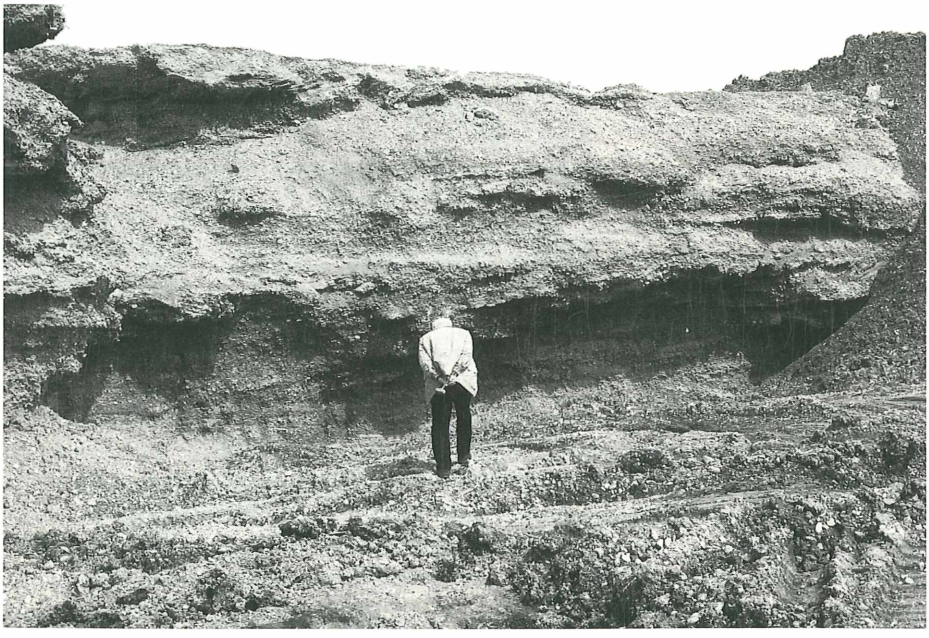


Abb. 16 Kiesgrube der Fa. DITSCH S Walleshausen. Unter der hier teilweise zu Nagelfluh verfestigten Moräne werden fluviatil eingeregelte Vorstoßschotter sichtbar.

[32] R4424380H5334360 – Walleshausen-S – noch in Betrieb!

die in ihrem unteren Teil deutlich eingeregelte Vorstoßschotter zeigt, überlagert von unsortierter Schottermoräne (im Sinne von GROTTENTHALER 1980:27), beide weisen reichlich kristalline Bestandteile auf. Darüber liegt eine Lößlehmdecke von 1 bis 2 m Mächtigkeit, an deren Basis eine geringe Braunerdeschicht (interglaziale Bodenbildung) erkennbar ist – Abb. 17 –.



Abb. 17 Am Ostrand der Kiesgrube S Walleshausen ist über der liegenden Moräne ein geringmächtiger Boden aus dem Riß-Würm-Interglazial sichtbar (dunkler Streifen). Darüber liegt Lößlehm, auf dem sich ein rezenter Boden entwickelt hat.

Die Lehmdecke ist aus dem während der Würmeiszeit, in der das Altmoränengebiet zum Periglazial gehörte, aufgewehten kalkhaltigen Löß entstanden. Der Löß ist seither fast völlig entkalkt worden, was zu Nagelfluhbildung in der liegenden Schottermoräne geführt hat und worüber die Kiesgrubenbetreiberin aus verständlichen Gründen nicht sehr erbaut ist. Das hier sichtbare Profil dürfte wohl mehr oder weniger für das ganze Gebiet Gültigkeit haben. Leider reichen die anderen Kiesgruben (z.B. S *Wabern*[33], N *Jedelstetten*[34], E *Geretshausen*[35]) nicht bis auf die Vorstoßschotter hinunter. Die Schottermoräne ist häufig von sandig-schluffigen Linsen und kantigen Geschieben durchsetzt, was auf ihren Charakter als Moräne hinweist.
Lech-nähere Kiesgruben, wie beispielsweise N *Beuerbach*[36], und N *Schmiechen*[37], zeigen ein anderes Geröllspektrum, nämlich überwiegend kalkalpines Material. Es dürfte

[33] R4424140H5336560 – Wabern-S – noch in Betrieb!
[34] R4423300H5333160 – Jedelstetten – noch in Betrieb!
[35] R4422815H5331280 – E Geretshausen
[36] R4419760H5335850 – N Beuerberg
[37] R4423600H5342840 – N Schmiechen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

zumindest teilweise aus dem Abraum des Lechgletschers stammen. SCHAEFER (1957) bezeichnet deshalb die Endfläche südlich von Mering als Hochterrasse des Lech. Zumindest hat sich Loisachgletschermaterial in diesem Bereich schon kräftig mit Lechgletschermaterial vermischt, denn der Lech wurde in der Rißeiszeit so hart vom Loisachgletscher bedrängt, daß er seinen Lauf nach Norden verlegte und die Augsburger Altwasserscheide nach SCHEUENPFLUG (1991) durchbrach. Er schreibt dazu: *„Ob dabei auch über das Lechtal abfließende Schmelzwässer vom Westrand der Ammersee-Zunge des Isar-Loisach-Gletschers mitgeholfen haben, bleibt eine offene Frage."* Wir beantworten die Frage angesichts der von der größten Vereisungsfläche im Alpenvorland ausgehenden Schmelzwassermengen eher mit einem klaren „Ja"
Morphologisch interessant erscheint uns ein S-N-verlaufendes Tälchen in der Hochfläche zwischen Winkl und Egling[38], das keinen Abfluss, aber dennoch einen kleinen Bach aufweist. Möglicherweise entwässert dieser unterirdisch in wasserdurchlässigere Kiesschichten und tritt E Prittriching als Quelle wieder zutage.

13. Das Moränenhügelland östlich des Paartales

Darunter verstehen wir die Hügelrücken zwischen Paar- und Maisachtal, den um die Ortschaft Adelshofen und die Höhenzüge am Ostrand unserer Altmoränen-Landschaft W des Ampertales. Alle sind sie sehr flache Erhebungen, meist waldbestanden, was auf einen steinigen, weniger ertragreichen Boden hinweist. Ein wenig steinig sind auch die Äcker an ihren Flanken, wenn auch nicht so stark, wie die Kuppen. Die Ackerflächen beziehen ihren heutigen Wert von einer immer noch kräftigen Lößlehmdecke, wenn auch durch periglaziale Solifluktion sehr viel davon – vermischt mit Moränenmaterial – in die Täler und Mulden verfrachtet worden ist. Auf den Höhen tritt deshalb die Moräne wieder zutage, wie auch den Standortkundlichen Bodenkarten des GEOLOGISCHEN LANDESAMTES (BK50 in verschiedenen Blättern) zu entnehmen ist.
SCHAEFER (1975) hat versucht, auch diesem Teil des Altmoränengebietes eine gewisse Systematik aufzuprägen, indem er es in eine Reihe von konzentrischen Sektoren unterteilte, die jeweils von Höhenzügen gegeneinander abgegrenzt werden. Seine Idee beruht darauf, dass sich eine einheitliche Gletschermasse gegen ihren Abschmelzrand hin in einzelne Zungen aufspaltet, zwischen die das Moränenmaterial als Mittelmoränen geschüttet wird, und die sich am äußersten Rand mit den Endmoränenwällen verbinden. Diese Vorstellungen haben wohl einen wahren Kern, andererseits taten wir uns an vielen Stellen schwer, seine Sektorengrenzen in der Natur zu erkennen, wozu sicher auch die weitgehende Nivellierung des Reliefs seit seinem Entstehen beiträgt. KUNZ (1998:69) bemerkt dazu: *„Die radiale Gliederung der Wallformen wird vorwiegend vom Relief des Untergrunds bestimmt ..., so dass die von SCHAEFER (1975) vorgenommene Gliederung der Altmoränen in Sektoren im großen und ganzen zutrifft. Die Detailgliederung wird durch vorliegende Bearbeitung partiell bestätigt, während für die starke Betonung der Mittelmoränen weder im Reliefbild noch im Gelände entsprechende Hinweise beigebracht werden konnten.*
Die *„Strukturkarte des Tertiärreliefs"* (KUNZ 1998 – Abb. 7 –), die unsere Altmoränenlandschaft mit erfasst, scheint eher eine Begründung für die Hügelgebiete östlich

[38] R4421420H5338400 oder zwischen Pestenacker und Wabern R4422820H5336500

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

des Paartales zu liefern. Die Karte beruht auf der Auswertung zahlreicher Bohrprofile und zeigt, dass bereits das Tertiärrelief entsprechende Hochgebiete aufwies, bevor der rißeiszeitliche (vielleicht auch schon der mindeleiszeitlich) Loisachgletscher über sie hinwegglitt. Es ist durchaus möglich, daß sie den Gletscher in einzelne Zungen strukturieren und so Platz für die SCHAEFER'schen Mittelmoränen geschaffen haben. Den Bohrungen zufolge scheint die Moränendecke auf den Hochgebieten nicht sehr mächtig zu sein, an manchen Stellen (z.B. W Adelshofen und zwischen Petzenhofen und Hausen) tritt sogar der Molasseuntergrund zutage[39]

Die meisten Aufschlüsse in den Hochgebieten, die in den TK25 verzeichnet sind, sind inzwischen von der Vegetation zurückerobert worden und als Geotope verlorengegangen. Leider gehören dazu auch einige, die in der Literatur beschrieben werden, so daß deren Angaben nicht mehr nachprüfbar sind. Unsere Feldstudien mussten wir deshalb in diesen Gebieten auf die Feld- und Waldstreu sowie einige wenige offene Materialgruben beschränken und auf die wir in dieser Betrachtung hinweisen wollen.

