

DAS QUARTÄR IN OBERÖSTERREICH UND DIE INTERNATIONALE QUARTÄRFORSCHUNG

Univ.-Prof. Dr. Julius Fink zum Gedenken

Von Hermann Kohl

(Mit 8 Abbildungen im Text)

Einleitung

Das Quartär, mit 1,8 bis 2,0 Mill. Jahren der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte, ist gleichzeitig die kürzeste geologische Periode. Der relativ kurzzeitige Klimawechsel zwischen Warm- und Kaltzeiten bedingt eine über das Ausmaß älterer Zeiten hinausgehende Gliederung, deren Erfassung jedoch die üblichen geologisch-paläontologischen Methoden überfordert. Eine der wichtigsten Grundlagen, die Evolution der Organismen, erlaubt dafür nur noch fallweise Aussagen, Pflanzen- und Tierwelt passen sich zwar jeweils dem in den gemäßigten Breiten besonders wirksamen Klimawechsel an, aber sie entwickeln nicht in jedem der eiszeitlichen Zyklen, d. h. in jeder Kalt- und Warmzeit, neue Arten.

Die Möglichkeiten der absoluten Altersdatierung sind mit Einschränkungen gegeben; sie setzen geeignetes Probenmaterial voraus und enthalten auch Fehlerquellen. Dazu kommt, daß marine Sedimentfolgen, die die beste stratigraphische Grundlage wären, im heutigen Landbereich fehlen, weil im Quartär im wesentlichen schon die derzeitige Verteilung von Land und Meer ausgebildet war und die glazieostatischen Schwankungen des Meeresspiegels sich nur an den Küstensäumen auswirken konnten. Wir sind daher auf die sehr stark kleinräumig faziell wechselnden und nur sehr lückenhaft vorhandenen Landablagerungen angewiesen, in denen Fossilmaterial nur unter günstigen Bedingungen erhalten ist.

Die Koordination und Korrelation dieser Sedimente erfordert daher die größtmögliche Vielseitigkeit der Erforschung, wobei sich zusätzliche Kriterien auch aus den häufig gut erhaltenen Landformen sowie aus Paläo- und Reliktböden ableiten lassen und schließlich, soweit vorhanden, auch aus den Kulturen

des prähistorischen Menschen, der etwa seit Beginn des Quartärs unsere Erde bevölkert.

Der oberösterreichische Raum hat im Rahmen der alpinen Eiszeitforschung einige Vorzüge aufzuweisen, die für bestimmte Abschnitte des Quartärs eine gute Vergleichsbasis zu außeralpinen Räumen abgeben können.

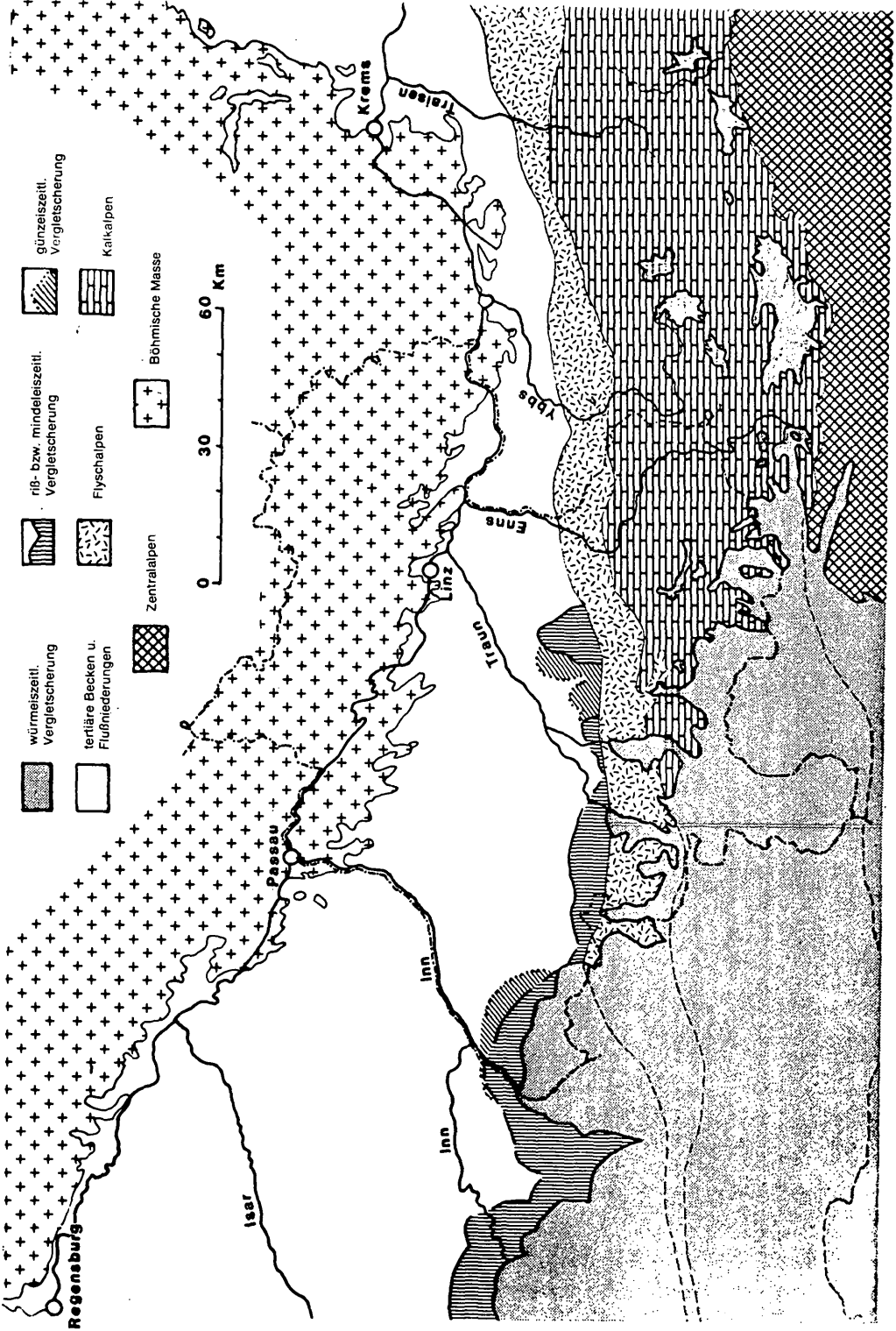
Als Nachteil dieses Raumes muß empfunden werden, daß sicher vorhandene ältestquartäre Schotter infolge Fehlens entsprechender Fossilien und zu geringer lithologischer Differenzierung bisher nicht näher eingestuft werden konnten und so die Grenze zum Pliozän noch nicht festzustellen war.

Quartärforschung in Oberösterreich

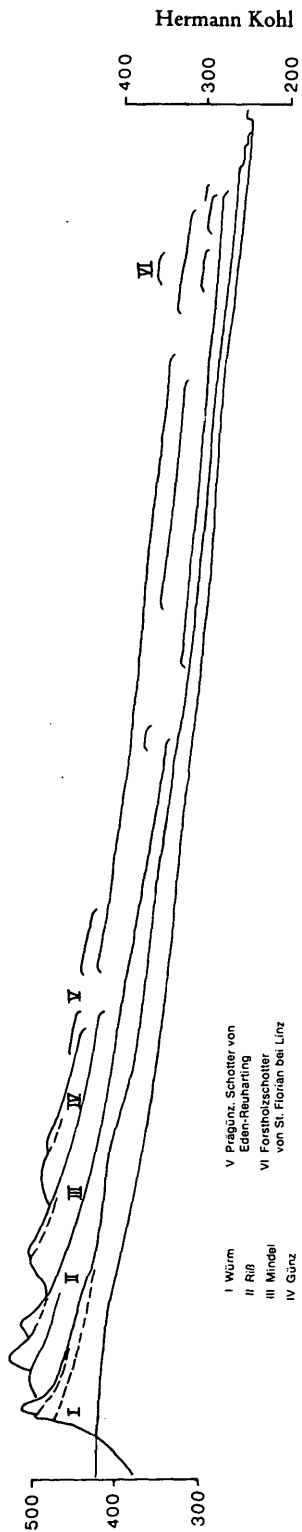
Die sich in Oberösterreich bietenden Möglichkeiten für die Quartärforschung wurden zwar schon frühzeitig erkannt, aber doch nur vereinzelt wahrgenommen. So führte bereits A. PENCK 1903 die große Exkursion anlässlich des 3. int. Geologenkongresses in Wien auch durch das Quartär Oberösterreichs. Eine erste Zusammenfassung hat er zusammen mit E. BRÜCKNER im Standardwerk »Die Alpen im Eiszeitalter« (1901–1909) geboten, von der auch G. GÖTZINGER 1936 unter Einbeziehung einiger neuer Gesichtspunkte bei der Exkursion des III., in Wien tagenden Kongresses der Intern. Quartärvereinigung (INQUA) ausgegangen ist. Die damals in Niederösterreich erfolgreich aufgegriffene Frage der Lößgliederung wurde allerdings in Oberösterreich nicht beachtet.

Zu einer Intensivierung der Quartärforschung kam es hier nach dem Zweiten Weltkrieg, als die Untersuchungen L. Weinbergers im westlichen Oberösterreich, H. Kohls im oberösterr. Zentralraum u. a. den Anstoß gaben, Oberösterreich in die von U.-Prof. Dr. J. Fink in Wien ausgehenden Aktivitäten moderner internationaler Quartärforschung einzubeziehen, woraus sich eine sehr fruchtbare, weit über den engeren Raum hinausgehende Zusammenarbeit ergeben hat. Es seien dazu die beiden Exkursionen der Deutschen Quartärvereinigung (DEUQUA) durch Österreich 1955 und 1978 erwähnt mit den aus diesen Anlässen erschienenen Führern, ferner zahlreiche Arbeitsexkursionen im Rahmen der viele Jahre von J. Fink geleiteten Lößkommission der INQUA oder zur Vorbereitung für den VII. INQUA-Kongreß 1965 in Colorado/USA mit dem damaligen Generalsekretär G. Richmond/Denver und schließlich die Einbeziehung Oberösterreichs in das Korrelationsprogramm der Internationalen Geologischen Union für das Quartär der Nordhemisphäre seit 1974.

