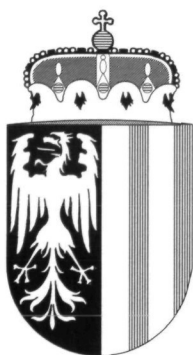


JAHRBUCH
DES
OÖ. MUSEALVEREINES
GESELLSCHAFT
FÜR
LANDESKUNDE

144. Band

1. Abhandlungen



Linz 1999

Inhaltsverzeichnis

Werner Pichler: Die Felsbilder des nördlichen Dachsteingebirges	7
Werner Pichler: Die Felsbildstationen Kollergraben und Hochkogel am Südhang des Schafberges	91
Gerhard Forstenpointner, Andrea Hassl, Alice Kaltenberger, Friedrich Kaltenberger, Stefan Karwiese, Iris Müller: Die Grabungen des Österreichischen Archäologischen Instituts im ehemaligen Benediktinerkloster („Schloß“) Mondsee. V. Interdisziplinäre Auswertung des Inhaltes einer neuzeitlichen Jauchenkiste	99
Willibald Katzinger: Wie man „Heiden“ produziert – Eine Entgegnung	153
Johann Offenberger: Bemerkungen zur Auffindung von Holzfässern im ehemaligen Kloster Mondsee	171
Margareta Vyoral-Tschapka: „Villa Nostra Pfaffenhoven Dicta“ – Der „alte Pfarrhof“ der Pfarre Gilgenberg am Weilhart (Mairhof Nr. 4)	179
Susanne Hehenberger: „...Ich bin mit diesem Knecht geschwistrigt Kinder...“ .Der Prozeß gegen Maria Stumvollin und Johann Scherb (Freistadt/Weinberg 1783) als Beispiel der Strafpraxis beim Delikt „Inzest“ im 18. Jahrhundert.....	199
Harry Slapnicka: Kunstgattung, Tatsachenbericht., Täuschung? Selbstbiographien aus Oberösterreich im 20. Jahrhundert	231
Hermann Kohl: Das Eiszeitalter in Oberösterreich Teil III: Das eiszeitliche Geschehen in den nicht vergletscherten Gebieten Oberösterreichs und die Entwicklung im Holozän	249
Manfred Schmitzberger: Jungsteinzeitliche Wildvogelfunde aus Ölkam/OÖ.	431
Nachrufe	439
Besprechungen	455

Die im Hochgebirge nachgewiesenen holozänen Schwankungen der Waldgrenze halten sich in relativ engen Grenzen und verlaufen in guter Übereinstimmung mit dem Verhalten der Gletscher, was auf Schwankungen gewisser Klimafaktoren schließen läßt. In den Niederungen zeigt sich jedoch ein Vegetationsverlauf, der zweifellos auch von anderen Faktoren mitgesteuert und ab dem Subboreal immer stärker von menschlicher Seite her beeinträchtigt wird.

In großen Zügen ordnet sich der holozäne Vegetationsablauf in Oberösterreich der allgemein für Mitteleuropa geltenden Abfolge ein, wobei im alpinen Bereich die Höhenstufung eine maßgebende Rolle spielt und außerdem der kleinräumige Wechsel ökologisch unterschiedlicher Standorte, der auch im Flachland zur Geltung kommt. Zu beachten ist ferner die sehr unterschiedliche Pollenproduktivität der einzelnen Gehölzarten wie auch deren Verfrachtungsmöglichkeit an den einzelnen Standorten, die das Ergebnis einer Pollenanalyse beeinträchtigen.

Unter Berücksichtigung der vorliegenden Pollenanalysen von SCHMIDT (zusammengefaßt in I/1981) und DRAXLER (I/1977) im Salzkammergut, von KRAL (I/1971b, I/1972a) speziell im Dachsteingebiet und der holozänen Waldgeschichte der Alpen (I/1979), ferner von KRISAI (u.a. I/1982) im Innviertel, F.X. WIMMER (1996) am Alpenrand (bei Steinach am Ziehberg ÖK Bl. 67 Grünau i. A. und bei Seewalchen am Attersee ÖK Bl. 65 Mondsee) und anderen Autoren kann für Oberösterreich im Holozän folgende Vegetationsentwicklung angenommen werden (Abb. 141):

An der Grenze Pleistozän / Holozän ist weltweit mit einer Temperatur- und weithin auch mit einer Niederschlagszunahme zu rechnen. Untersuchungen in Eisbohrkernen in Grönland und in der Antarktis haben von der Jüngeren Dryaszeit an eine Erwärmung um etwa 7° C, vom Hochglazial an um 10,5° bzw. 16,5° ergeben (B. STAUFFER in FRENZEL 1991).