Eine recht kleine Grube befindet sich auf der „Steiniger Berg" (nomen!) genannten Höhe N von Dünzelbach (593 m)[40], deren Moränencharakter in der BK50 Blatt L 7932 Fürstenfeldbruck ausgewiesen und auch noch an Ort und Stelle erkennbar ist (es fanden sich dort u. a. ein Eklogit- und mehrere Amphibolitgneis-Geschiebe). E davon zieht



Abb. 18 Einer der wenigen gut zugänglichen Aufschlüsse im Hügelland östlich der Paar: die Kiesgrube am „Hundsrücken" W Purk.

[39] Siehe GK25 Blatt 7832 Türkenfeld mit Profilschnitt (Beilage 1 zu KUNZ 1998).

[40] R4427400H5339040 – Steiniger Berg.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

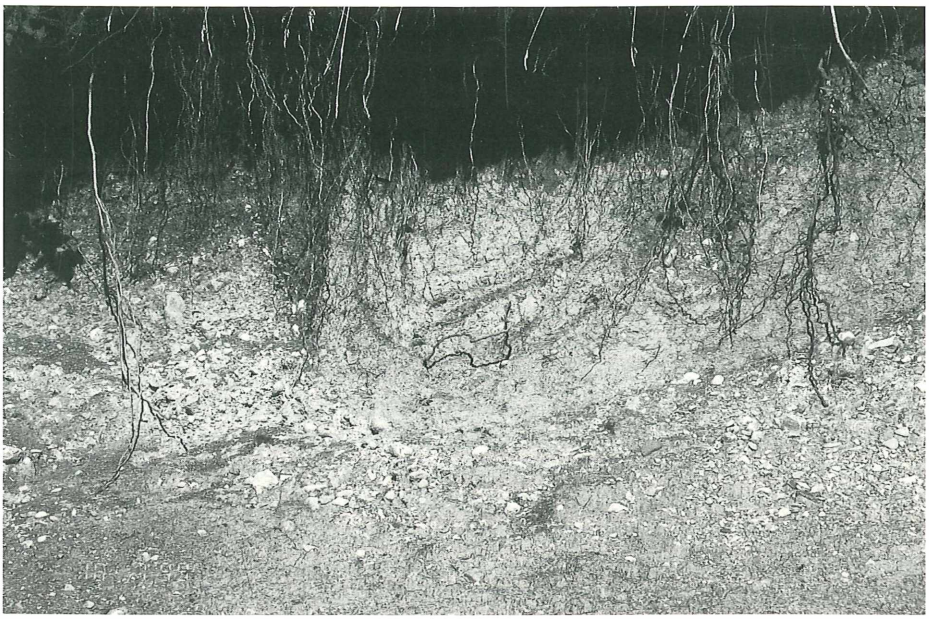


Abb. 19 An der E-Wand der Kiesgrube am „Hundsrücken" ist eine Sackungsstruktur mit interglazialem Würgeboden aufgeschlossen.

eine flache Talmulde in Richtung NE hinab, die durch Staunässe aufgrund austretenden Grundwassers gekennzeichnet ist, ein Hinweis auf den ausstreichenden wasserstauenden tertiären (?) Untergrund. Stellenweise hatten wir den Eindruck, daß der Boden hier noch talwärts fließt. Solche staunassen Mulden findet man relativ häufig auf den Hochflächen, beispielsweise im Sperberwald SW Althegnenberg und im Sandbrunnenholz zwischen Hofhegnenberg und Hörbach.
NW der Ortschaft Purk mit ihrem noch gut erhaltenen Burgstall (bemerkenswert dessen steil aus dem Maisachtal aufragender S Hang) befindet sich eine – mit Pkw leicht erreichbare – noch offene Materialgrube[41] am „*Hundsrücken*" in Moräne – Abb. 18 –, deren Besuch nicht nur wegen der reichhaltigen kristallinen Geschiebe, sondern auch wegen der Würgeböden (kryoturbate Bodenstrukturen) an ihrer Ostwand lohnt – Abb. 19 –.
Wo der Fahrweg von Purk nach W in Richtung auf den Weiler Meierhof wieder in den Wald eintritt, befindet sich ein kleines Quellmoor, auch dies wieder ein Zeichen für den hochliegenden Tertiäruntergrund, dessen Flinzmergel hier den Quellhorizont bildet.
Durch die Anlage eines Sportplatzes E von *Egling a.d.Paar*[42] hat sich ein weiterer interessanter Aufschluß ergeben. Er wird an seiner S-Seite von äußerst harten und dichten Nagelfluhbänken[43] begrenzt, eine Folge der Entkalkung der hangenden Lößdecke, möglicherweise aber auch schon der Moräne selbst.

[41] R4431120H5338360 – NW Purk am „Hundsrücken"
[42] R4425220H5338800 – an der Galgenbreite.
[43] Nach Aussagen des Verwalters wurde der ganze Sportplatz aus solchen Nagelfluhbänken herausgesprengt.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

14. Die würmzeitlichen Hauptabflussrinnen

Die Würmeiszeit hat mit ihren Schmelzwasserrinnen das Gebiet unserer Altmoränen morphologisch am stärksten umgestaltet. Eine Reihe relativ scharf eingeschnittener Täler durchzieht es nach NW bzw. NE. Es sind dies – beginnend im W – das Tal des Verlorenen Baches, das Paartal, das Maisachtal und die breite Talrinne E Jesenwang und Mammendorf mit dem Erlbach. N Landsberied-Aich zerteilt eine heute trockene Abflußrinne die NE vorgelagerten Altmoränenrücken. Sie beginnen alle an Gletschertoren, die die Jung-Endmoränenwälle durchstoßen (z.B. W Geltendorf). Schmelzwässer, die von den Endmoränen über die Übergangskegel abliefen, sammelten sich in der davorliegenden Quertalung[44], bevor sie ihren Weg in die Hauptabflußrinnen fanden. Nur der Maisach gelang es, als eigenständige Abflußrinne zwischen den großen zu bestehen. Entsprechende Tieflagen im tertiären Untergrund dürften ihr diesen Weg erleichtert haben. Die Hochflächen, die von Althegnenberg südwärts über Steinbach bis an den Gürtel der Jung-Endmoränen S Eismerszell streichen, bilden eine flache Wasserscheide in der Altmoränenlandschaft. Verlorener Bach und Paar sind deshalb nach W zum Lechtal hin orientiert, die anderen nach NE zur Amper. Einen guten Gesamtüberblick bietet Abb. 20.

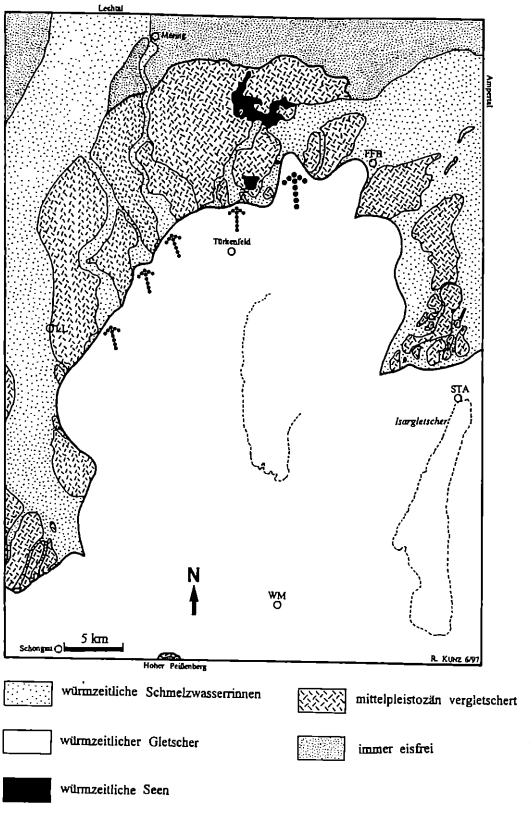


Abb. 20
Das Alpenvorland zwischen Lech und Starnberger See während des Vereisungsmaximums der Würmeiszeit. Die punktierten Pfeile weisen auf die für unsere Altmoränen-Landschaft bedeutenden Schmelzwasserpforten (Gletschertore) des Verlorenen Bachs, des Loosbachs, der Paar, der Maisach und des Jesenwang-Mammendorfer Feldes hin. Die beiden letztgenannten Schmelzwasserrinnen sorgten auch für das Entstehen des Haspelsees (große Seefläche im N). (Aus KUNZ *1998:76, ergänzt)*