Nicht zuletzt dadurch wurden schließlich auch jüngere Forscher zu weiteren Untersuchungen, vor allem im alpinen Anteil des Landes, angeregt, so daß sich derzeit bereits ein recht gutes und zeitgemäßes Gesamtbild über das Quartär



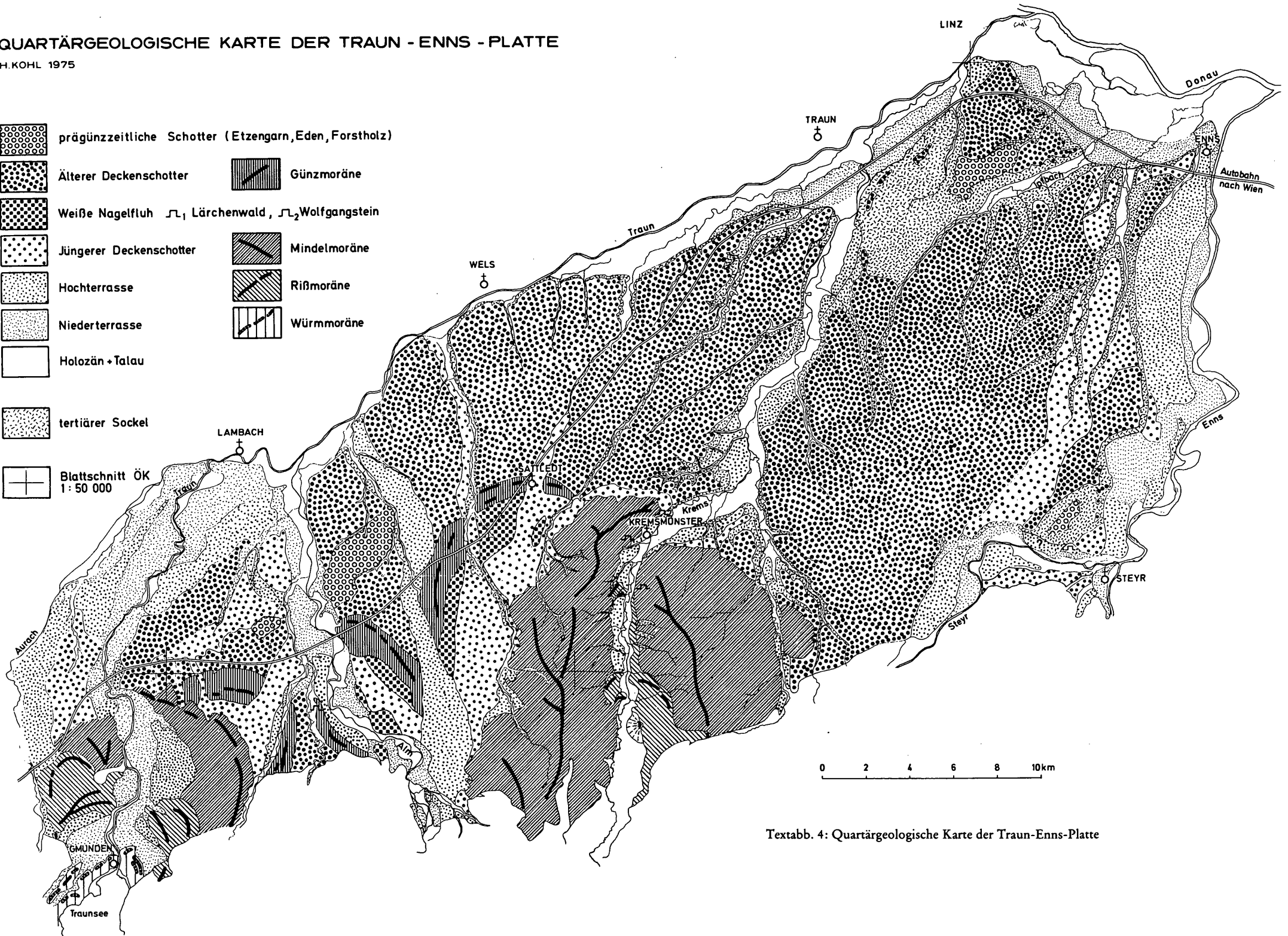
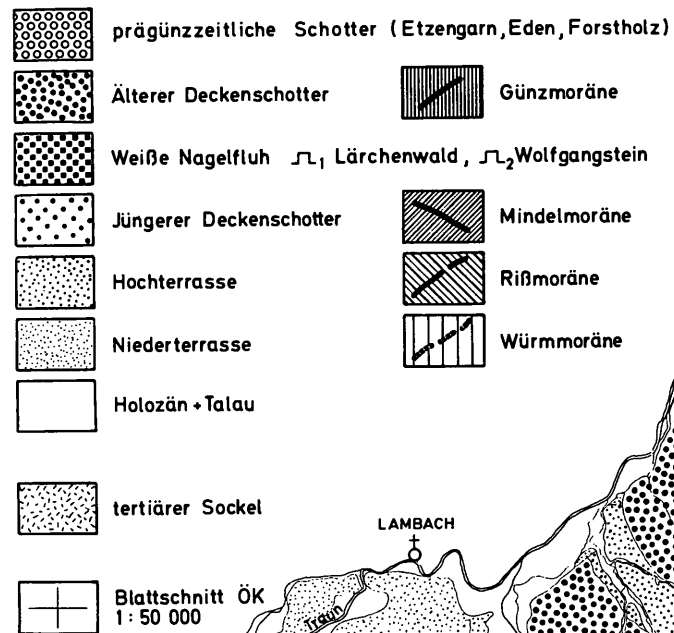
Textabb. 1: Überblick über die eiszeitliche Vergletscherung in Oberösterreich



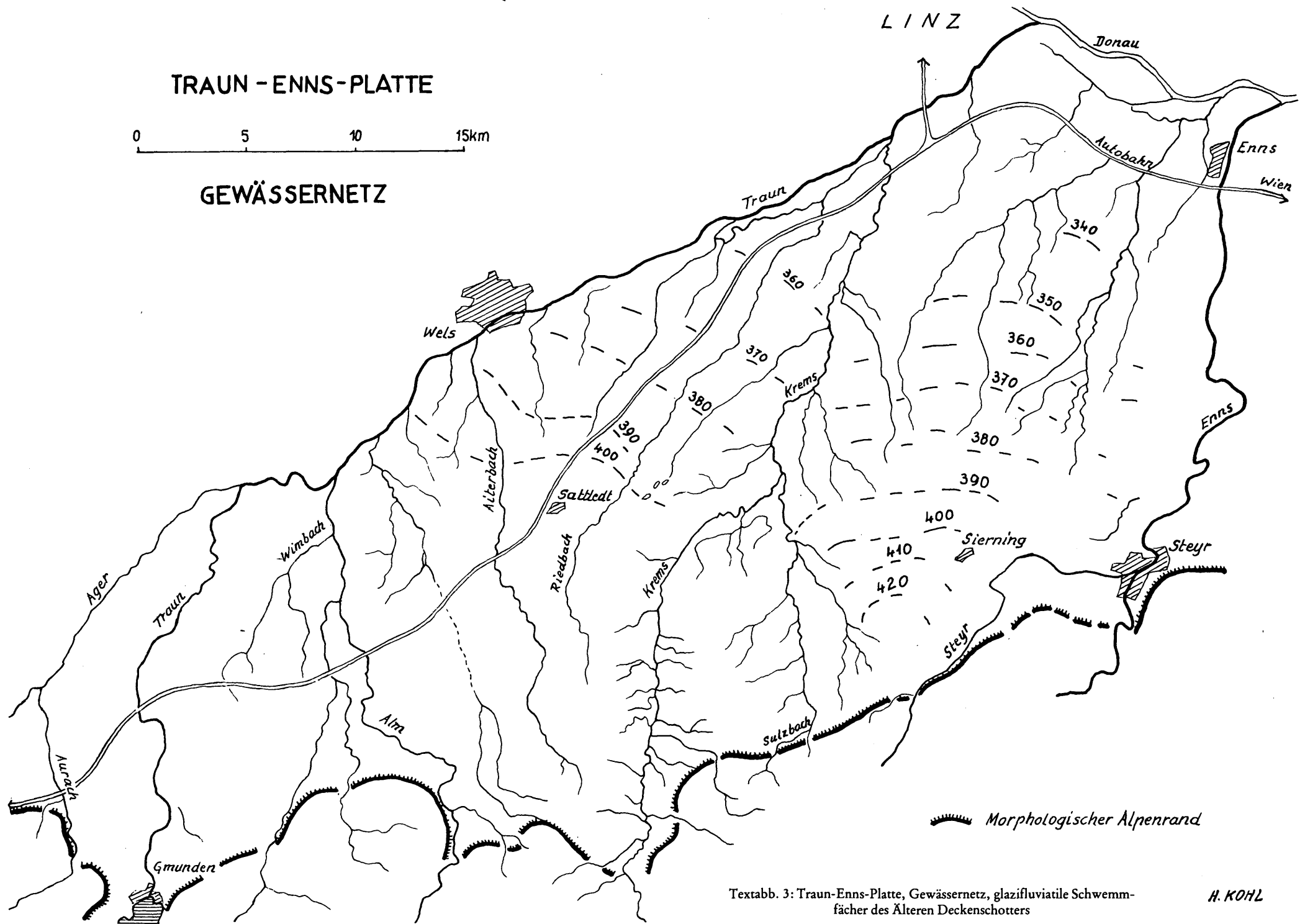
Textabb. 2: Glaziale Serien der eiszeitlichen Traunglescher

QUARTÄRGEOLOGISCHE KARTE DER TRAUN - ENNS - PLATTE

H.KOHL 1975



Textabb. 4: Quartärgeologische Karte der Traun-Enns-Platte



Textabb. 3: Traun-Enns-Platte, Gewässernetz, glazifluviale Schwemmfächer des Älteren Deckenschotter

H. KOHL

Oberösterreichs ableiten läßt. Leider fehlt noch eine zusammenfassende Gesamtdarstellung aller, z. T. auch noch unveröffentlichten Arbeiten.

Vorzüge des Raumes

Zu den Besonderheiten des Raumes gehört u. a. die Lage im Übergangsbereich vom geschlossenen eiszeitlichen Eisstromnetz im Westen mit ausgedehnter Vorlandvergletscherung über die Tal- zur isolierten Karvergletscherung im Osten, bedingt durch die Abnahme der Gebirgshöhen und den Übergang zu kontinentalen Klimaverhältnissen (Abb. 1).

Dadurch wird eine bessere Trennung der einzelnen Gletscherbereiche und ihrer Schmelzwasserschüttungen möglich. Endmoränen älterer Eiszeiten einschließlich der Günzvergletscherung weisen hier offenbar infolge einer geringfügigen Verschiebung der kontinentalen Klimaschwelle auf eine größere Ausdehnung dieser Gletscher hin als weiter im Westen. Infolge der guten Erhaltung von vier glazialen Serien können die Schmelzwasserschüttungen als die vier klassischen Schotterterrassen, Älterer und Jüngerer Deckenschotter (ÄDS und JDS), Hoch- und Niederterrassenschotter (HTS und NTS), besonders an der oberösterreichischen Traun und an der Enns, bis an die Donau heran verfolgt werden. Sie erlauben so einen Vergleich mit der Terrassenbildung an der Donau, die im Verhältnis zu den glazifluviatil bestimmten Vorlandtälern eine Reihe von abschnittsweise wechselnden Abwandlungen erfährt, für deren Studium die holozäne Entwicklung in den Donaubecken beste Voraussetzungen bietet.

Vier volle glaziale Serien (Abb. 2)

A. PENCK konnte im Umkreis der Alpen nur für die Würm-, Riß- und Mindel-eiszeit volle glaziale Serien, bestehend aus der Abfolge Grundmoräne des Gletscherzungenbeckens, Endmoräne, Übergangskegel und Schmelzwasserschüttung, nachweisen; seine älteste, die Günzeiszeit, folgerte er aus den glazifluviatilen ÄDS und einigen Moränenresten im Liegenden jüngerer Sedimente. L. WEINBERGER (1950) gelang im Siedelberg bei Uttendorf erstmals der Nachweis einer Günz-Endmoräne im Sinne A. PENCKs und damit einer vollen glazialen Serie auch für diese Eiszeit.