In den Pollenprofilen (z.B. Abb. 108 Moosalm 730 m und 109 Halleswiessee 781 m – DRAXLER in v. HUSEN I/1987 und SCHMIDT I/1981) ist dieser Übergang von der Jüngeren Dryaszeit (Pollenzone III) zum postglazialen *Präboreal* (IV) gekennzeichnet durch eine rasche Abnahme der NBP (Nichtbaumpollen) bis $\pm 10\%$ und einen Rückgang der Kiefern, wobei die Zirbe sich zugunsten der immer mehr dominierenden Waldkiefer auf die Hochlagen zurückzieht. Ähnliches gilt für die lichtbedürftige Lärche und die Birke, die vor allem an geeigneten Standorten nochmals einen kurzen Anstieg erkennen läßt. Insgesamt besteht aber eine Kieferndominanz von den Niederungen bis zur Waldgrenze. Oberhalb dieser ist mit ausgedehnten Grasheiden und Pioniervegetation zu rechnen, die vom fortschreitenden Wald zurückgedrängt wird (KRAL I/1979 33f). Gleichzeitig breitet sich die Fichte aus, die zunächst nur ein schmales Areal einnimmt. In tieferen Lagen stößt in die noch verbreiteten Kiefernwälder der EMW (Eichenmischwald) vor, zuerst mit Ulme, gefolgt von Eiche, Linde und anderen Laubhölzern. Abweichend davon

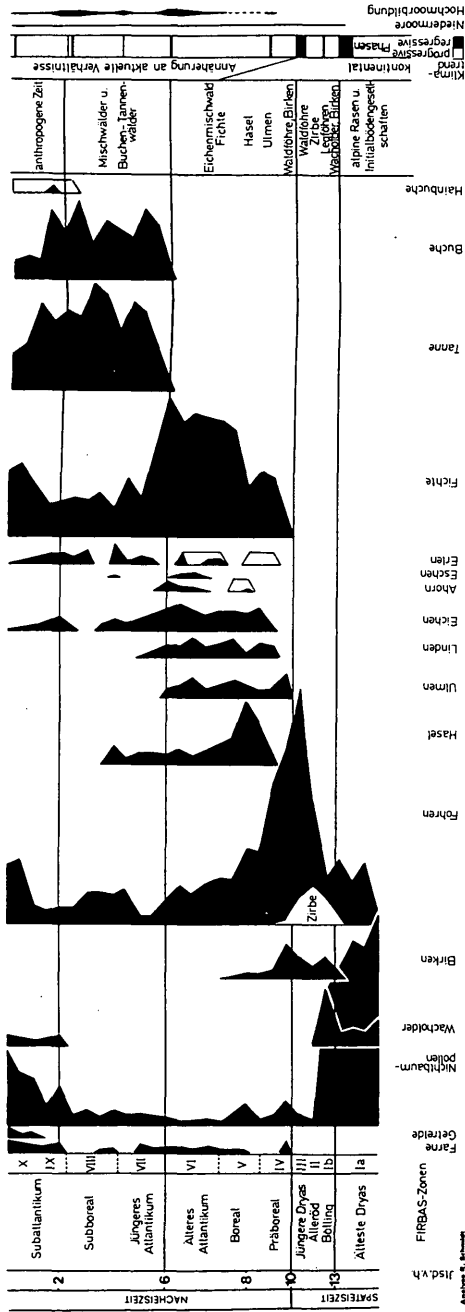


Abb. 141: Spät- und nacheiszeitliche Vegetations- und Klimaentwicklung in Oberösterreich anhand eines Durchschnittspollendiagramms (Attersee) von R. SCHMIDT in KRISAI & SCHMIDT 1983.

verhält sich das Profil Walserberg in 480 m bei Salzburg (Abb. 111 nach KLAUS I/1967), wo die Zonengrenze III/IV, von einem kurzen Gipfel der NBP während der Jüngerer Dryaszeit abgesehen, kaum hervortritt. Das mag lokal durch das weite Salzburger Becken bedingt sein, wo die Waldentwicklung schon vor dem letzten spätglazialen Kälterückfall weit fortgeschritten war. In diesem Profil ist an der Zonengrenze gut das Schwinden der Zirbe zugunsten der Waldkiefer zu erkennen. Etwas anders erscheint dieser Übergang im Profil Tannermoor (Abb. 112 nach BORTENSCHLAGER I/1969), das in 938 m im Kristallengebiet des östlichen Mühlviertels liegt. Hier nimmt der NBP-Anteil sehr zögernd ab. Kiefer und Birke nehmen eher noch etwas zu, und erst allmählich breitet sich die Fichte aus. Ansätze zum EMW zeigen sich im bescheidenen Auftreten der Ulme.