[44] Siehe Abschnitt 16 – Der Übergangsbereich zwischen Alt- und Jungmoränen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Entstehung

Ein Blick auf die Strukturkarte des Tertiärreliefs von KUNZ (Abb. 7) zeigt auch für die glazifluvialen Systeme gewisse Vorgaben aus dem tertiären Untergrund. Deutlich sind die von präglazialen (pliozänen), sowie ältest- und alt-pleistozänen Flusssystemen (Ur-Lech?) geschaffenen SW-NE-Strukturen erkennbar, die wohl hauptsächlich die mittel- und jungpleistozänen Entwässerungsbahnen für Maisach und Amper diktiert haben. Der NW, also der Bereich W der oben genannten Wasserscheide, hat vor allem durch den ausgedehnten Loisachgletscher der Rißeiszeit und seine mächtigen Vorstoßschotter ein anderes Gesicht bekommen. Obwohl der tertiäre Untergrund vom Rand des Lechtales aus (wo er also ein Hochgebiet darstellt) eine nach NNE geneigte Fläche bildet, gelang es dem Riß-Eis, den Lech in Richtung Augsburg abzudrängen[45] und ihm einen Teil seiner Schottermassen zuzuführen. Die späteren würmzeitlichen Gletscherabflüsse haben diese Bahnen weitgehend beibehalten, punktuell vertieft, verbreitert und schließlich aufgefüllt (KUNZ 1998:63). So wie sie sich heute landschaftlich darbieten, sind die Täler des Verlorenen Bachs und der Paar von den Schmelzwasserfluten der Würmeiszeit ausgestaltet worden.

Dagegen haben die Schmelzwässer der heutigen Amper zunächst einen anderen Lauf genommen, nämlich aus dem Ammerseebecken heraus ab Grafrath/Wildenroth direkt nach N in das heutige breite Tal E Jesenwang und über Mammendorf in Richtung Münchener Schotterebene – ein Weg, der die alten Tiefenstrukturen ebenfalls überfuhr. Dieses Tal wurde bereits in der Rißeiszeit von einer großen Gletscherzunge (im 4. Altmoränensektor des Loisachgletschers nach SCHAEFER 1975) ausgeräumt und für die Schmelzwässer benutzt, während ein anderer Gletscherlobus das tiefer gelegene Ampertal von Fürstenfeldbruck (im 3. AM-Sektor) noch länger besetzt hielt. Auch in der Würmeiszeit ist die Jesenwanger Rinne in ihrem Südteil wieder vom Gletscher ausgefüllt worden, dessen äußerste Endmoränen sind dort jedoch von den nachfolgenden Niederterrassenschottern erodiert bzw. verschüttet worden (GROTTENTHALER 1980:19 und Beilage 2 zur GK25 Blatt 7833 Fürstenfeldbruck). In ähnlicher Weise ist auch das Tal der Maisach bereits von rißeiszeitlichem Gletschereis angelegt und später von den würmzeitlichen Schmelzwässern benutzt worden.

Formen

Die Täler sind, außer bei der Maisach, in ihrer Grundform kastenartig ausgebildet, mit steilen Seitenhängen und flachen Talböden. Ein besonders schönes Beispiel ist das Trockental N *Aich*[46]. Vielfach sind die scharfen Formen mehr oder weniger durch Abschwemmen, Bodenfließen und ähnliche Solifluktionsvorgänge ausgeglichen, auch mildern sich die Formen mit größerer Entfernung vom Ausgangspunkt ganz erheblich. Die heutigen Fließgewässer sind wahre „Randerscheinungen" in diesen Tälern, sie fließen – da die Talböden leicht aufgewölbt sind – fast immer am Rand entlang (sofern nicht künstlich verlegt). Die Täler sind für sie viel zu breit, ausgeräumt wurden sie von viel mächtigeren, verwilderten Schmelzwasserströmen vor allem der Würmeiszeit, die

[45] Siehe Abschnitt 12 – Die Moränengebiete W des Paartales.

[46] R4439620H5338520 – beim Sportplatz.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

sie in einem gewissen Ausmaß auch wieder mit ihren Schottern auffüllten. Die steilen Flanken wurden durch starke Seitenerosion erzeugt; das Tal der Maisach weist sogar W von Moorenweis bei der Kapelle St. *Margareth*[47] eine ausgeprägte Asymmetrie auf. Vor allem im Paartal (z.B. an der Bahnbrücke E *Wabern*[48] – Abb. 21 –)

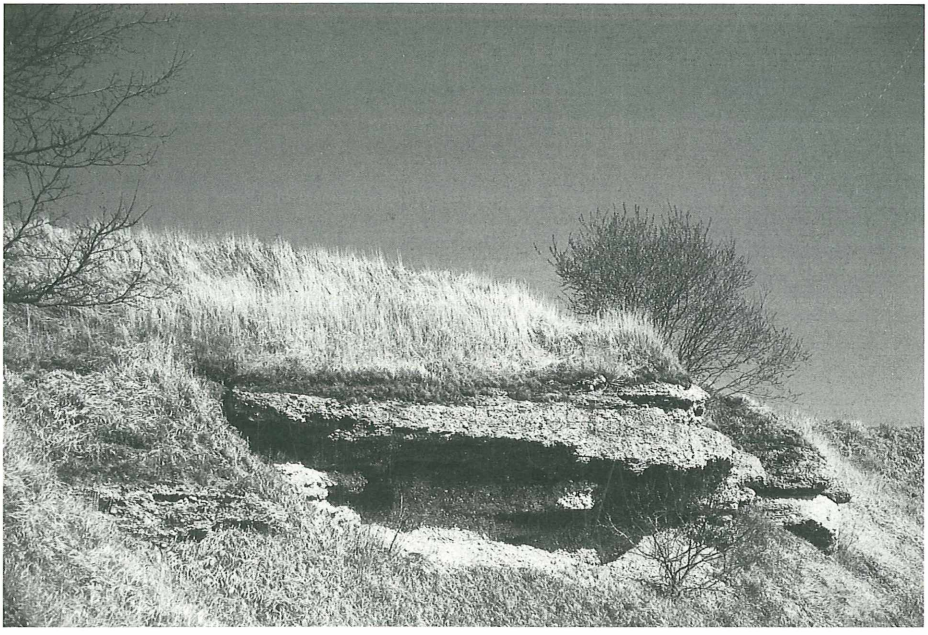


Abb. 21 Extrem verfestigte Nagelfluhbänke auf der E-Seite des Paartales bei Wabern.

treten an manchen Stellen harte Nagelfluhbänke an der Talflanke hervor, unterschnitten von den Schmelzwasserflüssen, was bedeutet, dass sie schon vor der Würmeiszeit durch Entkalkung der Moränendecke entstanden sind.
Im Jesenwanger Schotterfeld gibt es zwei bemerkenswerte Toteismulden, die eine N von *Egg*[49], die andere – 5 m tiefe, 130 m breite und 400 m lange – S Hirschthürl[50]. Während letztere wohl das Ergebnis eines abgetrennten, und von Schottern übergossenen Gletscherzungenendes ist (das einen frühen Endstand dokumentiert), könnte die erstgenannte Hohlform auch von im Herbst gefrorenem Schmelzwasser einer Abflussmulde stammen, das kräftige Schmelzwasserfluten im darauf folgenden Frühjahr unter ihren Schottern begraben haben. Beide Hohlformen sind sicherlich würmzeitlichen Ursprungs.

[47] R4430660H5335700
[48] R4424500H5336960 – über den Stiegelwiesen.
[49] R4437340H5339620 – über Feldwege erreichbar.
[50] R4437440H5338000 – auf Feldweg über Weiler Hirschthürl erreichbar.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Die Schotter
verlieren auf ihrem Weg rasch an Größe und Form. An der Wurzelzone – vor allem an den Moränenwällen – sind sie durch steinige Kiese mit hohem Anteil kantengerundeter Komponenten ausgezeichnet, mit zunehmender Entfernung nimmt die Korngröße ab und die Rundung zu, z.B. beträgt die maximale Korngröße bei Petzenhofen (Paartal) und in der Kiesgrube Pfaffenhofen[51] (N Jesenwang) – Abb. 22 –