Wenig später führte der Autobahnausbau in der Traun-Enns-Platte zur Entdeckung von gleichaltrigen, im Relief kaum hervortretenden Moränen eines ehemaligen Steyr-Krems-Gletschers bei Sattledt, eines Almgletschers bei Vorchdorf und eines Traungletschers beiderseits der Laudach (KOHL 1955 u. 1958). Da die damaligen Abflußrichtungen teilweise anders orientiert waren als

in den nachfolgenden Glazial- und Interglazialzeiten, und überdies das Ausmaß der Günzvergletscherung in Oberösterreich groß war, sind diese ältesten Zungenbecken z. T. gut erhalten. Viel später sind auch auf der bayerischen Seite des Salzachgletschers am Eschl- und Hechenberg gleichaltrige End- und entlang der Alz bis südlich Trostberg auch Grundmoränen nachgewiesen worden (H. EICHLER u. P. SINN 1974, W. D. GRIMM 1979). Ansätze dazu gibt es auch aus der Umgebung von Lyon in den Dombes und im Bièvre-Volloire, wo allerdings die Verhältnisse nicht so klar zutage treten wie in Oberösterreich (U. KUHNE 1969 u. 1973). Auf der gesamten Zwischenstrecke des nördlichen Alpensaumes dürfte die Günzvergletscherung von den nachfolgenden Mindel- und Rißgletschern übertroffen worden sein.

Mindel- oder Riß- und Spätrißmoränen

Was nun die Zuordnung der einzelnen Moränensysteme zur Mindel- bzw. zur Rißeiszeit anbelangt, so war PENCKs Auffassung, die in Oberösterreich auch bei der INQUA-Exkursion 1936 noch vertreten wurde, nicht überall haltbar. Wieder war es L. WEINBERGER, der im Salzach-Gletschergebiet auch gegenüber den geologischen Spezialkarten 1:75 000 von G. GÖTZINGER (1928 u. 1929) auf der DEUQUA-Exkursion 1955 eine überzeugende Trennung zwischen den Rißmoränen von Hochburg-Gilgenberg und der Mindelmoräne des Ardenberg-Sperledt-Höhenzuges demonstrieren konnte; ein Ereignis, das beginnend mit H. GRAUL (1962) Revisionsarbeiten im schwäbisch-bayerischen Teil des Alpenvorlandes ausgelöst hat. Auch Altmoränen des Traunseegletschers bedurften insofern einer Korrektur, als der von A. PENCK und 1947 noch von S. PREY als rißzeitlich bezeichnete dominierende Wall von Laakirchen-Eisengattern inzwischen nach vielseitigen systematischen Untersuchungen des gesamten Raumes, vor allem unter Berücksichtigung des Liegendreliefs, der sehr überzeugenden paläopedologischen Verhältnisse und der Verknüpfung mit JDS nur mehr als mindelzeitlich eingestuft werden kann (L. WEINBERGER in DEL NEGRO 1969, H. KOHL 1976 und 1978).

Irreführend war die von PENCK und auch auf der Geol. Karte von O. ABEL (1913) übernommene, auf ein Kärtchen von A. FORSTER (1903) zurückgehende Moränengliederung im oberösterreichischen Kremstal bei Kremsmünster. Der einheitliche, auf beiden Seiten des Tales hoch aufragende Wall sollte demnach auf der westlichen Außenseite der Mindel- und auf der Talseite der Rißeiszeit angehören. Der Grund für diese Auffassung war die Hochterrasse von Kremsmünster, die, wie erst später mit der Entdeckung der tatsächlichen Rißmoränen nachgewiesen werden konnte, niemals aus dieser Moräne hervorgegangen sein kann. Die hohen Wälle beiderseits des Kremstales müssen daher einem Mindelgletscher zugeordnet werden, in dessen Zungenbecken die rißzeitlichen Morä-

nen eingebettet sind (J. ROHRHOFER 1938, LOTZE 1945, E. BRAUMÜLLER 1959, H. KOHL 1962 u. 1976). Die Reißmoränen des damals bereits talgebundenen Gletschers gliedern sich in 2 höher liegende Hauptstände und 2 tiefere Spätstände, die zumindest eine stärkere Oszillation des Reißgletschers voraussetzen. Die für Oberösterreich neue Feststellung einer jüngeren reißzeitlichen Moränengruppe bestätigte sich in Pinsdorf bei Gmunden, wo ebenfalls ein hier in eine Schotterterrasse übergehender, viel tiefer liegender Moränenrest kartiert werden konnte (H. KOHL 1976). Diese Schotterterrasse erweist sich als ein stärker abgesetztes Teilfeld, das nach etwa 5 km auf das Hauptfeld ausläuft, was gegen die Annahme einer eigenen Kaltzeit spricht. Wie weit hier eine Parallelerscheinung zu den in Schwaben festgestellten Jungrißmoränen vorliegt, ist noch unklar.

Neue Aspekte hat D. v. HUSEN (1977) am Traunseegletscher mit der Annahme aufgezeigt, daß zuerst der innere, als »Reiß-Hochstand« bezeichnete und dann erst der äußere Wall des »Reiß-Maximalstandes« abgelagert worden sei. Aus einer Reihe von Anhaltspunkten wäre diese Abfolge auch im Kremstal gut vorstellbar.

Von H. EICHER wurden (1980) innere Würmmoränen des Windischgarstener Beckens als »Neuer Hochstand« im Sinne H. SPREITZERS (1961) gedeutet, was die noch kaum ausreichend bewiesene Annahme eines deutlich abgesetzten späteren kräftigen Vorstoßes im Hochglazial zur Voraussetzung hätte.

Schmelzwasserschüttungen

Sind nun die erhaltenen Endmoränen zwar sehr wesentliche Zeugen für die jeweilige Maximalausdehnung der großen eiszeitlichen Vergletscherungen, so erlauben sie doch nur Aussagen für sehr kurze Zeitabschnitte des Pleistozäns; es handelt sich um wenige Tausendjahre, wie etwa am Inn-gletscher in Tirol durch FLIRI und Mitarbeiter (1970) für die Würmeiszeit nachgewiesen werden konnte. Wollen wir jedoch Einblick in die dazwischen liegenden Zeiträume bekommen, so müssen wir nach Sedimentfolgen suchen, in denen diese Abschnitte zu erwarten sind. Dazu gehören die durch paläontologische Funde als kaltzeitlich nachgewiesenen Schotterkörper (Terrassenschotter). Als gutes Beispiel dafür kann der etwa 18 m mächtige würmzeitliche Schotterkomplex im Linzer Donauefeld bei Asten herangezogen werden. Der Wandel in der lithologischen Zusammensetzung von basalen, an großen Kristallinblöcken reichen Quarzschottern zu Mischschottern mit nach oben zunehmendem Karbonatgehalt, der schließlich im hangendsten Teil zu einer Flyschdominanz führt, läßt neben der hochglazialen auch bereits auf eine früh- und mittelglaziale Aufschotterung schließen; jedenfalls sind die flyschreichen Hangendpartien, die sich durch das Trauntal bis an die Würm-Endmoränen verfolgen lassen, dem Hochglazial

zuzurechnen (H. KOHL, 1969). Die kaltzeitliche Sedimentation muß jedoch im Donautal mit der Umlagerung interglazialer Schotter unter Beimengung lokalen, blockreichen Periglazialschutttes begonnen haben. Mit fortschreitender Kaltzeit hat dann die Zufuhr alpiner Schotter zugenommen. Einen ähnlichen, mit umgelagerten Schottern beginnenden Aufbau lassen auch die ÄDS der Traun-Enns-Platte erkennen.

Ein neues, für die Quartärstratigraphie wesentliches Bild hat sich im Aufbau der Traun-Enns-Platte ergeben (Abb. 4). Die ursprünglich günzzeitlichen Traun- und Enns-Schüttungen zugeschriebenen ÄDS haben sich im wesentlichen als große Schwemmfächer der beiden günzzeitlichen Zweige des Steyr- bzw. Steyr-Krems-Gletschers erwiesen, wie das Studium des Liegendreliefs, der Entwässerung und Höhenlinien ergeben hat (Abb. 3). Für die Folgezeit hat der klimabedingte Wechsel von Akkumulation und Erosion die Voraussetzungen für laufende Flußverlegungen geschaffen. Musterbeispiele dafür bieten die Schotterstränge des Traun- und besonders des oberösterreichischen Almtales (KOHL 1974). Liegen in diesen Fällen die glazifluviatilen Schotterstränge nebeneinander oder bei gleichbleibendem Talverlauf terrassenartig ineinandergeschachtelt, so gibt es auch in Moränennähe Fälle, in denen sie wenigstens für die älteren alpinen Kaltzeiten übereinander, auch in Wechsellagerung mit Moränen, folgen. Eine besondere Schlüsselstelle dafür bietet das Profil des Kremstales bei Kremsmünster: Auf einem hohen Tertiärsockel liegen ÄDS mit Grundmoränenresten, Weiße Kalk- und Graue Flysch-Nagelfluh und bis 80 m mächtige Mindelmoräne, z. T. durch warmzeitliche Paläoböden getrennt, übereinander, während das Haupt- und Spättriß einschließlich Moränen und schließlich das Würm in Periglazialfazies in dieses Paket eingeschachtelt sind (Abb. 5).

Eine besondere stratigraphische Rolle spielen die Schotterkörper der Weißen Nagelfluh des oberösterreichischen Kremstales und des Almtales, die zwischen den günz- und den mindelzeitlichen Sedimenten liegen und lange nicht zufriedenstellend gedeutet werden konnten. Sie bestehen fast ausschließlich aus gut gerundeten Kalkgeröllen, weisen aber Einschlüsse von relativ großen, eckigen Flysch-, seltener Kalkblöcken auf und von nicht aufgelösten Lehmbrocken im basalen Teil, die einen gefrorenen Zustand zur Zeit ihrer Einbettung voraussetzen. Die Lage über einer stellenweise nachträglich kaltzeitlich überprägten mächtigen warmzeitlichen Bodenbildung auf den Günzschottern (»Kremsmünster A«) und die Reste einer warmzeitlichen Verwitterung auf und in den stärksten konglomerierten Schottern der Weißen Nagelfluh (»Kremsmünster B«) sprechen zusammen mit kaltzeitlichen Pollen (mündliche Mitteilung von Prof. B. Frenzel*) für eine kaltzeitliche Ablagerung, die aber über die ehemaligen günzzeitlichen Zungenbecken kaum hinausgekommen ist. Es kann daraus für diese Zeit auf eine Vergletscherung in den Kalkalpen geschlossen werden,

* Botanisches Institut der Universität Stuttgart-Hohenheim

die bedeutend größer gewesen sein muß als die heutige, aber auch wesentlich bescheidener als die der vier klassischen alpinen Eiszeiten. Diese auffallende und einmalige Erscheinung der Weißen Nagelfluh im Gegensatz zur Grauen Nagelfluh ist zweifellos mit lokalen Besonderheiten zu erklären. Die Untersuchungen darüber sind noch nicht abgeschlossen.