Die Zeit der Birken-Kieferndominanz im Präboreal ändert sich rasch im Boreal (Pollenzone V), als in die noch lichten Wälder vorübergehend die Hasel (*Corylus*) eindringt und in den Pollenprofilen einen deutlichen Gipfel aufweist (sehr ausgeprägt z.B. im Profil Tannermoor (Abb. 112). Der EMW breitet sich zuerst mit Ulme, gefolgt von Eiche, Linde u.a. in den unteren Lagen auf Kosten der Kiefernwälder aus. Die Fichte verdrängt die Kiefer aus den höheren Gebirgslagen.

Im Älteren Atlantikum (VI) beherrscht die Fichte weitgehend den gesamten nördlichen Alpenrand. An der Grenze vom Älteren zum Jüngerem Atlantikum (VI/VII) setzt dann um 6500 bis 6000 v.h. die sehr massive Ausbreitung der Tanne (*Abies*) und der Buche (*Fagus*) ein, die den EMW vor allem im Randalpenbereich erheblich einschränken und dort auch die Fichte immer mehr auf die montane Stufe und in die kontinentaleren inneralpinen Gebiete wie auch im Kristallengebiet auf die Hochlagen des Mühl- und Waldviertels zurückdrängen. Damit ist auch bereits die heute noch weitgehend geltende Höhenstufengliederung des Waldes erreicht, wie auch der Wandel zur buchen- und tannenreichen „Randalpenzone“ (KRISAI & SCHMIDT I/1983 42, SCHMIDT I/1981 42 und KRAL I/1979). Das jedenfalls feuchtere Klima des Atlantikums hat auch das Hochmoorwachstum entsprechend begünstigt und die Ausbreitung der Erle (*Alnus*) gefördert; sie ist in den Pollenprofilen vom Präboreal an, wenn auch stark vom Standort abhängig, mit zunehmenden Werten vertreten, die erst im Subatlantikum wieder zurückgehen.

Im Jüngerem Atlantikum (VII) fällt an den Salzkammergutseen die Eibe (*Taxus*) auf, die dort heute noch Refugialstandorte einnimmt (z.B. Johannesberg in Traunkirchen).

Im Subboreal (VIII) kommt es vor allem in den Höhenlagen zu einer weiteren Ausbreitung der Tanne, ferner der Buche und auch der Erle auf Kosten des EMW, bei dem sich am besten noch die Eiche durchsetzt. Als letzter unserer heutigen Waldbäume wandert die Hainbuche (*Carpinus*) ein, deren Auftreten im Salzkammergut mit den ersten von der Mondseekultur

(Pfahlbauten) ausgehenden menschlichen Einflüssen zusammenfällt. Schon vorher muß im Laufe des Neolithikums im Vorland zumindest inselhaft bei zunehmender Rodungstätigkeit auch mit entsprechenden Veränderungen in der Vegetationszusammensetzung gerechnet werden.

Im folgenden *Subatlantikum* (IX und X) dringt zunächst die Buche weiter vor, der Bereich der Tanne wird eingeschränkt und die Hainbuche nimmt größere zusammenhängende Areale ein. Die Rodungsperioden nehmen stark zu und damit auch die als Kulturanzeiger geltenden Pollen (vor allem der Getreidearten).

Eine jüngere Untersuchung aus dem Filzmoos bei der Wurzeralm/Warscheneck liegt aus 1360 m Höhe von F. KRAL (1985 185) vor. Das in der montanen Stufe gewonnene Profil (Abb. 142) setzt im ausgehenden Präboreal mit dem Rückgang der Kiefer und dem Anstieg der Fichte ein und zeigt, abgesehen von lokal bedingten Unterschieden, einen ähnlichen Verlauf der Hauptgehölze bis ins Jüngere Subatlantikum hinein wie das Tannermoor. Hinweise auf Beweidung gibt es aus dem mittleren Subboreal (= Spätneolithikum) und dann vermehrt ab der Wende vom Älteren zum Jüngeren Subatlantikum (=Frühmittelalter).