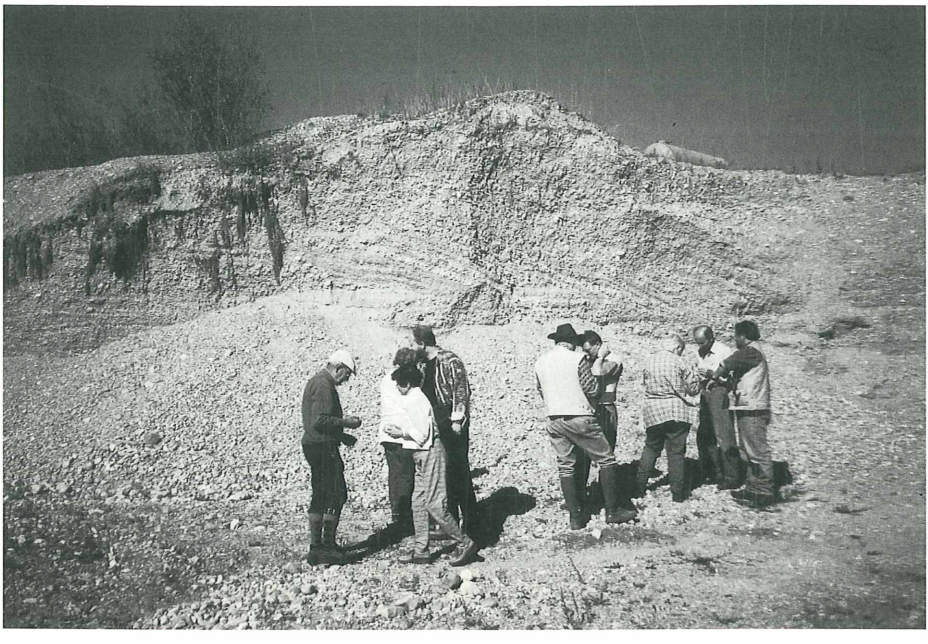


Abb. 22 In der Kiesgrube bei Pfaffenhofen (N Jesenwang) des würmzeitlichen Jesenwang-Mammendorfer Schotterfeldes. In der Wand (über den Teilnehmern der Exkursion der ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOLOGIE am 27.09.1997) sind deutlich Strukturen einer Art Deltaschüttung zu erkennen (die Niederterrassenschotter wurden von links – S – nach rechts – N – geschüttet).

etwa 10 cm, nach weiteren drei Kilometern nur noch 6 cm. Im Tal der Maisach sind diese Abstände wegen ihrer geringeren Schleppkraft viel kürzer. Das Gefälle der Täler beträgt im allgemeinen etwa 4 ‰ (KUNZ 1998:42&43).

Andere Talsedimente
In den Talböden ist häufig *Alm*[52] als frühholozäne Bildung in teilweise großer Mächtigkeit[53] anzutreffen. Er bildet sich dann, wenn mit Kalk übersättigte Grundwässer an

[51] R4436420H5339200
[52] „Wiesenkalk" – Beschreibung siehe JERZ 1993: 134 ff.
[53] KUNZ (1998) beschreibt solche von 2 – 3 m aus Baugruben in Walleshausen und Egling a.d.Paar.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

die Oberfläche treten und das freiwerdende CO_2 den gelösten Kalk zur Ausfällung bringt. Dass Grundwasser in den Talläufen an die Oberfläche drängt beruht darauf, dass diese ein größeres Gefälle aufweisen, als der Grundwasserstrom. Die Almvorkommen in unserem Altmoränengebiet müssen als fossil angesehen werden. Maßnahmen der Hochwasserfreilegung haben fast überall in den Tälern das Grundwasser abgesenkt, die feuchten, anmoorigen Böden trockengelegt und für die Landwirtschaft nutzbar gemacht. Wo dadurch die Talböden in Äcker umgewandelt werden konnten – z.B. bei Grunertshofen im Maisachtal – fallen diese in der vegetationsfreien Zeit durch die leuchtend weiße Farbe des fast reinen Alm-Kalkes auf (KUNZ 1998:51 – 54).
Für prächtige Ausblicke auf die beiden bedeutendsten Täler im Altmoränengebiet empfehlen wir folgende Standorte:

- die *Höhe 608,5 m* E Walleshausen[54] für einen Rundblick über das Paar-Ursprungsbecken und
- *Bergkirchen* (Höhe 562,8 m)[55] für den Überblick über das Jesenwanger Schotterfeld.



Abb. 23 Blick aus dem Flugzeug in SE-Richtung über das Schmelzwasser-Sammelbecken der Paar mit seinen moorigen Böden zwischen Walleshausen (im Bild links unten), wo sich das Paartal trichterförmig verengt, und den Würm-Endmoränen bei Geltendorf (rechts oben). Nahe dem rechten Bildrand ist die Kiesgrube DITSCH S von Walleshausen (vgl. Abb. 16) zu sehen.

[54] R4425220H5335520 – Zufahrt von Petzenhofen aus (höchster Punkt im Altmoränengebiet!).
[55] R4435880H5337680 – mit sehenswertem Kirchlein (Schlüssel im Bauernhof nebenan).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

15. Die großen Moore im Altmoränengebiet

In dem hier beschriebenen Bereich der Altmoränen sind mehrere Moore unterschiedlicher Größe eingebettet. Sie sind eine einmalige geologische und landschaftliche Besonderheit, weil im Gegensatz zu den Jungmoränenzonen Moore in den Altmoränen selten sind. Ursachen hierfür sind vermutlich das höhere Alter und das ausgeglichenere Relief der Landschaft. Das *Haspelmoor* mit seinen Nachbarn Rotmoos, Nassenmoos und Ostermoos sowie das *Wildmoos* (letzteres östlich von Moorenweis gelegen) haben noch im Federseemoor bei Biberach eine Parallele. Wegen dieser Sonderstellung sei uns eine ausführlichere Darstellung, insbesondere über das Haspelmoor gestattet.

Die Lage

Das *Haspelmoor* – Abb. 24 – liegt südlich der Bahnlinie München-Augsburg in einer flachen Mulde des am weitesten nach Norden ausgreifenden Ausläufers des rißeiszeitlichen Ammerseegletschers. Gebildet wird sein Kessel von den Moränenrücken von Luttenwang bis Hörbach im Westen, von Loitershofen bis Hattenhofen im Osten und vom Endmoränenwall zwischen Althegnenberg und Hattenhofen im Norden. Das



Abb. 24 Das Haspelmoor mit seinen Nachbarn Rotmoos (rechts, N der das Moor durchschneidenden Bahnstrecke Augsburg-München) und Nassenmoos (links, S) aus dem Flugzeug gesehen mit Blickrichtung nach W. Deutlich erkennbar die von den Entwässerungsgräben stammende Streifenstruktur. Zwischen dem Haspelmoor und dem Dorf Hörbach (im Bild unmittelbar darüber) verläuft die hier äußerst flache Wasserscheide zwischen den Flusssystemen von Lech/Paar und Amper/Isar.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Haspelmoor liegt also hinter dem äußersten Stirnwall des rißeiszeitlichen Gletschers und damit am nördlichsten Rand des Vereisungsgebietes überhaupt. Mit einer durchschnittlichen Randhöhe von 540 m üNN liegt es außerdem ganz knapp E der Wasserscheide zwischen den Flußsystemen Amper-Isar im Osten und Paar-Lech im Westen.

Seine Größe

Ursprünglich erstreckte sich das Haspelmoor vom Rotmoos (es ist dies der nördlich der Bahnlinie liegende Teil) über das Haspelmoor und das Nassenmoos Maisach-aufwärts bis etwa Grunertshofen und ostwärts zwischen Loitershofen und Peretshofen in das Ostermoos hinein bis an die Linie der Bahnstrecke. Seine heutige Größe wird mit rd. 378 ha angegeben. Sie beschränkt sich auf den Bereich südlich der Bahnlinie (vgl. TK25 Blatt 7732 Mammendorf).

Entstehung

Ein eiszeitlicher Gletscher schmilzt auf dem Weg von seinem Nährgebiet in den Alpen in das Alpenvorland eigentlich fast ständig, vor allem natürlich in der wärmeren Jahreszeit, denn die gab es auch während der Eiszeiten. Das Abschmelzen ähnlich großer Eismassen kann heute unter anderem am Rand des grönländischen Inlandeises beobachtet werden (SCHOLZ 1991 & 1997). Ausgehend von einer Eishöhe des rißeiszeitlichen Gletschers von etwa 1.000 m bei Garmisch verringert sich diese bis in die Gegend des Haspelmoores auf etwa 100 m (KUNZ 1996), bevor es mit dem Eis an den Endmoränen (siehe oben) völlig zu Ende ging. Im Alpenvorland – dem hauptsächlichen Zehr- oder Ablationsgebiet der eiszeitlichen Eismassen – entstanden dabei ungeheure Mengen Schmelzwasser, die sich außer in den Eisrandgebieten hauptsächlich unter dem Gletscher, also subglazial, sammelten und dort ein verzweigtes System von Rinnen und Wannen bildeten, bevor sie an Gletschertoren in den periglazialen Bereich austraten. Das Schmelzen des Eises geschah nicht nur an seiner Oberfläche durch Sonnen- und Luftwärme, sondern je nach Auflast bzw. Mächtigkeit des Eises durch den von seinem Gewicht erzeugten Druck und die Reibung infolge seiner Bewegung an der Basis. Das Gewicht des Eises erzeugte darüber hinaus einen relativ hohen hydrostatischen Druck, der das Schmelzwasser befähigte, beachtlich tiefe subglaziale Rinnen, Wannen und Kolke auszuräumen, ja sogar Canyons und Schluchten in festes Gestein zu fräsen (letzteres von zahlreichen Stellen unter dem quartären skandinavischen Inlandeis bekannt). Das Relief des Untergrundes wurde, je weiter wir uns dem Gletscherende nähern, umso stärker von den subglazialen Schmelzwässern, d.h. glazifluviatil gestaltet – vgl. Abb. 25 –.