Daraus wird ersichtlich, daß kleinere Kälteschwankungen keine selbständigen Schotterterrassen hinterlassen haben müssen, wie wir sie von den vier klassischen Eiszeiten als NTS, HTS, JDS und ÄDS kennen.

Auch in Oberösterreich gibt es mehrere Anhaltspunkte dafür, daß glazifluviale Schotter auch schon vor dem ÄDS der Günzeiszeit abgelagert worden waren. Aus solchen Schotterkörpern haben in Bayern B. EBERL eine Donau- (1930) und I. SCHÄFER auch noch eine Bibereiszeit (1951) abgeleitet. L. WEINBERGER glaubte in den zwar vollkommen karbonatfreien Eichwaldschottern der nördlichen Kobernauslerwald-Ausläufer einen solchen Prägünzschotter erkennen zu können (1955). In der Traun-Enns-Platte gibt es beiderseits des unteren Almtales den mit Sockel und Oberfläche ein Stockwerk über dem ÄDS der Günzeiszeit liegenden Schotter von Eden-Reuharting, der in seiner lithologischen Zusammensetzung dem ÄDS näher zu sein scheint als der Eichwaldschotter am Salzachgletscher (H. KOHL 1958). Der bei St. Florian bereits 20 bis 30 m über dem ÄDS liegende Forstholzschotter ist ein reiner Restschotter, der sowohl dem Ältestpleistozän wie auch dem Pliozän zugeordnet werden könnte. Leider geben die höheren Schotter des Innviertels, die Federnberg-, Trittfeld- und die Geiersberg-Schotter, bisher keine Möglichkeit einer stratigraphischen Einstufung, so daß die Grenze zum Pliozän (Tertiär) in Oberösterreich noch offen bleibt.

Deckschichten, Zeugen des Klimaablaufes

Die mehrfach durch fossile Böden gegliederten, größtenteils der Lößgruppe zuzuordnenden Deckschichten auf den jeweils kalkzeitlichen Schmelzwasserschüttungen erlauben viel weitgehendere Aussagen über den gesamten Ablauf der Glaziale als die Schotterkörper selbst, obwohl auch bei ihnen mit Sedimentationslücken gerechnet werden muß.

Von großem Vorteil für die Analyse der Deckschichten in Oberösterreich ist die Möglichkeit, ihre liegenden Terrassenschotter von den Moränen der vier klassischen Eiszeiten ableiten und sie damit zeitlich abgrenzen zu können, woraus sich wertvolle Schlüsse für den Vergleich mit Lößprofilen anderer Räume ergeben, die diese Voraussetzungen nicht aufweisen (Abb. 6).

Fehlen den würmzeitlichen Niederterrassenschottern primäre Löße – sekundäre Aufschwemmungen sind lokal vorhanden –, so finden sich entlang der großen Vorlandtäler von Salzach-Inn, Traun und Enns, besonders mit Annähe-

rung an die Donau auf der rißzeitlichen Hochterrasse bis zu etwa 10 m mächtige Löß-Lehmdecken, die während der Würmeiszeit sedimentiert worden waren. Eingehende Analysen von V. JANIK (1965, 1967 und 1969) bieten dazu wertvolles Grundlagenmaterial. Seine Auslegung, daß es nur eine fluviatile Lößsedimentation gäbe, muß jedoch als zu einseitig beurteilt werden.

Seit dem 1955 als typisch für die »feuchte Lößlandschaft« (J. FINK 1962) beschriebenen Profil von Weingartshof bei Linz haben sich inzwischen die Profile von Altheim/Inn als die aussagekräftigsten erwiesen:

Außer der rißwürmzeitlichen interglazialen Bodenbildung im HT-Schotter und der nacheiszeitlichen Parabraunerde an der Oberfläche gibt es in diesen, der Würmeiszeit entsprechenden Lößprofilen, keinen Hinweis auf eine gleichwertige warmzeitliche Bildung. Es zeichnen sich aber Klimaschwankungen ab, die mehr oder weniger deutlich interstadialen Charakter aufweisen, aber auch solche mit kaltzeitlich stadialen Merkmalen.

Profile auf JDS zeigen, wie im Raum St. Pölten so auch in Oberösterreich, und zwar in Steyr und über einer mindelzeitlichen Alm-Schotterflur nördlich Pettenbach, zwei durch eine interglaziale Bodenbildung vom Typus einer Parabraunerde oder eines Pseudogleyes getrennte, im wesentlichen kaltzeitliche Deckschichtpakete. Eine weitere Differenzierung ist in diesem Bereich Oberösterreichs mit mehr als 1000 mm Niederschlag kaum möglich. Die postglazialen Böden sind daher hier nicht mehr als Parabraunerden, sondern schon als extreme Pseudogleye entwickelt.

Über dem ADS gibt es zwei bestens untersuchte Profile aus den Ziegelgruben in Linz-Froschberg, aus der reichlich Fossilmaterial im OÖ. Landesmuseum vorliegt, und dem Ziegelwerk Würzburger in Wels-Aschet.

Es kann kein Zweifel bestehen, daß es sich in beiden Fällen um die Deckschichten auf gleichaltrigem ADS handelt. Das bestätigt das mächtige untere Lößpaket, das in beiden Fällen die gleiche Ausbildung mit zwei sehr deutlichen humosen interstadialen Böden aufweist. Auch der oberste, sehr kalkreiche Löß läßt sich gut vergleichen und zeigt besonders in Wels eine gute Übereinstimmung mit den Würmlößprofilen über Hochterrassen. Ein Unterschied besteht darin, daß in Linz außer der sehr kräftigen und tiefgründigen Bodenbildung auf dem Schotter in den Deckschichten nur zwei Bodenbildungen vom Typus einer vergleyten Parabraunerde, eines interglazialen Waldbodens, enthalten sind, während in Wels der mittlere Boden teilweise durch eine Braunlößlage zweigeteilt ist (H. KOHL 1976 und 1978).

Es ist also hier ein Hinweis auf eine weitere Gliederung gegeben, die weder geomorphologisch durch eine Terrasse noch bisher sonst stratigraphisch durch einen eigenen Schotterkörper nachgewiesen ist. Auch ein Vergleich mit dem Schotter-Moränenprofil von Kremsmünster ist nicht möglich, denn sollte in Wels die Kälteschwankung der Weißen Nagelfluh vorliegen, so müßte diese an der Basis des Deckschichtenprofils unmittelbar über dem ADS gesucht werden.

Dort ist aber in den solifluidal gestörten, intensiven und mächtigen warmzeitlichen Bodenresten eine so relativ bescheidene Kälteschwankung, wie sie die Weiße Nagelfluh anzeigt, mit den bisherigen Untersuchungsmethoden nicht erkennbar.

Interglaziale See- und Höhlensedimente

Bisher sind nur Sedimentfolgen der Glaziale, der Kaltzeiten, vorgestellt worden, bei denen die Interglaziale, die Wärmezeiten, entweder nur als Bodenbildungen oder als Erosionsperioden und damit als Schichtlücken nachgewiesen werden konnten. Die Entdeckung lakustriner Ablagerungen im Zuge des Autobahnbaues bei Mondsee durch J. SCHADLER und S. PPREY haben erst in den beiden letzten Jahrzehnten durch Makrofossilfunde und besonders die palynologischen Untersuchungen von W. KLAUS (1975) zuerst am Steinerbach und dann in Zusammenarbeit mit dem OÖ. Landesmuseum durch eine Großgrabung 1975 (Abb. 7) und eine Kernbohrung 1978 beim Pichlergraben, den Beweis einer weitgehend geschlossenen pollenführenden Sedimentabfolge geliefert. Diese umfaßt ein Spätglazial über einer Liegendmoräne, das Interglazial von Mondsee und die würmeiszeitliche Abfolge bis zum Hochglazial, als der westliche Zweig des Traungletschers diesen Raum erreicht hatte. Dafür spricht das ¹⁴C-Datum 27 400 v. h. (HV 7400) aus einem unter der Würm-Grundmoräne liegenden Gytjtaband.

Wie schon 1975 von W. KLAUS dargestellt (die Ergebnisse aus der Grabung 1975 und der Bohrung 1978 sind noch nicht publiziert), handelt es sich beim Mondsee-Interglazial um die Riß-Würm-Warmzeit, wofür auch der geologische Befund spricht. Noch ist die Diskussion im Gange, welches der bisher im süddeutschen Raum bekannt gewordenen, unvollständig erhaltenen Interglaziale nun wirklich mit dem Eem-Interglazial (Weichsel-Saale-Warmzeit) der nordischen Vereisung zeitlich gleichzustellen sei (B. FRENZEL 1978, E. GRÜGER 1979) und wie die übrigen einzustufen wären. Mondsee wird dazu einen wesentlichen Beitrag leisten können.

Durch die Zusammenarbeit des OÖ. Landesmuseums mit dem Paläontologischen Institut der Universität Wien und dem Institut für Höhlenkunde konnten schon im Sommer 1979 erstmals in Oberösterreich Grabungen in einer Höhle des Warscheneckgebirges mit dem Ziel begonnen werden, zu einer Alteraussage über die Höhlensedimente und die in ihnen enthaltenen Höhlenbärenknochen zu gelangen. Die Untersuchungen sind noch nicht abgeschlossen, aber der Fund eines ausgezeichnet erhaltenen, von Prof. Pittioni, Wien, der Neandertalzeit zugeschriebenen Artefaktes liefert bereits jetzt den Nachweis, daß hier beachtliche Sedimente aus der Zeit um das Riß-Würm-Interglazial vorliegen müssen.