Die im Atlantikum und Subboreal auf Höchstwerte um 2200 m angestiegene Waldgrenze fällt auf <2000 m ab und wird durch die menschliche Tätigkeit (Almwirtschaft) weiter auf 1800 m abgesenkt.

Den Untersuchungen KRAL's (I/1972a) zufolge liegt diese Grenze am Nordabfall des Dachsteins im Subboreal um 2000 m und damit etwas tiefer. Sie fällt dann während des Subatlantikums weiter ab, wobei sie infolge der alpinen Weidewirtschaft bis zur Gegenwart auf 1585 m abgesenkt wird, während die potentielle Waldgrenze bei annähernd 1820 m anzunehmen ist (Abb. 143). Das bedeutet hier eine anthropogen bedingte Absenkung um 245 m. Die ursprünglich höhere Lage der Waldgrenze im Subboreal hatte reliefbedingt zur Folge, daß damals Fichte, Zirbe, Lärche und Tanne, z.T. sogar die Buche auch noch auf dem Plateau weiter verbreitet waren (KRAL I/1972a). Die Absenkung der Waldgrenze führt dann im Subatlantikum zu einem Zurückweichen dieser Baumarten vom Plateau auf den Steilabdall und darüber zu einer entsprechenden Ausbreitung der Latsche (*Pinus mugo*) neben Restbeständen der Zirbe. Je mehr wir uns der Gegenwart nähern, um so mehr wird auch die Waldzusammensetzung durch die Forstwirtschaft mit Begünstigung der Fichte immer stärker beeinflußt.

Auch der postglazialen Vegetationsentwicklung ist neben einer entsprechenden lokalen Differenzierung (SCHMIDT I/1981, WIMMER I/1996) eine gewisse Beeinflussung durch einmal mehr kontinentale (Präboreal, Boreal, Subboreal) und dann wieder mehr humidere, ozeanische Tönung des Klimas (Atlantikum, Subatlantikum) zu entnehmen. So verweist nicht nur B. FRENZEL (1966) auf einen kurzen Kälteabschnitt am Ende des Atlantikums um 5400 bis 5000 v.h. sowie gegen Ende des kontinentaleren Subboreals 3500 v.h. und