Dies gilt auch für die dem Haspelmoor unterliegende Morphologie. Wie in Abschnitt 11 beschrieben haben wir im Bereich unserer rißeiszeitlichen Endmoränen das Phänomen zu beobachten, daß es – abweichend von PENCKS „glazialer Serie“[56] (PENCK & BRÜCKNER; 1901/1909) – keine Entwässerung nach N mit entsprechenden Schotterfeldern gab. Die Entwässerung unseres Altmoränengebietes geschah fast ausschließlich nach E-SE in das Amper-Isar-System bzw. nach Westen zur Paar bzw. zum Lech. Das beim Abschmelzen des Eises an den Endmoränen anstehende Schmelzwasser ver-

[56] Vgl. Abb. 15 in Abschnitt 11 „Das Endmoränengebiet im Norden“

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

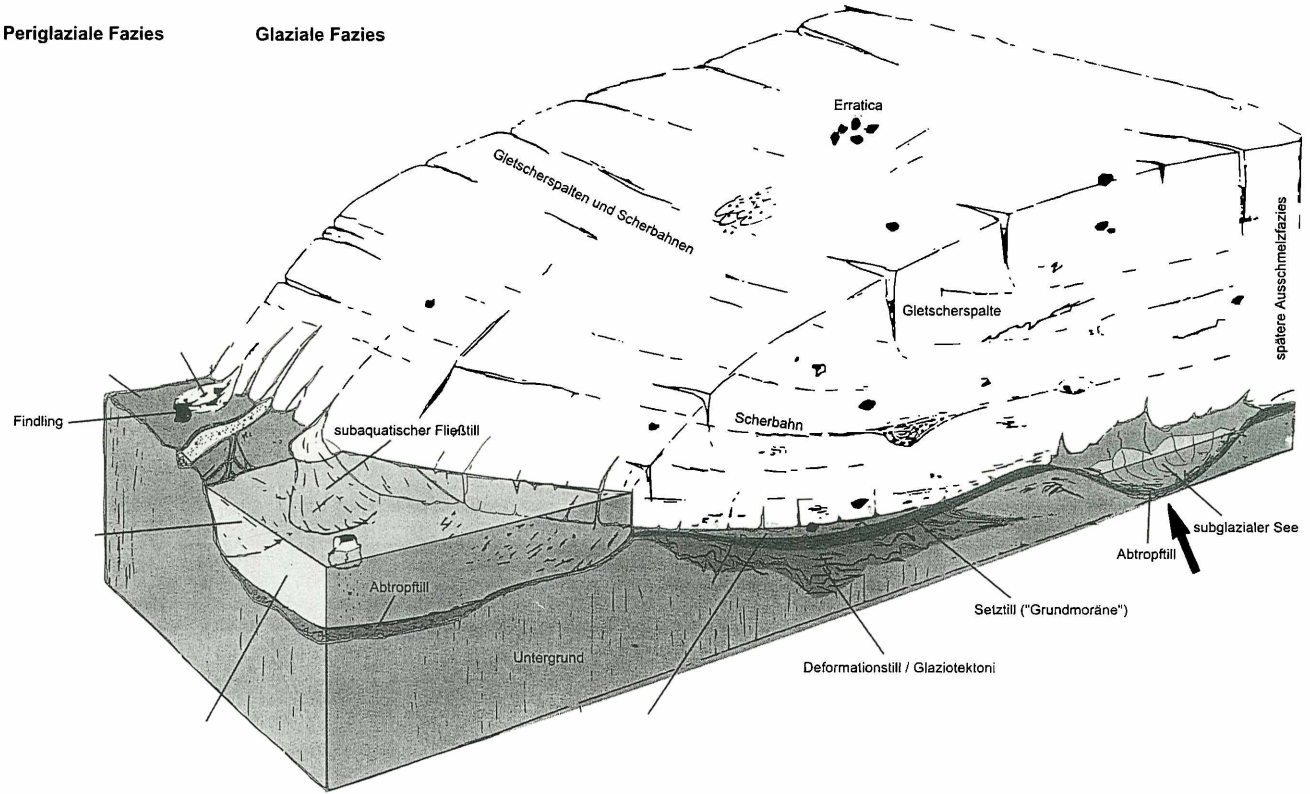


Abb. 25 Bildungsbedingungen glazialer Sedimente der terrestrischen Fazies (aus „Grundwasserbewirtschaftskonzept Singen" 1996). Der Pfeil weist auf die subglaziale Bildung von Schmelzwasserrinnen hin, in denen sich Feinsedimente ablagern können.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

schwand wieder unter der zentralen Gletscherzunge des Loisachgletschers, um vor allem SE in der Rinne einer frühen Maisach und einer „Altamper" im Tal von Jesenwang-Mammendorf wieder auszutreten. Es ist dies ein Prozess, der keineswegs ungewöhnlich ist und z.B. von SCHOLZ (1997) für Grönland und von KRAYSS & KELLER (1996) für den Bodenseeraum beschrieben wird. Dieser subglaziale (der eigentlichen Fließrichtung des Gletschers entgegengesetzte) Strom hat wohl die auffällige – NW-

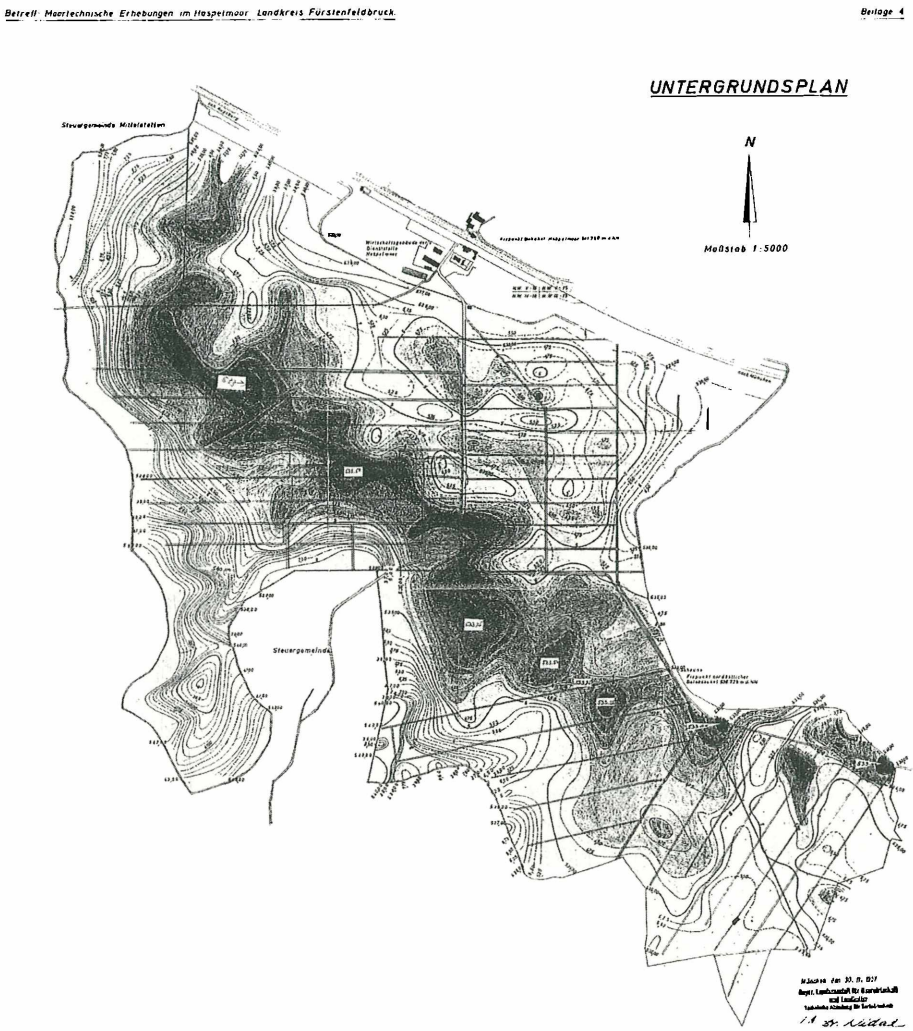


Abb. 26 Die dem Haspelmoor zugrundeliegende Rinnen- und Wannenstruktur, wie sie sich in dem 1957 von der BAYER. LANDESANSTALT FÜR MOORWIRTSCHAFT UND LANDKULTUR erarbeiteten Untergrundsplan darstellt. Sie ist von NW nach SE ausgerichtet und verläuft von den Endmoränen zur Maisach.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

SE-orientierte – Reihe flacher Wannen im Untergrund des Haspelmoores – ausgespült, wie sie im Untergrundsplan[57] des Haspelmoores der Staatl. Landesanstalt für Moorwirtschaft von 1957 – Abb. 26 – deutlich erkennbar ist.
Ihre tiefste Stelle liegt bei 533 m üNN. Abgedichtet wurden die Rinnen und Wannen mit schluffig-tonigen Feinsedimenten, die der Gletscher an seiner Unterseite als sog. „Abtropftill" ausschwitzte (vgl. Abb. 25), landläufig als „Letten" bezeichnet. Damit war die Basis für einen Haspelsee als Ausgangssituation für das Entstehen des Haspelmoores geschaffen.