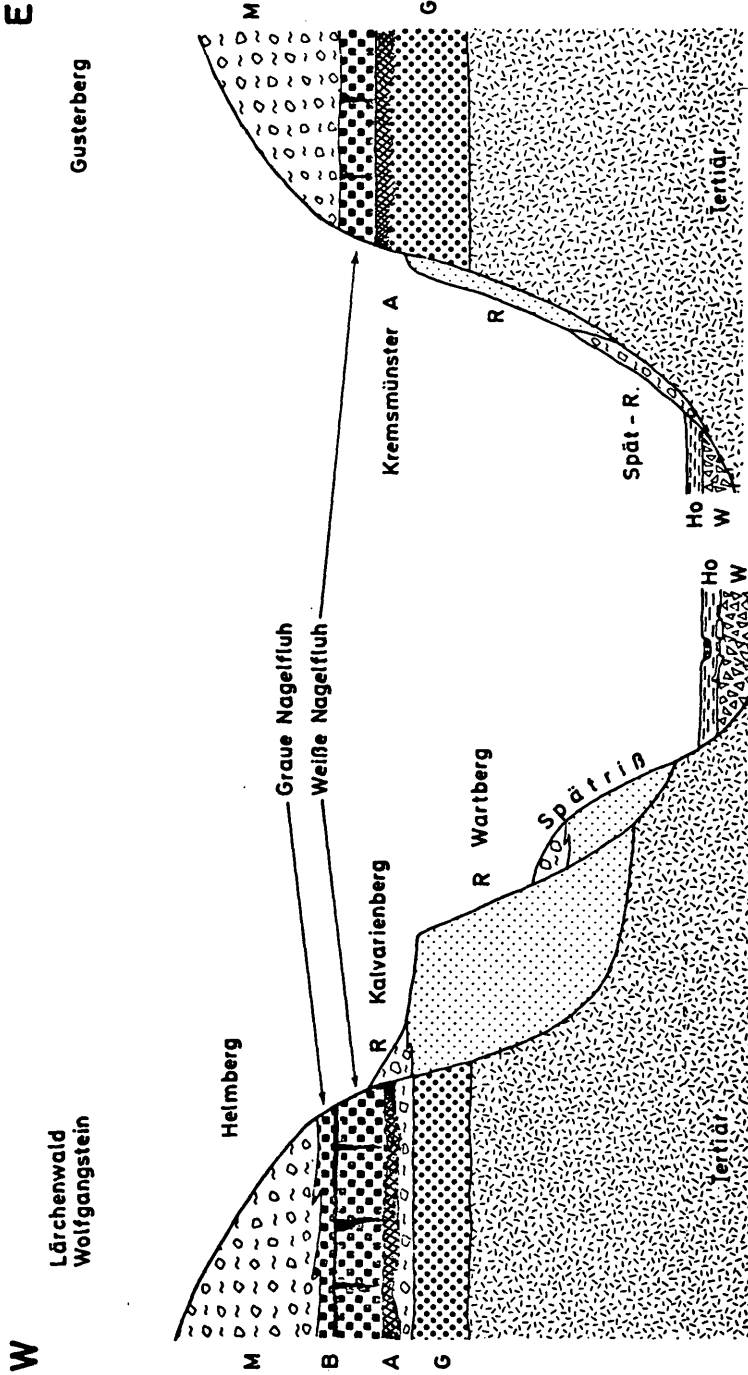
Periglazialerscheinungen

Verhältnismäßig wenig Aufmerksamkeit ist bisher dem Periglazialbereich, dem nichtvergletscherten Raum Oberösterreichs, geschenkt worden, wenn man von den Schmelzwasserschüttungen und deren Lößdecken absieht. Es geht dabei vor allem um das Granitmassiv und weite Teile des Vorlandes, die aber ebenfalls den durch die Klimaschwankungen des Eiszeitalters ausgelösten Prozessen ausgesetzt waren, wodurch sich Massenumlagerungen durch periglaziales Bodenfließen und andere mit dem Frostwechsel zusammenhängende Erscheinungen ergeben haben, die auch bedeutende Veränderungen in den Oberflächenformen zur Folge hatten.

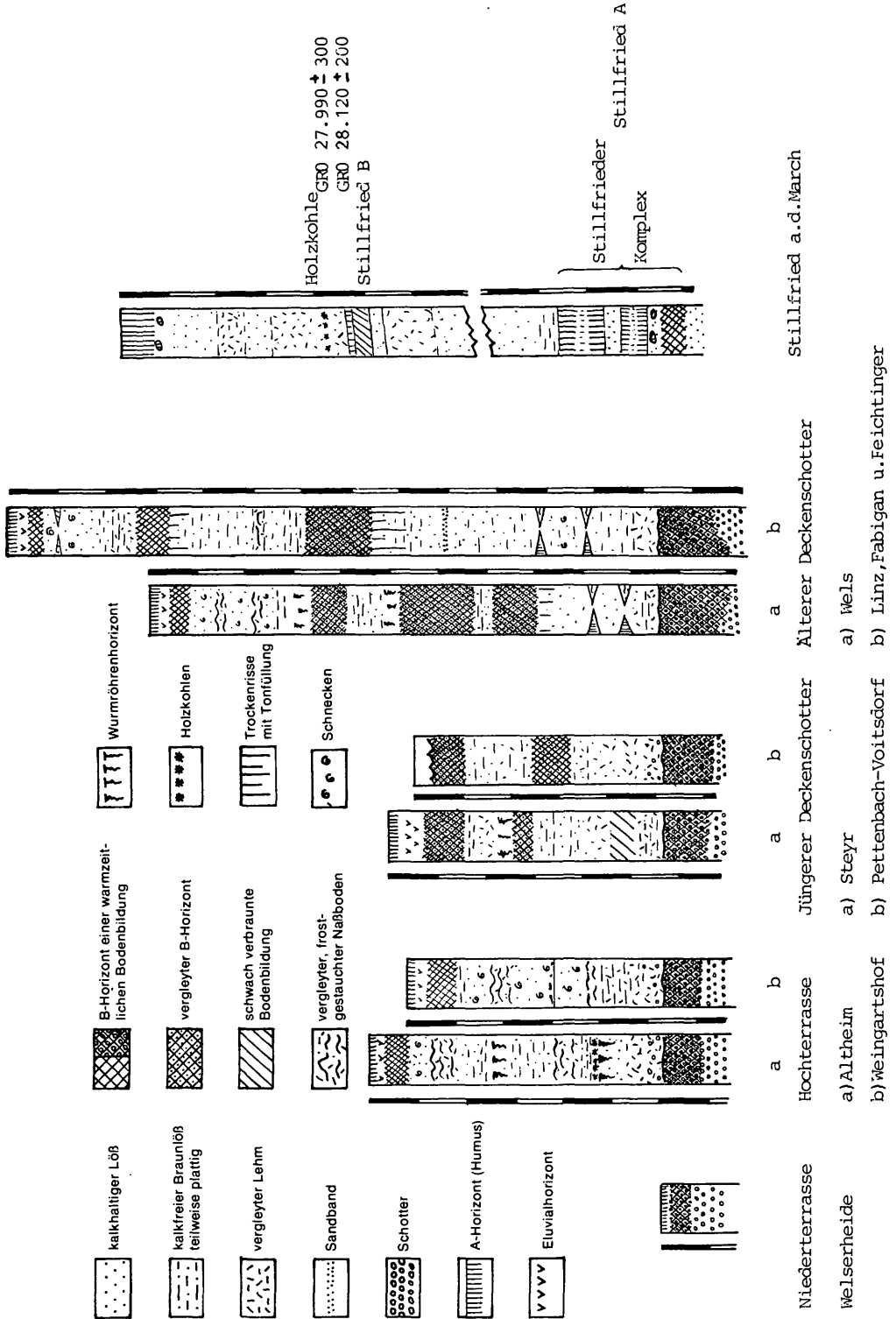
Wie nicht veröffentlichten Aufzeichnungen J. SCHADLERS zu entnehmen ist, waren ihm bereits in den frühen dreißiger Jahren Frostschuttdecken im unteren Mühlviertel aufgefallen. In seinen Kartierungsberichten zum Blatt Linz – Eferding (1938) spricht er dann von solchen Decken, die über 600 m weit verbreitet wären. Im Zusammenhang damit steht die Freilegung der Gipffelsen und auch entsprechender Bildungen an Steilhängen. Inzwischen ist Frostschuttmaterial bis zu den heutigen Talsohlen herab gefunden worden. Einen prächtigen Aufschluß dazu gab es in Treffling bei Linz, wo über tertiären Linzer Sanden zwei durch eine Lehmlage getrennte und von Löß überdeckte Kristallinschuttdecken aufgeschlossen waren – dokumentiert in der Ausstellung »Oberösterreich zur Eiszeit« im OÖ. Landesmuseum. Die Frage der Frostschuttdecken und Blockströme wurde bei regionalen Untersuchungen im Mühlviertel mehrfach angeschnitten (J. ZÖTL 1951, H. KOHL 1952, TH. PIPPAN 1955, H. FISCHER 1964).

Wie im Kefermarkter Becken festgestellt werden konnte, fehlt es auch im Mühlviertel außerhalb jedes glazifluviatilen Einflusses nicht an Staubsedimenten und kaltzeitlicher Aufschotterung (KOHL 1957). Viel umfangreicher sind auch im Einzugsgebiet der Aschach, der Pram sowie anderer Innviertler Gewässer Periglazialschüttungen nachzuweisen. Von Bedeutung ist dabei, daß die wärmezeitlichen Periglazialsedimente noch unzerschnitten in den Talsohlen der autochthonen Gewässer liegen und, wie Baumstammfunde beweisen, von holozänen Sedimenten bis zu mehreren Metern Mächtigkeit überlagert werden.

Auf die periglaziale Talbildung auf älteren Quartärsedimenten mit der Ausbildung asymmetrischer Täler ist L. WEINBERGER im Vorland des Salzachgletschers 1954 eingegangen. Sehr ähnliche Erscheinungen zeigen sich auf den ADS der Traun-Enns-Platte; auch Kryoturbationen sind gelegentlich nachzuweisen (u. a. H. KOHL 1968).



Textabb. 5: Schematischer Querschnitt durch die eiszeitlichen Zungenbecken des oberösterreichischen Kremstales (H. Kohl 1969).
 Ho = Holozen; W = Würm, periglazial; R = Riß, Moräne u. Schmelzwasserschotter; M = Mindelmoräne, warmzeitl. Bodenbildung
 A = Kremsmünster A, Bodensediment B = Kremsmünster B; G = Günz, Moräne u. Schmelzwasserschotter.

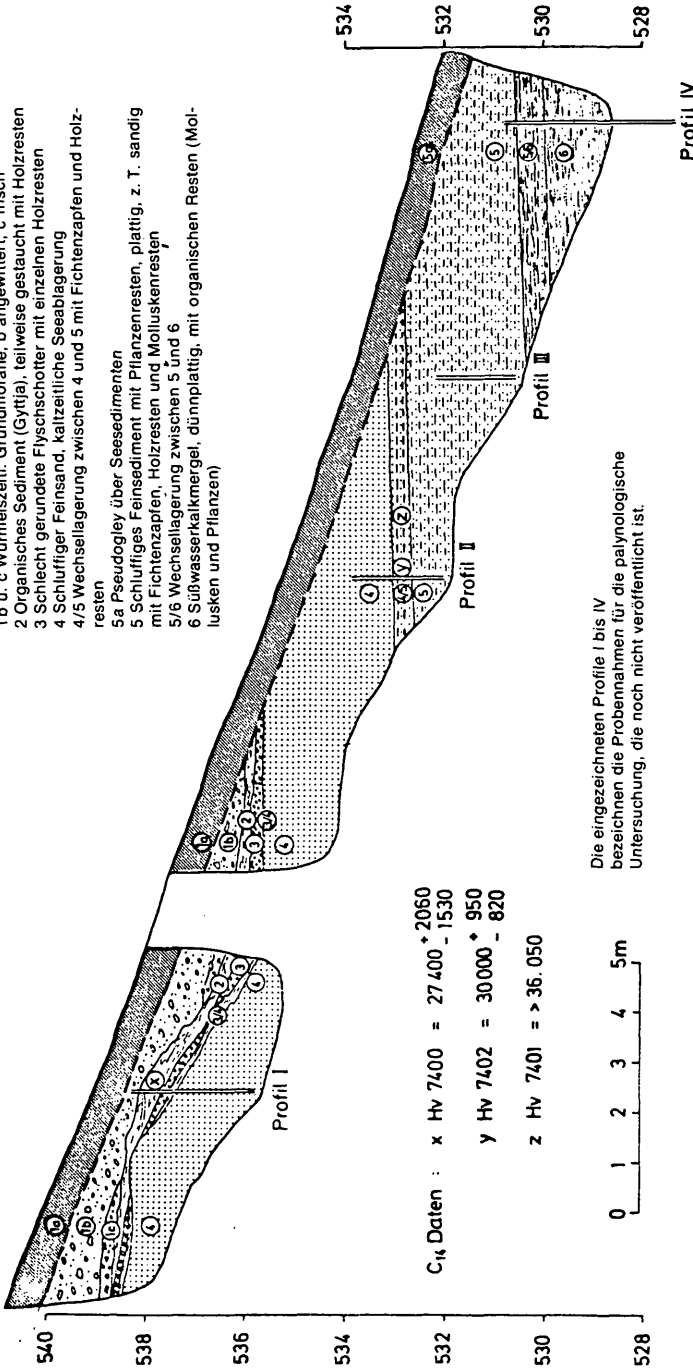


Terrabh. 4. Vergleich der Deckschichten auf den elazifluvialen Terrassenschottern in Oberösterreich.