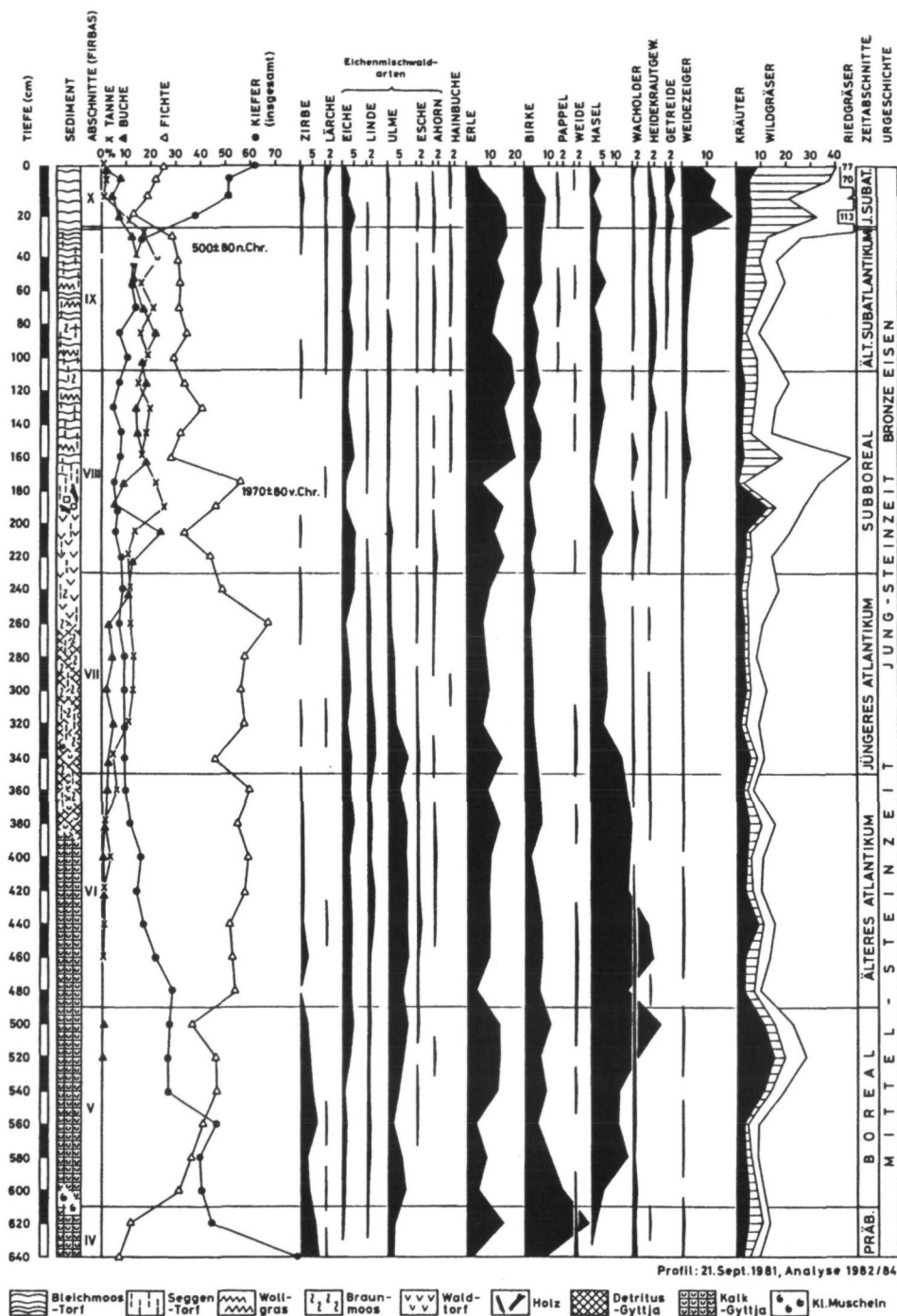


Abb. 142: Nacheiszeitliche Vegetationsentwicklung im Unteren Filzmoos, 1363 m, Warscheneck NN. Nach F. KRAL 1982/84.

besonders im Älteren Subatlantikum 2900 bis 2700 v.h. auf eine Klimaänderung mit zur Absenkung der Waldgrenze führender Abkühlung und einer Zunahme der Ozeanität, die auch Gletschervorstöße verursacht hatte. Die Klimasensibilität kommt im Bereich der Baum- und Waldgrenze eher zur Geltung als in den Niederungen. Größere Klimastürze dürfte es aber kaum gegeben haben. Eine wesentliche Rolle spielen bei den laufenden Vegetationsveränderungen jedoch biologische, auch ökologische und für die jüngere Zeit zunehmend vom Menschen ausgehende Faktoren.

16 TEKTONIK IM QUARTÄR OBERÖSTERREICHS

Oberösterreich liegt im Vergleich zu anderen Gebieten in einem tektonisch schon lange eher ruhigen Bereich, in dem junge Störungen kaum auffallen. Junge Absenkungen, die zu größeren Mächtigkeiten quartärer Sedimente geführt hätten, wie das im ungarischen Tiefland, zu dessen Ausläufern auch das Wiener Becken gehört, am Oberrhein oder in Oberitalien der Fall ist, gibt es hier nicht. Dieser Eindruck tektonischer Ruhe ist aber relativ und hängt damit zusammen, daß es sich beim Quartär um einen, geologisch betrachtet, nur kurzen Zeitraum von 2 bis 2,5 Mio. Jahren handelt, bei dem Langzeitbewegungen kaum auffallen.

Die stufenförmig angeordneten glazifluvialen Terrassen der großen Vorlandtäler, bei denen die älteren jeweils eine Stufe höher liegen als die jüngeren, läßt jedoch auf eine *Gesamthebung* schließen, die im Laufe des Eiszeitalters doch ein beachtliches Ausmaß erreicht hat.

Gehen wir von den Verhältnissen bei Linz aus. Hier liegt die Molassesohle der ÄDS bei etwa 300 m, unter der NT in etwa 240 m und unter der Austufe nur selten unter 235 m. Die Donau hat sich also ab Beginn der Günzeiszeit 60 bis 65 m eingetieft. Da die Basis der ÄDS vor etwa 700 000 bis 800 000 Jahren erreicht worden war, ergibt das eine Eintiefung bzw. einen Hebungsbeitrag von 7,5–9,3 cm/1000 Jahre. Für das Gesamtquartär ist ein Höhenunterschied von etwa 160–170 m anzunehmen (Kap. 8.2. 370ff), was bei einer Gesamtdauer des Quartärs von 2–2,5 Mio. Jahren 6,4–8,5 cm/1000 Jahre ergibt und somit keinen wesentlichen Unterschied zwischen dem älteren und dem jüngeren Quartär. Bei aller Unsicherheit einer solchen Berechnung muß aber doch mit einer beachtlichen tektonisch bedingten Hebung im Quartär gerechnet werden, eine Hebung, die aber sehr wahrscheinlich nicht gleichmäßig erfolgt sein dürfte.