Der Haspelsee
In der Warmzeit zwischen Riß- und Würmeiszeit (Riß-Würm-Interglazial) sind diese Rinnen vielleicht weitgehend trockengefallen. Über dem oben genannten Letten fanden sich allerdings Seesedimente (Seekreiden und Lebermudden), stellenweise unterlagert von geringmächtigen Kieslagen. Das lässt den Schluss zu, dass es im Riß-Würm-Interglazial kleine Fließgewässer von den umgebenden Moränenrücken herab als Geröllliefernanten gab, deren Wasser aber irgendwann in den beschriebenen Rinnen und Wannen zu einem See aufgestaut wurde. Dazu bedurfte es erheblich größerer Wassermengen, als sie in einer Warmzeit verfügbar sind. Diese kamen in Gestalt der Schmelzwässer des im Hochwürm über das heutige Ampertal hinaus vorgestoßenen Ammerseegletschers. Sie suchten sich neue Abflußrinnen bzw. nutzten die bereits von der Rißeiszeit übriggebliebenen Täler. Hauptzufluß für den sich langsam bildenden Haspelsee war wohl die Maisach (ein heute eher unbedeutendes Flüsschen), deren Schwemmkegel zwischen Nassenhausen und Loitershofen allmählich für einen ersten weiteren Aufstau des Sees sorgte (siehe Abb. 27).
Darin ist auch die Möglichkeit eines zeitweisen Überlaufs nach Westen zum Finsterbach angedeutet. Der Haspelsee liegt im Bereich der Wasserscheide zwischen Lech und Isar. Er hatte zur Zeit der größten Ausdehnung der Gletscher einen Seespiegel zwischen 537 m und 540 m üNN. Mindestens 537 m, denn wenigstens so hoch ist der See durch das Delta der Maisach bei Nassenhausen aufgestaut worden. Bei 541 m hätte der See in Hörbach, am Haspelgraben und dazwischen bereits zum Finsterbach und damit zum Lech abfließen können. Dabei könnten die Kiese im Finsterbachtal abgelagert worden sein, die in Althegnenberg in mehreren Bohrungen unter der Talaue und Torfen erbohrt wurden. Schluffig-sandige, teilweise kalkreiche Ablagerungen entlang der 540-m-Höhenlinie rund um das Haspelmoor könnten entsprechend als Seeablagerungen interpretiert werden (KUNZ 1996). Das Rotmoos (heute nördlich der Bahnlinie gelegen) ist damals wegen des ansteigenden Wasserspiegels durch Waldversumpfung entstanden. Entstanden ist der Haspelsee vor rd. 18.000 Jahren (vgl. KUNZ 1996), was zeitlich etwa der Maximalausdehnung des hochwürmzeitlichen Ammerseegletschers entspricht (vgl. Tabelle bei JERZ 1993:13). Das Schmelzwasser lieferte auch die Niederterrassenschotter im Tal von Jesenwang-Mammendorf, die ihrerseits den schwächeren Abfluss der Maisach abdämmten und zum Aufstau eines Sees im Gebiet des heutigen Oster-

[57] Für seine Bereitstellung danken wir Herrn Jordan vom Bayer. Landesamt für Bodenkultur und Pflanzenbau besonders herzlich.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

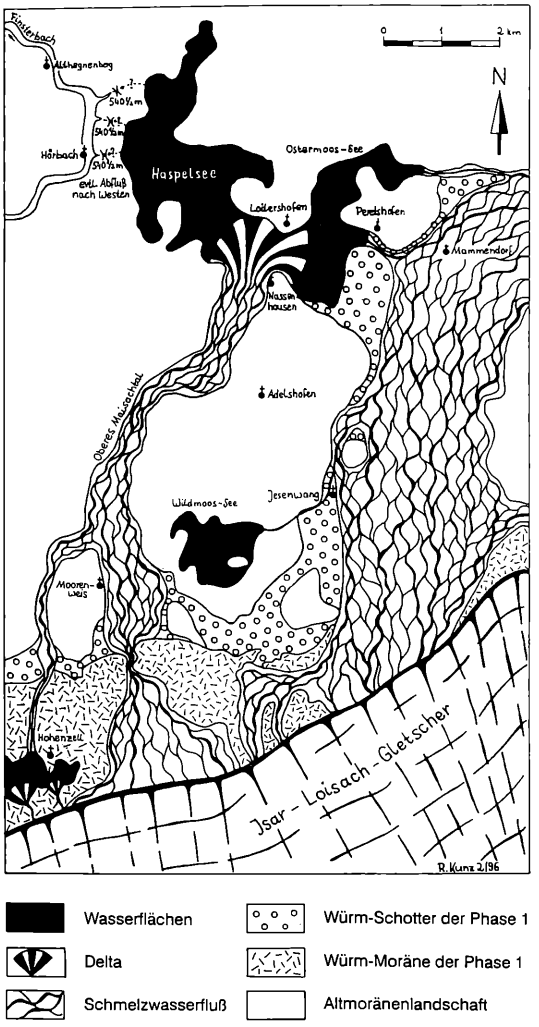


Abb. 27
Entstehung des Haspelsees vor rd. 18.000 Jahren. Die sommerlichen Schmelzwässer des würmzeitlichen Loisachgletschers fließen durch das obere Maisachtal und das Niederterrassenfeld zwischen Jesenwang und Mammendorf nach N. Die Maisach füllt die Mulden E der Wasserscheide mit Schmelzwasser und staut mit ihren Schottern den Haspelsee auf. Bei Mammendorf stauen die Schotter des Niederterrassenfeldes auch die Maisach; dadurch kann sich der Ostermoos-See bilden. Es ist vorstellbar, daß der Haspelsee im NW bei Hörbach zeitweise in den Finsterbach übergelaufen ist. (Grafik aus KUNZ 1996:17)

mooses führten. Im Hinblick auf das flachwellige Landschaftsrelief könnte dies ebenfalls zu einem Überlaufen des Haspelsees nach Westen geführt haben.
Interessant ist, dass PHILIPP APIAN, der große bayerische Geograph, 1568 auf seiner Bayerischen Landtafel Nr. 13 bei „Alt Högneberg" einen See mit Abfluss nach Westen darstellt (Abb. 28).
Sicherlich hat zu APIANS Zeit der Haspelsee als solcher nicht mehr bestanden und der Finsterbach (*„Die Finster fl"*) ist wohl auch damals nicht dem Haspelmoor entsprungen; das weiträumige Haspelmoor mit den anderen Teilmooren und vielen offenen Wasserstellen hat in APIAN vielleicht den Eindruck eines Sees erzeugt. Offene Wasserstellen gab es allerdings noch zu Anfang dieses Jahrhunderts im Nassenmoos.[58]

[58] APIANS Darstellung des Haspelsees taucht auch in der „Gebürgskarte" von FLURL 1792 wieder auf.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

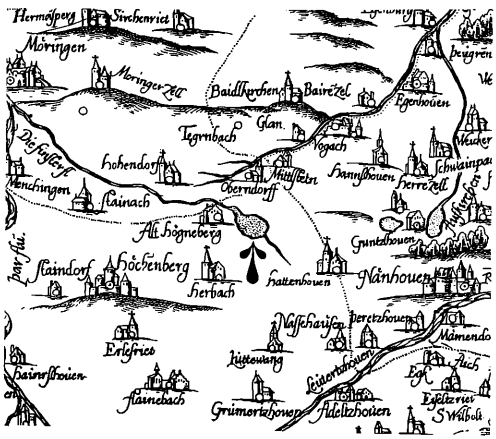


Abb. 28
Ausschnitt aus PHILIPP APIANS Bayerischer Landtafel Nr. 13 aus dem Jahr 1568. Der Finsterbach läuft in dieser Darstellung mitten durch das Haspelmoor.

Mit dem Ende der vorläufig letzten Eiszeit konnte sich wieder dichtere Vegetation ausbreiten. Erste Birken- und Kiefernwälder tauchten neben der Tundra-Vegetation auf. Der ehemals große Haspelsee wurde teilweise durch Feinsedimente vor allem der Maisach zugeschüttet, er verlandete allmählich und es bildete sich ein Niedermoor. In seinem staunassen Milieu verrotteten die Pflanzenreste nicht vollständig, Torfmoose siedelten sich an. Im Lauf von Jahrtausenden bildeten sich eine mehrere Meter dicke Lage Torf. Das Moor wölbte sich über den Wasserspiegel hinaus, es wandelte sich zum Hochmoor. Dessen Torfmächtigkeit betrug im zentralen Teil im Jahr 1920 immerhin 8 m! Die heute noch vorhandenen Hochmoorreste ragen über die 540-m-Höhenlinie hinaus.