SE

- 1a Schwach vergleyte Braunerde über Würm-Grundmoräne
- 1b u. c Würmeiszeit, Grundmoräne, b angewittert, c frisch
- 2 Organisches Sediment (Gytja), teilweise gestaut mit Holzresten
- 3 Schlecht gerundete Flyschotter mit einzelnen Holzresten
- 4 Schluffiger Feinsand, kalzeitliche Seeablagerung
- 4/5 Wechsellagerung zwischen 4 und 5 mit Fichtenzapfen und Holzresten
- 5a Pseudogley über Seesedimenten
- 5 Schluffiges Feinsediment mit Pflanzenresten, plattig, z. T. sandig mit Fichtenzapfen, Holzresten und Molluskenresten
- 5/6 Wechsellagerung zwischen 5 und 6
- 6 Süßwasserkalkmergel, dünnplattig, mit organischen Resten (Mollusken und Pflanzen)

NW



Textabb. 7: Mondsee-Pichlergraben, Grabung 1975.

Spätglaziale Bildungen im Trauntal

Die sich im oberösterreichischen Trauntal bietende Möglichkeit, spätglaziale Abschmelzungs Vorgänge und Gletscherstände gut erfassen zu können, wurde schon von A. PENCK aufgegriffen, der Eisrandlagen und Moränenreste bei Bad Ischl seinem Bühl-, die Moränengruppe im Becken von Goisern dem Gschnitz-Stadium zugesprochen hatte, und von G. GÖTZINGER 1936, dann 1940 auch am westlichen Zweig des Traungletschers weiterverfolgt. Eine eingehende zusammenfassende Studie haben allerdings erst jüngst D. v. HUSEN und I. DRAXLER diesen Erscheinungen gewidmet (1977). Durch Kartierung, Einbeziehung der Palynologie und ¹⁴C-Datierung war es möglich, bis zum Dachstein hinauf fünf spätglaziale Gletscherstände zu unterscheiden, wobei sich eine Vergleichsmöglichkeit mit der neuen in Tirol durch H. HEUBERGER (1966), F. MAYER (1968), S. BORTENSLAGER (1972) und G. PATZELT gewonnenen Gliederung ergeben hat. D. v. HUSEN spricht von einem Ischler Stand, der dem Bühl entspräche, gliedert die Goiserer Moränen in einen Jochwand-Stand, 16 000 bis 17 000 Jahre v. h., und in einen Goiserer Stand (Ramsau) vor etwa 14 000 Jahren, die mit Steinach und dem umdatierten klassischen Gschnitz vergleichbar wären, wobei der Goiserer Stand (Pollenzone Ia) der Ältesten Dryaszeit zugeordnet wird. Ferner werden die Moränen in der südlichen Umgebung des Hallstätter Sees als Echern-Stand in die Ältere Dryaszeit (Ic) um etwa 12 000 v. h. eingestuft und bereits auf dem Dachsteinplateau wird ein Taubenkar-Stand der Jüngeren Dryaszeit mit dem Egesen-Stand H. KINZLS (1929) verglichen. Zur spät- und postglazialen Vegetationsentwicklung des Salzkammergutes hat R. SCHMIDT mit Hilfe der palynologischen Untersuchung von Seesedimenten sehr wesentliche Beiträge geliefert, die bereits ein gutes Bild über die Höhen- und die regionale Differenzierung ergeben.

Erwähnung verdient auch noch die modellartige Ausbildung der Jungmoränenlandschaft mit ihren Schmelzwasserformen am Traunsee, die bereits G. GÖTZINGER (1937, 1941), später K. WICHE (1949) zu einzelnen Beobachtungen angeregt haben und die in einer zusammenhängenden Kartierung ein Gesamtbild ergeben haben, das die Rekonstruktion der ersten, bisher unbekanntesten Abschmelzphasen des würmeiszeitlichen Traunseegletschers mit der Ausbildung von im Niveau gestaffelten und an Größe zunehmenden Eisrandseen in etwa 470 und 460 m Höhe bis herab zum ersten, das ganze Becken einnehmenden noch spätglazialen Traunsee in 450 m zulassen. Verhältnismäßig früh muß auch bereits die in zwei weiteren Stufen erkennbare Absenkung des Seespiegels erfolgt sein (H. KOHL 1976).

Holozänforschung

Auf dem Gebiet der Holozänforschung sind die rezenten Dachsteingletscher in der östlichsten noch vergletscherten Gebirgsgruppe der Alpen, die gleichzeitig die größte der Nördlichen Kalkalpen darstellt, von E. ARNBERGER und E. WILTHUM (1952) und von R. MOSER und Mitarbeitern (1959) bezüglich ihrer Schwankungen untersucht worden. Ein anschauliches Bild über die Veränderungen der Vegetation im Dachstein seit dem Subatlantikum hat F. KRAL gegeben (1972). R. SCHMIDT ist bemüht, hier auch Zusammenhänge mit den Gletscherschwankungen herzustellen. Er hat auch auf Grund seiner Untersuchungen in den Ablagerungen kleinerer Salzkammergutseen zusammen mit M. BÖBEK einen guten Überblick über die spät- und postglaziale Vegetationsentwicklung dieses Raumes geben können (1976).

Schwerpunkte der Holozänforschung liegen im Donautal, wo langjährige Untersuchungen, begünstigt durch Großaufschlüsse bei den Kraftwerksbauten, Ergebnisse gebracht haben, die für die Dynamik und Terrassenbildung an der Donau und speziell für die rhythmischen Vorgänge verstärkter Akkumulationen im Holozän über den engeren Raum Oberösterreichs hinaus Bedeutung haben. Mit Hilfe typologisch und dem Alter nach sehr verschiedener überdeckter Bodenbildungen, zahlreicher ¹⁴C-Daten subfossiler Baumstämme, die auch z.T. am Botanischen Institut der Universität Hohenheim-Stuttgart von Dr. Becker dendrochronologisch untersucht und damit mit Funden an der oberen Donau und im Rhein-Main-Gebiet verglichen werden können, ferner der prähistorischen Grabungen des OÖ. Landesmuseums in den Jahren 1965 bis 74 auf der Berglitzl in Gusen konnten sehr bedeutende holozäne Sedimentationsperioden insbesondere während des Neolithikums und der Bronzezeit, aber auch der Eisenzeit und der Neuzeit erkannt werden (H. KOHL 1968 u. 1978). Sie fallen nur teilweise mit holozänen Gletscherständen, wie sie für die Ostalpen etwa G. PATZELT (1973) nachgewiesen hatte, zusammen und können sicher nicht nur mit den verhältnismäßig geringfügigen Klimaschwankungen des Holozäns allein erklärt werden. Gerade für das Neolithikum wird der mit dem Sesshaftwerden der Menschen zusammenhängenden verstärkten Rodungstätigkeit dabei große Bedeutung beigemessen. Es zeigt sich auch, daß die Terrassenstufen im Talboden des Donautales nicht einfach Erosions- oder Akkumulationsperioden entsprechen, sondern einen sehr komplexen Aufbau aufweisen. Aus diesen Vorgängen im Holozän können nun auch Rückschlüsse für die Interglazialzeiten abgeleitet werden, aus denen wir keinen sicheren Nachweis für eine derartig bedeutende Sedimentation haben. Offenbar wurden die Sedimente dieser Zeiten von den jeweils nachfolgenden kaltzeitlichen Vorgängen derart überwältigt, daß nur in den basalen Schotterkörpern umgelagerte Reste davon erhalten sind, wie das bereits oben beschrieben wurde.

Schlußbetrachtung

Die vielfältigen Untersuchungen im oberösterreichischen Raum haben, z. T. durch die Lage begünstigt, wie im übrigen nordalpinen Bereich eine entsprechende Aufgliederung innerhalb des PENCKschen Systems ergeben, das aber nach wie vor die Grundlage für die alpine Eiszeitengliederung darstellt. Neue Gesichtspunkte drängen sich auch für einen Vergleich mit den nordischen Vereisungsgebieten auf, wonach von der bisher üblichen Gegenüberstellung (z. B. bei WOLDSTEDT 1954, S. 215) abgegangen werden müßte.

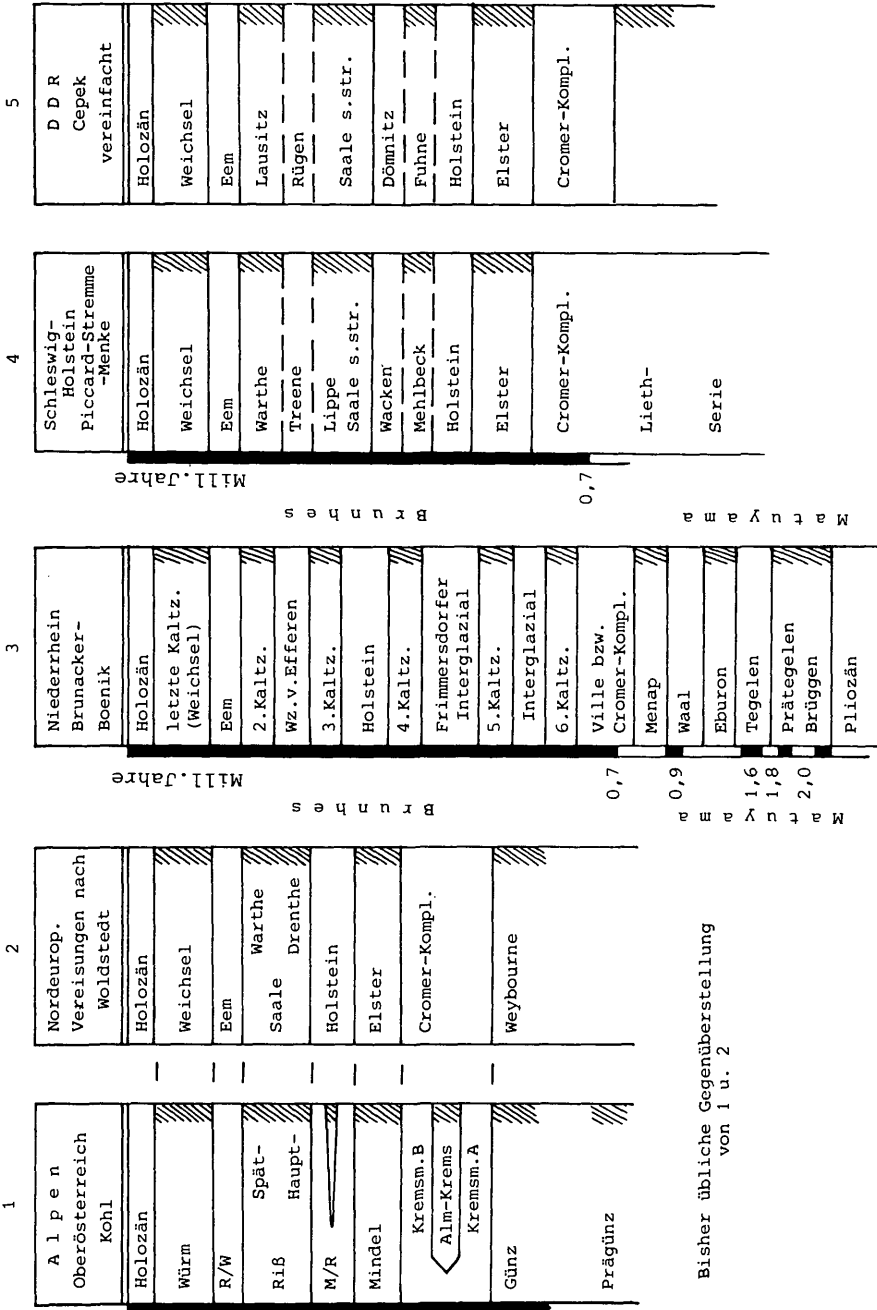
In Oberösterreich können späte Rißstände nicht durch eine interglaziale Wärmezeit vom Hauptriß getrennt werden. Hingegen wird das Günz-Mindel-Interglazial durch die mit der Weißen Nagelfluh von Kremsmünster belegte Kälteschwankung in zwei Abschnitte geteilt, von denen jeder auf echte interglaziale Verhältnisse schließen läßt (Abb. 8).