Heutige Situation

Der Fortbestand des Haspelmoores mit seiner besonderen landschaftlichen und botanischen Schönheit ist stark gefährdet. Die Zerstörung begann in den Jahren 1838/39 mit dem Bau der Eisenbahnstrecke München-Augsburg. Die großflächige industrielle Torfnutzung im 19. und 20. Jahrhundert, der Bau der Straße von der Ortschaft Haspelmoor nach Hörbach, die Anlage eines künstlichen Drainagegrabens nach Westen zum Finsterbach (also zur Paar) sowie die umfangreichen Entwässerungsarbeiten des Reichsarbeitsdienstes ab 1933 zur Gewinnung landwirtschaftlicher Nutzflächen sind Fakten, die den Erhalt des Moores in seiner Substanz immer noch stark gefährden. Seit 1985 steht das gesamte Haspelmoor unter Naturschutz. Mit Maßnahmen der Rodung und der Wiedervernässung durch Sperren der künstlich angelegten Abflüsse versucht man den heutigen Bestand des Moores zu erhalten. Erste Erfolge zeichnen sich ab, die dem Moor abgerungenen, ohnehin nicht besonders wertvollen landwirtschaftlichen Flächen bleiben aber für alle Zukunft verloren.

In diesem Zusammenhang sei auf den ausführlichen Bericht über das Haspelmoor unseres Mitglieds SIEGFRIED HAGSPIEL in Heft 1 des 95. Bandes (1991) der Berichte des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schwaben e.V. hingewiesen. Herr HAGSPIEL bemüht sich seit Jahrzehnten mit großem persönlichen Einsatz um den Erhalt des Haspelmoores als einer besonderen Rarität in unseren Altmoränenlandschaft.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Das Wildmoos

Dieses nahe der Grenze zu den Jungmoränen noch in den Altmoränen liegende Moor hat seinen Ursprung ebenfalls in einem See, der vermutlich bereits während der ausklingenden Rißeiszeit bestand. Sein Becken ist von einer am Höhenrücken von Adelshofen auflaufenden Riß-Gletscherzunge ausgeschürft worden. Durch pollenanalytische Untersuchungen von FRENZEL (1978) sind im Wildmoos Riß-/Würm-interglaziale Bildungen bekannt (zuunterst warmzeitliche Pollen, darüber kaltzeitliche, wohl bereits im Frühwürm eingebracht). Von den Schmelzwasserfluten des Würmgletschers wurde dieses Becken nicht erfaßt, eine flache Geländeschwelle trennt es vom Jesenwang-Mammendorfer Schotterfeld. Das rund einen Quadratkilometer große Wildmoos besteht im Kern aus Hochmoor, in den Randbereichen geht es in Nieder- und Anmoor über. Auch dieses Moor wurde mit Entwässerungsgräben durchzogen und entwässert seither ebenfalls in zwei Richtungen: vor allem nach NE in den Erlbach bei Jesenwang und über einen Graben nach W in die Maisach bei Moorenweis.



Abb. 29 Blick aus dem Flugzeug von E nach W auf das Wildmoos S Jesenwang, das zweite große Moor in der Altmoränen-Landschaft. Links oben die Ortschaft Moorenweis.

16. Der Übergangsbereich zwischen Alt- und Jungmoränen

gestaltet sich fast auf der ganzen Linie entlang der Nordgrenze der würmzeitlichen Endmoränen als flache Mulde, durchbrochen durch die oben beschriebenen großen Schmelzwassertäler. Diese Mulde zieht sich von der Gegend südlich von Jesenwang über Moorenweis, Eismerszell, Hausen und Schwabhausen nach Ramsach und Penzing. Den Jung-Endmoränen vorgelagert ist jeweils nur ein relativ kurzer, aber deut-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

lich erkennbarer Übergangskegel. Ein schönes Beispiel ist das nördliche Vorfeld des *Vogelberges* östlich Geltendorf. Dort kann in einem kleinen Aufschluß[59] und auf den Äckern nahebei das Jungmoränenmaterial gut studiert werden. Nur am Schloßberg östlich von Landsberied drängen sich die Endmoränen der äußersten Würmrandlage als Rest eines größeren Bogens, der einst auch im Niederterrassenfeld bis Jesenwang vorgedrungen war und im Ampertal fast bis vor Fürstenfeldbruck lag, dermaßen an die Altmoränen, daß beide einen gemeinsamen, SW-NE verlaufenden Höhenrücken über dem Schöngeisinger Forst bilden (vgl. Beilage 2 zu GROTTENTHALER 1980). Die Jungmoränen heben sich dort durch ein unruhigeres Relief von den Altmoränen ab.

Schlussgedanken – Danksagung

Nicht erst, seit wir uns mit dem Gedanken trugen, die Altmoränen-Landschaft es intensiver zu studieren, haben wir uns des öfteren in ihr auf Wanderschaft befunden. Ihr ruhiges Wesen und die darin eingebetteten schönen Dörfer hatten uns dazu veranlasst. Mit dem Sammeln von Erkenntnissen über ihre Entstehungsgeschichte überkam uns gewissermaßen ein verstärktes Heimatgefühl – man liebt eben mehr, was man kennt. Darüber hinaus haben wir eine neue Sammelleidenschaft entwickelt: wer findet das exotischste Geschiebe in den Kiesgruben? Leicht kommt man dabei in das Sinnieren über ihre Herkunftsorte, die Kräfte, die sie bewegt haben, die Wege, die sie genommen haben und die Zeit, die sie brauchten, um zu uns zu kommen (vgl. Farbabb. 30 auf hinterer Umschlagseite – Geschiebe).

Wir danken den Herren Dr. Walter GROTTENTHALER und Dr. Gerhard Doppler vom Bayerischen Geologischen Landesamt für die Bereitschaft zur Diskussion, die geduldige Beantwortung unserer Fragen und die vielen nützlichen Hinweise. Dem Leiter Herrn Dr. Streit und der Bibliothekarin Frau Bläbst der Bibliothek des Bayerischen Geologischen Landesamtes sind wir besonders dankbar für die Mithilfe bei der Suche nach und der Bereitstellung von Literatur und Karten über das besprochene Gebiet. Gleiches gilt für Herrn Jordan an der Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau für die gewährte Akteneinsicht über das Haspelmoor. In unsere Dankbarkeit beziehen wir aber auch die Herren Prof. Dr. Hermann JERZ (Universität Augsburg) und PD Dr. Herbert SCHOLZ (Technische Universität München) ein, denn sie haben uns auf zahlreichen Exkursionen im Alpenvorland die Faszination und das Verständnis für die Quartär-Geologie vermittelt.
Den Herausgebern danken wir ganz besonders, daß sie die großzügige Wiedergabe von Bildmaterial ermöglicht haben. Sie haben erheblich dazu beigetragen, unseren Bericht über ein scheinbar unansehnliches Gebiet anschaulich zu machen.

Alle Fotografien in diesem Bericht stammen von Georg Dietmair.

Für Interessierte, die sich wegen des Mangels an Aufschlüssen lieber den ganz großen Überblick über die Morphologie der Altmoränenlandschaft verschaffen wollen, sei ein Rundflug vom Flugplatz Jesenwang aus empfohlen.

[59] R4427830H5333340 – Zufahrt auf Feldwegen von Hausen.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

Verwendete Abkürzungen:

BK50	Standortkundliche Bodenkarte von Bayern im Maßstab 1 50.000
E	Osten, östlich
Erl.	Erläuterungen
GK100	Geologische Karte im Maßstab 1:100.000
GK25	Geologische Karte im Maßstab 1:25.000
Mio	Millionen
N	Norden, nördlich
NE	Nordosten, nordöstlich
NW	Nordwesten, nordwestlich
OSM	Obere Süßwassermolasse
S	Süden, südlich
SE	Südosten, südöstlich
SW	Südwesten, südwestlich
TK25	Topographische Karte im Maßstab 1:25.000
üNN	über Normal Null
ugs.	umgangssprachlich
v.h.	vor heute
W	Westen, westlich

Literaturverzeichnis

Im Text zitierte Veröffentlichungen:

AMMON, L. V. (1894): Die Gegend von München. – Festschr. Geogr. Ges. München zu ihrem 25jährigen Bestehen: 1 – 152, 1 geol. Übersichtskt. 1 250 000; München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1986): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1 50 000 München – Augsburg und Umgebung. – Erläuterungen u. 1 Beiheft (Analysen): 396 + 75 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

FLURL, M. (1792): Beschreibung der Gebirge von Baiern und der oberen Pfalz. – 378 S.; München (Nachdruck 1992 GFB Geofachliteratur Lehrberger Zwicker Preinfalk).

FRENZEL, B. (1978): Das Problem der Riß/Würm-Warmzeit im deutschen Alpenvorland. – Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24: 103 – 114; Bonn – Bad Godesberg.

GROTTENTHALER, W. (1980): Geologische Karte von Bayern 1 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 7833 Fürstenfeldbruck. – 82 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).

HAGSPIEL S. (1991): Das Naturschutzgebiet „Haspelmoor" und seine Geschichte – Ber. Naturwiss. Ver. f. Schwaben 95: 2 – 32; Augsburg.

JERZ, H. (1993): Das Eiszeitalter in Bayern. – Geologie von Bayern, 2: 243 S.; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).

JERZ, H. & MANGELDORF, J. (1989): Die interglazialen Kalksinterbildungen bei Hurlach nördlich Landsberg am Lech. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 39: 29 – 32; Hannover.

KRAYSS, E. & KELLER, O. (1996): Hydrographie des Bodenseeraumes während der letzten Vorlandvereisung.– Schr. Ver. Gesch. d. Bodensees, 104: 111 – 143, 1 Beilage; Friedrichshafen.

KNAUER, J. (1929): Erläuterungen zum Blatt München-West (Nr. XXVII) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000, Teilblatt Landsberg. – 47 S.; München.

KNAUER, J. (1931): Erläuterungen zum Blatt München-West (Nr. XXVII) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000, Teilblatt Starnberg. – 48 S.; München.

KUNZ, R. (1996): Erd- und Landschaftsgeschichte. – In: DREXLER, T., EDER, M., FOX, A., KUNZ, R., NEUBAUER, B., OTT, M., SCHAELOW, K., SCHLÖGEL, D. & WEIBERG, S.: Althegnenberg – Hörbach. Beiträge zur Geschichte der Gemeinde Althegnenberg: 11 – 20, 6 Abb.; St. Ottilien (EOS Verlag).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

KUNZ, R. (1998): Erläuterungen zur geologischen Karte 1:25000 Blatt 7832 Türkenfeld mit Anmerkungen zur Geologie und Lanschaftsgeschichte im nördlichen Bereich des ehemaligen Loisachgletschers, Oberbayern. – Diss. TU München, 164 S., 2 Beil.; München.
PENCK, A. (1882): Die Vergletscherung der deutschen Alpen ihre Ursachen, periodische Wiederkehr und ihr Einfluss auf die Bodengestaltung. – 483 S.; Leipzig (Barth).
PENCK, A. (1899): Die vierte Eiszeit im Bereich der Alpen. – Schr. d. Vereins zur Verbreitung naturwiss. Kenntnisse, 39: 1 – 20; Wien.
PENCK, A. & BRÜCKNER, E. (1901/09): Die Alpen im Eiszeitalter. – 3 Bde. Leipzig (Tauschnitz).
SCHAEFER, I. (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Augsburg und Umgebung 1 50 000. – 92 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
SCHAEFER, I. (1975): Die Altmoränen des diluvialen Isar-Loisachgletschers. – Mitt. Geogr. Ges., 60: 115 – 153; München.
SCHEUENPFLUG, L. (1991): Die frühpleistozäne Augsburger Altwasserscheide am Ostrand der Iller-Lech-Platte. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 41: 47 – 55; Hannover.
SCHOLZ, H. (1991): Ein Vorstoß des Inlandeises in Westgrönland – Dokumentation des vorrückenden Eisrandes bei Søndre Strømfjord. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 41: 119 – 131; Hannover.
SCHOLZ, H. (1997): Sedimente und Ablagerungsmechanismen in instabilen proglaziären Seen (Eisrandstauseen) in Westgrönland. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 47: 42 – 77; Hannover.
SCHREINER, A. (1992): Einführung in die Quartärgeologie. – 257 S.; Stuttgart (Schweizerbart).

Ergänzende und weiterführende Literatur

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1996): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 500 000. – 4. Aufl.: 329 S., 1 Kt.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
DIEZ, T. (1973): Geologische Karte von Bayern 1 25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 7931 Landsberg a. Lech. – 78 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
EBERL, B.(1930): Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande (Iller-Lechgletscher). – 427 S.; Augsburg (B. Filser).
HANTKE, R. (1978, 1980, 1983): Eiszeitalter. Die jüngste Erdgeschichte der Schweiz und ihrer Nachbargebiete. – 3 Bände; Thun (Ott).
LEMCKE, K. (1988): Das bayerische Alpenvorland vor der Eiszeit. – Geologie von Bayern, 1: 175 S.; Stuttgart (Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung).
MEYER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1997a): Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München – östlicher Teil. – Wanderungen in die Erdgeschichte, 8: 142 S.; München (Pfeil).
MEYER, R. & SCHMIDT-KALER, H. (1997b): Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München – westlicher Teil. – Wanderungen in die Erdgeschichte, 9: 126 S.; München (Pfeil).
SALZMANN, P.-E. (1992): Geologie und Geographie. – In: BUSLEY, H., DREXLER, T., HOFFMANN, C.A., SALZMANN, P.-E. & WOLLENBERG, K.: Der Landkreis Fürstenfeldbrück, 14 – 38; St. Ottilien (EOS Verlag).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

(Zum Beitrag Dietmair, Franke, Kunz – Seite 18 und Seite 38

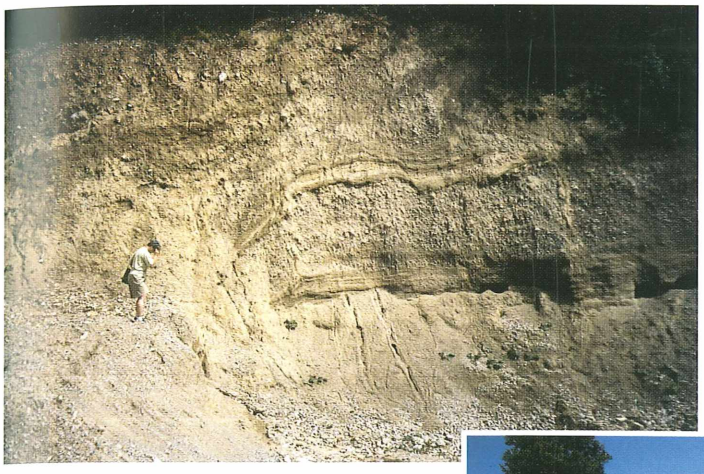


Abb. 11
Materialgrube in der Endmoräne im Dornschlag N Althegnenberg. Die Feinsedimentlagen in der Wand deuten auf Sackungs- und Stauchvorgänge hin.

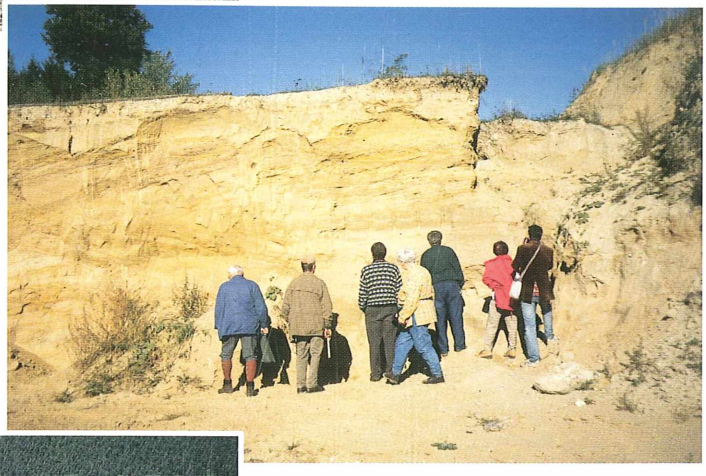


Abb. 12
In der Grube S Längenmoos sind die tertiären Sande der Oberen Süßwassermolasse aufgeschlossen. Sie zeigen feine Kreuzschichtungsstrukturen und sind im Hangenden von Rißmoräne bedeckt, was sonst nirgends mehr beobachte werden kann. Das Bild wurde anlässlich der Exkursion der ARBEITSGEMEINSCHAFT GEOLOGIE *am 27.09.1997 in die Altmoränen-Landschaft aufgenommen.*



Abb. 13
Die Grube S Längenmoos befindet sich fast genau auf dem heutigen höchsten Punkt der Riß-Endmoränenzone. Die Moränenbedeckung ist hier nur noch gering; die Gelbfärbung der tertiären Sande ist sogar im Luftbild gut erkennbar.

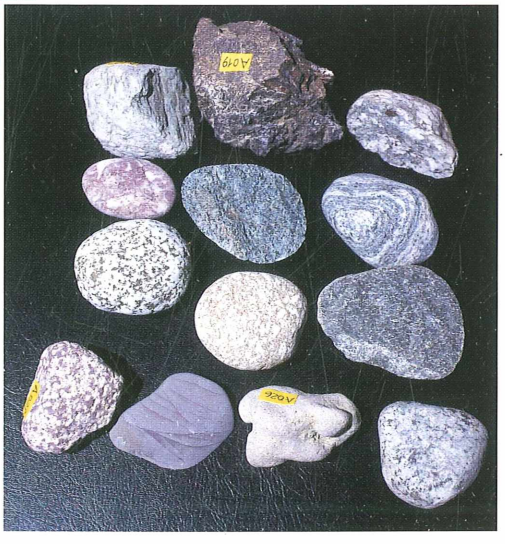


Abb. 30
Eine kleine Sammlung von Geschieben aus den Altmoränen nördlich des Ammersees. Eine Besonderheit stellt der in der Mitte der zweiten Reihe von unten liegende Meta-Andesit-Porphyrit aus der Kiesgrube Jedelstetten dar. Das Herkunftsgebiet dieses als Leitgeschiebe des Inn-Gletschers bezeichneten Gesteins ist unbekannt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: 103

Autor(en)/Author(s): Dietmair Georg, Franke Helmuth, Kunz Roland

Artikel/Article: Die Altmoränen-Landschaft nördlich des Ammersees 3-40