Die ursprüngliche Vorstellung, daß zwischen Mindel- und Rißeiszeit das sogenannte »große Interglazial« liege, muß fallengelassen werden. Ist schon der Begriff sehr unklar, so kann dieses Interglazial weder nach der Mächtigkeit noch nach der Intensität der Palaoböden als das auffallendste betrachtet werden. Lediglich die in seine Zeit fallende große Erosionstiefe fällt auf; das muß aber nicht ein Kriterium für die Dauer oder Intensität eines Interglazials sein. Mächtigkeit und Intensität der Böden übertreffen dagegen im Günz-Mindel-Interglazial bei weitem die aller jüngeren Interglaziale.

Lößprofile deuten eine mögliche Zweigliederung des Mindel-Riß-Interglazials an. Vorhandene präglünzeitliche Quartärschotter können nicht näher datiert werden.

Welche Vergleichsmöglichkeiten haben wir nun mit den nordischen Vereisungen? Die Palynologie hat bereits nachgewiesen, daß es am nördlichen Alpenrand dem Eem vergleichbare Interglaziale gibt. Allem Anschein nach dürften diese doch dem Riß-Würm-Interglazial entsprechen. Die weitere Frage ist nun, welches der am Alpenrand bekannten Interglaziale dem nordischen »Holstein« (Elster-Saale-Warmzeit) entspricht. Hier fehlen noch Vergleichsmöglichkeiten zwischen Palaoböden und palynologischen Befunden, die noch nicht ausreichend vorliegen.

Einen Anhaltspunkt für die Datierung der Ablagerungen aus der Günzeiszeit gibt uns die Paläomagnetik, die gegen die übliche Gleichsetzung des Günz-Mindel-Interglazials mit dem vorelsterzeitlichen Cromer-Komplex spricht. Nach den bisherigen Erfahrungen liegt die Grenze vom positiven Magnetismus (Brunhes-Periode) zum negativen (Matuyama-Periode) um 730 000 v. h. in diesem vorwiegend wärmezeitlichen Komplex (vgl. z. B. K. BRUNNACKER u. W. BOENIGK 1976, Abb. 8). Demnach müßten auch die Günzablagerungen, wenn man von einzelnen positiven Events absieht, in die negative Matuyama-



Textabb. 8: Gliederung des Eiszeitalters in Oberösterreich und in verschiedenen Bereichen der nordeuropäischen Vereisungen. Schraffierung am rechten Rand bedeutet Kaltzeit.

Periode fallen. Zunächst schien das zuzutreffen, als die ersten, 1970 von J. Kukla, Prag, knapp über den Günzschottern der Ziegelei Linz-Froschberg entnommenen Proben einige negative Werte ergeben hatten. Diese erste isolierte Feststellung hat sich aber bei weiteren, wiederholt sehr sorgfältig in Linz und Wels durchgeführten Probennahmen, darunter auch genau an der gleichen Stelle, wo sie J. Kukla nahm, nicht bestätigt (J. FINK, A. KOCI u. M. A. PEVZNER 1979 u. H. KOHL 1978). Es gab überall nur positive Werte, positiv waren inzwischen auch Proben aus dem ÄDS und vor allem aus der Günz-Grundmoräne auf der bayerischen Seite des Salzach-Gletschers. Es sieht also ganz so aus, als entspräche unser Günz-Mindel-Interglazial eher der nordischen Holstein-Warmzeit. Diese Vermutung wird dadurch erhärtet, daß sich eine durch die Weiße Nagelfluh angezeigte Kälteschwankung auch in Schleswig-Holstein als Mehlbeck-Kaltzeit (H. STREMMER u. B. MENKE 1980) und in der DDR als Fuhne-Kaltzeit (u. a. A. CEPEK 1967) innerhalb des Holstein-Komplexes nachweisen läßt. Sollte sich diese Gegenüberstellung Günz-Mindel mit Holstein bestätigen, dann müßte die Günzzeit der Elstereiszeit entsprechen.

Die in Abb. 8 gegenübergestellten Gliederungen des Eiszeitalters aus verschiedenen Bereichen der nordeuropäischen Vereisungen zeigen, wie problematisch derzeit der Versuch einer Korrelation noch ist. Da die einzelnen Kalt- und Warmzeiten nach sehr verschiedenen Kriterien (sedimentologisch, paläopedologisch, palynologisch) rekonstruiert sind, sind sie auch nur in wenigen Fällen ausreichend definiert und damit schwer über größere Räume hinweg vergleichbar. Die absolute Datierung hat dazu brauchbare Ansätze geliefert, ihre Anwendbarkeit ist jedoch, weil von geeignetem Probenmaterial abhängig, noch sehr eingeschränkt.

Zwei wesentliche Erkenntnisse treffen jedenfalls auch für Oberösterreich zu:

1. Das Quartär ist selbst innerhalb des Zeitabschnittes der vier klassischen Eiszeiten mit den großen Vergletscherungen durch weitere beachtliche Wärme- und Kälteschwankungen gegliedert.

2. Alle diese vier alpinen Eiszeiten repräsentieren zusammen weniger als die jüngere Hälfte des Quartärs. Paläomagnetdatierungen sprechen dafür, daß sie jünger sind als die Brunhes-Matuyama-Grenze, d. h. jünger als 730 000 Jahre.

Literatur

- ABEL, O., 1913: Geologische Spezialkarte 1 : 75 000 Bl. Wels-Kremsmünster.
- ARNBERGER, E., u. WILTHUM, E., 1952 u. 1953: Die Gletscher des Dachsteinstockes in Vergangenheit und Gegenwart. – JbOÖMV., Bd. 97 u. 98, Linz.
- BOBEK, M., u. SCHMIDT, R., 1976: Zur spät- bis mittelpostglazialen Vegetationsgeschichte des nordwestlichen Salzkammergutes und Alpenvorlandes. – Linzer Biol. Beitr. 8/1, Linz.
- BORTENSCHLAGER, S., 1972: Der pollenanalytische Nachweis von Gletscher- und Klimaschwankungen in Mooren der Ostalpen. – Dt. Bot. Ges. 85.
- BRAUMÜLLER, E., 1959: Der Südrand der Molassezone im Raume von Bad Hall. – Erdöl-Z. H. 5, Wien-Hamburg.
- BRUNNACKER, K., u. BOENIGK, W., 1976: Über den Stand der paläomagnetischen Untersuchungen im Pliozän und Pleistozän der Bundesrepublik Deutschland. – E. u. G. 27, Öhringen.
- CEPEK, A. G., 1967: Stand und Probleme der Quartärstratigraphie im Nordteil der DDR. – Ber. deutsch. Ges. geol. Wiss. A, Geol. Paläont. 12, 3/4, Berlin.
- DEL NEGRO, W., 1969: Bemerkungen zu den Kartierungen L. Weinbergers im Traungletschergebiet (Attersee- und Traunseebereich). – Verh. Geol. B. A. H 1, Wien.
- EBERL, B., 1930: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. Augsburg.
- EICHER, H., 1980: Zur Rekonstruktion der hochglazialen Vergletscherung im Becken von Windischgarsten-Stoder. – JbOÖMV. Bd. 125/I, Linz.
- EICHLER, H., u. SINN, P., 1974: Zur Gliederung der Altmoränen im westlichen Salzachgletscher-Gebiet. – Z. Geomorph. N. F., 18, Berlin-Stuttgart.
- FINK, J., 1962: Die Gliederung des Jungpleistozäns in Österreich. Mitt. Geol. Ges. Wien, Bd. 54 (1961), Wien.
- FINK, J., 1976, 1978: Exkursion durch den österreichischen Teil des Nördlichen Alpenvorlandes und den Donauraum zwischen Krems und Wiener Pforte. – Mitt. Komm. Quartärforsch. d. öster. Ak. Wiss., Bd. 1 und Ergänzung zu Bd. 1, Wien.
- FINK, J., 1979: Stand und Aufgaben der österreichischen Quartärforschung. – Innsbrucker Geogr. Studien Bd. 5.
- FINK, J., KOČI, A., KOHL, H. u. PEVZNER, M. A., 1979: Paleomagnetic Research in the Northern Foothills of the Alps and the Question of Correlation of Terraces in the Upper Reach of the Danube. – Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere, Project 73/1/24, Rep. 5, Prag.
- FISCHER, H., 1964: Geomorphologie des unteren Mühlviertels im Einzugsgebiet der Naarn. – Geogr. Jber. aus Österr. 30, Wien.
- FLIRI, F., und Mitarbeiter, 1970: Der Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Tirol). – Z. Gletscherkunde u. Glazialgeol. Bd. VI, H. 1–2, Innsbruck-München.
- FRENZEL, B., 1978: Führer zur Exkursionstagung des IGCP-Projektes 73/1/24 vom 5. bis 13. September 1976 in den Südvogesen, im nördlichen Alpenvorland und in Tirol. Stuttgart-Hohenheim.
- GÖTZINGER, G., 1928: Geologische Spezialkarte 1 : 75 000, Bl. Tittmoning.
- GÖTZINGER, G., 1929: Geologische Spezialkarte 1 : 75 000, Bl. Mattighofen.
- GÖTZINGER, G., 1936: Führer für die Quartär-Exkursionen in Österreich, I. Teil. – GBA., Wien.
- GÖTZINGER, G., 1937: Erloschene quartäre Seeniveaus im Trauntalgebiet. – Int. Rev. d. Ges. Hydrobiol. u. Hydrographie, 35.
- GÖTZINGER, G., 1940: Die spätglaziale Abschmelzungsfolge der westlichen Zweige des Traungletschers. – Akad. Anzeiger Nr. 3, Wien.
- GÖTZINGER, G., 1941: Weitere glazialgeologische Beobachtungen im Bereiche des eiszeitlichen Traungletschers. – Anz. Akad. Wiss., math. natw. Kl., Jg. 78, Wien.
- GRAUL, H., 1962: Eine Revision der pleistozänen Stratigraphie des schwäbischen Alpenvorlandes. – Pet. Geogr. Mitt. 104, Gotha.
- GRIMM, W. D., und Mitarbeiter, 1979: Quartärgeologische Untersuchungen im Nordwestteil des Salzachvorlandgletschers (Oberbayern). – In Schlüchter CH.: Moraines and Varves, A. A. Balkema, Rotterdam.
- GRÜGER, E., 1979: Spätriß, Riß/Würm und Frühwürm am Samerberg in Oberbayern – ein vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns. – Geol. Bav. 80, München.

- HEUBERGER, H., 1966: Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain- und Ötztal. – Wiss. Alpenver. Hefte, 20, Innsbruck.
- HEUBERGER, H., u. Mayer, F., 1968: Type areas of lateglacial and postglacial deposits in Tyrol. VII. INQUA-Congress, University of Colorado, Ser. in Earth Sciences No 7, Boulder.
- HUSEN, D. v., 1971: Zum Quartär des unteren Ennstales von Großraming bis zur Donau. – Verh. Geol. B. A., H. 3, Wien.
- HUSEN, D. v., 1975: Die quartäre Entwicklung des Steyrtales und seiner Nebentäler. – JbOÖMV. Bd. 120/I, Linz.
- HUSEN, D. v., 1977: Zur Fazies und Stratigraphie der jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal. – Jb. Geol. BA. Bd. 120, H. 1, Wien.
- JANIK, V., 1965: Die Bodenentwicklung auf der Hochterrasse der Traun bei Linz. – Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz 1965.
- JANIK, V., 1967: Die Genetik der Sedimente auf der Traunhochterrasse bei Linz. – Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz 1967.
- JANIK, V., 1969: Die Linzer Lössprofile in pedologischer und epirogen-tektonischer Sicht. – Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz 1969.
- JANIK, V., 1974: Sedimentpetrographische Untersuchungen der quartären Profile von St. Georgen a. d. Mattig und Mauerkirchen. – JbOÖMV. 119/I, Linz.
- KINZL, H., 1929: Beiträge zur Geschichte der Gletscherschwankungen in den Ostalpen. – Zschr. f. Gletscherkde. 17.
- KLAUS, W., 1975: Das Mondsee-Interglazial, ein neuer Florenfundpunkt der Ostalpen. – IbOÖMV. Bd. 120/I, Linz.
- KLAUS, W., 1976: Das Rib/Würm-Interglazial von Mondsee. – In J. FINK: Exkursion durch den österr. Teil des Nördlichen Alpenvorlandes und . . . Mitt. Komm. f. Quartärforsch., Öst. Akad. Wiss. Bd. 1, Wien.
- KOHL, H., 1952: Geomorphologie des mittleren Mühlviertels und des Donautales von Ottensheim bis Mauthausen. – Diss. phil. Fak. Univ. Graz.
- KOHL, H., 1955: Die Exkursion zwischen Lambach und Enns. – Beiträge zur Pleistozänforschung in Österr. Verh. Geol. B. A., Sonderheft D., Wien.
- KOHL, H., 1955: Altmoränen und pleistozäne Schotterfluren zwischen Laudach und Krems. – JbOÖMV., Bd. 100, Linz.
- KOHL, H., 1957: Das Kefermarkter Becken. – OÖ. Heimatblätter Jg. 11, H. 2, Linz.
- KOHL, H., 1958: Unbekannte Altmoränen in der südwestlichen Traun-Enns-Platte. – Festschr. H. Spreitzer. Mitt. Geol. Ges. Bd. 100, H. I/II, Wien.
- KOHL, H., 1962: Zur Eiszeitgeologie der Traun-Enns-Platte. – OÖ. Heimatblätter, Jg. 16, H. 1, Linz.
- KOHL, H., 1968: Beiträge über Aufbau und Alter der Donautalsole bei Linz. – Naturkundl. Jb. d. Stadt Linz, 1968.
- KOHL, H., 1969: Quartär und Hydrogeologie des Linzer Raumes. – Katalog Geologie und Paläontologie des Linzer Raumes, Linz.
- KOHL, H., 1974: Die Entwicklung des quartären Flußnetzes im Bereich der Traun-Enns-Platte. – Heidelberger Geogr. Arbeiten (Hans-Graul-Festschrift) H 40, Heidelberg.
- KOHL, H., 1976: Die spätriß- und die würmeiszeitlichen Gletscherstände im Traunseebecken und dessen Seestände. – JbOÖMV., Bd. 121/I, Linz.
- KOHL, H., 1976 u. 1978: Überblick über das salzburgisch-oberösterreichische Alpenvorland und Exkursionsbeschreibung bis Steyr – und Das Rib/Würm-Interglazial von Mondsee-Grabung 1975. – In J. FINK: Exkursion durch den österr. Teil des Nördl. Alpenvorlandes und den Donauroum zwischen Krems und Wiener Pforte. – Mitt. d. Komm. f. Quartärforschung der österr. Ak. Wiss., Bd. 1 u. Ergänzung zu Bd. 1, Wien.
- KOHL, H., 1978: Zur Jungpleistozän- und Holozänstratigraphie in den oberösterreichischen Donauebene. – Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung. J.-Fink-Festschrift, Wien.
- KRAL, F., 1972: Zur Vegetationsgeschichte der Höhenstufen im Dachsteingebiet. – Ber. Deutsch. Bot. Ges. Bd. 85, H 1–4.
- KUHNE, U., 1969: Vorläufige Ergebnisse paläopedologischer Untersuchungen im Bereich des Rhonegletschers nördlich und südlich Lyon. – E. u. G. 20. Bd. Öhringen.
- KUHNE, U., 1973: Zur Stratifizierung und Gliederung quartärer Akkumulationen aus dem Bièvre-

- Valloire einschließlich der Schotterkörper zwischen St. Rambert D'Albon und der Enge von Vienne. – Heidelberg Geogr. Arb. H. 39.
- LOTZE, F., 1945: Unveröffentlichtes Manuskriptkärtchen der Umgebung von Kremsmünster 1 : 25 000. – Geol. B. A. Wien.
- MOSER, R., u. MAYR, A., 1959: Flächen- und Massenverluste der Dachsteingletscher. – JbOÖMV., Bd. 104, Linz.
- MOSER, R., u. VARESCHI, V., 1959: Die Pflanzen der Moränen des Dachsteins. – JbOÖMV., Bd. 104, Linz.
- PATZELT, G., u. BORTENSCHLAGER, S., 1973: Die Postglazialen Gletscher- und Klimaschwankungen in der Venedigergruppe. – Z. Geomorph. N. F. Suppl. Bd. 16, Berlin-Stuttgart.
- PENCK, A., u. RICHTER, E., 1903: Glazialekursionen in die Ostalpen (XII) – Führer zum 9. Int. Geol. Congr. Wien – mit geol. Übersichtskärtchen von FORSTER, A. E. über die Traun-Enns-Platte.
- PENCK, A., u. BRÜCKNER, E., 1909: Die Alpen im Eiszeitalter. – I. Teil, Leipzig 1909.
- PIPPAN, Th., 1955: Geologisch-morphologische Untersuchungen im westlichen oberösterreichischen Grundgebirge. – Sitzber. Öst. Ak. Wiss., math.-natw. Kl. Abt. I., 164. Bd. H. 6 u. 7, Wien.
- PREY, S., 1947: Zur Gliederung der eiszeitlichen Ablagerungen im Trauntal östlich Ohlstorf. – Verh. Geol. B. A. Wien.
- ROHRHOFER, J., 1938: Die eiszeitlichen Ablagerungen im Alpenvorland zwischen Traun und Enns. – Mitt. für Erdkunde Nr. 5, 6, 9 u. 10, Linz.
- SCHADLER, J., 1938: Aufnahmebericht über Blatt Linz-Eferding 1 : 75 000. – Verh. Geol. B. A. Wien.
- SCHAEFER, J., 1951: Über methodische Fragen der Eiszeitforschung im Alpenvorland. – Z. dt. Geol. Ges., Bd. 102, Hannover.
- SCHMIDT, R., 1976: Pollenanalytische Untersuchungen von Seesedimenten zum Eisrückzug und zur Wiederbewaldung im NE-Dachsteingebiet und im Becken von Aussee. – Linzer Biol. Beitr. 8/2, Linz.
- SCHMIDT, R., 1978: Pollenanalytische Untersuchungen zur postglazialen Vegetationsgeschichte des Dachsteingebietes. – Linzer Biol. Beitr. 9/2, Linz.
- SPREITZER, H., 1961: Der eiszeitliche Murgletscher in Steiermark und Kärnten. – Geogr. Jber. aus Österr. 28, Wien.
- STREMME, H. E., u. MENKE, B., 1980: Quartär-Exkursionen in Schleswig-Holstein zur 7. Session d. Int. Geo. Korrelations Programmes, Project 24. – Geo. Landesamt Schleswig-Holstein, Kiel.
- WEINBERGER, L., 1950: Gliederung der Altmoränen des Salzachgletschers östlich der Salzach. – Z. Gletscherkunde u. Glazialgeol. 1.
- WEINBERGER, L., 1953: Über glazifluviatile Schotter bei Mauerkirchen und deren Löße. – Geol. Bav. 19, München.
- WEINBERGER, L., 1954: Die Periglazialerscheinungen im österreichischen Teil des eiszeitlichen Salzach-Vorlandgletschers. – Göttinger Geogr. Abhlg. H. 15, Göttingen.
- WEINBERGER, L., 1955: Exkursion durch das österreichische Salzachgletschergebiet und die Moränengürtel der Irrsee- und Attersee-Zweige des Traungletschers. – In Beiträge zur Pleistozänforschung in Österr. Verh. Geol. B. A. Sonderh. D, Wien.
- WICHE, K., 1949: Glazialmorphologische und -geologische Beobachtungen aus dem nördlichen Salzkammergut. – Geogr. Jber. aus Österr., Bd. 23, Wien.
- WOLDSTEDT, P., 1954: Das Eiszeitalter, Bd. 1. – Verl. F. Enke, Stuttgart.
- WOLDSTEDT, P., 1954: Saalezeit, Warthestadium und Weichseleizeit in Norddeutschland. – E. u. G. 4/5, Öhringen.
- ZEITLINGER, J., 1954: Versuch einer Gliederung der Eiszeitablagerungen im mittleren Steyrtal. – JbOÖMV., Bd. 99, Linz.
- ZÖTL, J., 1951: Großformung und Talgeschichte im Gebiet der Waldaist. – JbOÖMV., Bd. 96, Linz.