Bildet die Sohle des ÄDS im Raum Linz ein recht einheitliches Niveau um 300 m, so geht sie mit Annäherung an den Alpenrand in ein immer ausgeprägteres Relief über, wobei am Alpenrand tiefe Rinnen vorliegen, in denen alte Restschotter angereichert sind, die nach oben hin allmählich in die ÄDS übergehen. Die prägünzeitlichen Talrinnen (vgl. II/Abb. 49 und II/Abb. 41) verlaufen in der Vöckla-Ager-Pforte etwa W-O, östlich der Aurach abseits der heutigen Täler in NO-Richtung und haben bis zur Donau bei Linz ein um 50–25 m geringeres Gefälle als die heutigen Talsohlen.

Wenn unmittelbar am Alpenrand die prärißzeitlichen Sedimente übereinander liegen und erst in einiger Entfernung davon die höheren Terrassenstufen bilden, so mag das wohl mit der in den Kaltzeiten größeren Schuttfzufuhr durch die Gletscher zu tun haben; die tiefe Lage der Rinnen könnte aber auch auf eine tektonische Komponente am Alpenrand zurückzuführen sein.

Diese präglünzzeitliche Erosionsform dürfte auch innerhalb der Alpen mit dem von A. PENCK (1909 232) immer wieder erwähnten präglazialen Talboden zu tun haben, der aus heutiger Sicht wohl als präglünzzeitlich einzustufen wäre. Er steigt alpeneinwärts stärker an als die heutigen Talsohlen, was wohl auf die im Quartär noch starke Heraushebung der Alpen gegenüber dem Vorland schließen läßt. Die Hebung der Alpen, die zweifellos nach Osten hin abnimmt, liegt heute in einem bereits meßbaren Bereich, der in den Hohen Tauern mit $> 1 \text{ mm/Jahr}$ (STARZMANN 1976 331 zit. in H. JERZ I/1993 144) angegeben wird, wie auch mit einer Fortdauer des Nordschubes der Alpen zu rechnen ist.

Neben diesen **großräumigen tektonischen Vorgängen** gibt es aber auch ausreichend Hinweise auf untergeordnete **kleinräumigere** im Quartär noch wirksame **Störungen**, die sich in einer Art Wellung äußern, also epirogenetischer Natur sind. So ist mit Hilfe paläomagnetischer Untersuchungen der Nachweis gelungen, daß die letzte Umkehr des Magnetfeldes, die Matuyama/Brunhes-Grenze, bei Regensburg sehr tief liegt (BRUNNACKER 1964), bei Linz jedenfalls höher als 60 m über der Donau und unterhalb Krems unmittelbar über den Schottern der Langenlois-Terrasse in 35 m über der Donau (KOHL, FINK et al. I/1979). Damit fand die schon von PENCK (I/1909 117) angenommene höhere Lage der ÄDS bei Linz durch die Paläomagnetik eine entsprechende Bestätigung. Zweifellos hielten Verbiegungen innerhalb dieser Großaufwölbung am Südrand der Böhmisches Masse dort weiter an, wo der Verlauf der die Plateaubereiche überragenden Höhenzüge Hebungachsen erkennen läßt, an denen auch die Durchbruchsstrecken des Donautales liegen (KOHL I/1952, 1993).

Auch im bayerischen Alpenvorland hatte schon A. PENCK (P. & B. 1909 122f) auf die Wahrscheinlichkeit solcher Verbiegungen hingewiesen, die nicht immer anerkannt worden sind. Aber auch im oberösterreichischen Alpenvorland gibt es Hinweise, die dafür sprechen, worauf z.B. die Aufragung des Hausruck-Kobernaußeralwald-Rückens und Entwicklung zur Wasserscheide gegenüber den weiträumig wesentlich tiefer liegenden Bereich der Traun-Enns-Platte schließen läßt. Ferner kann das Konvergieren der Innterrassen flußabwärts nicht allein mit den größeren älteren Vergletscherungen erklärt werden, denn es zeigen nicht nur die mit Endmoränen verknüpfbaren Schotterterrassen alpenwärts eine Gefällszunahme, sondern auch die noch älteren Eichwaldschotter (KOHL II/1978 u. Kap. 4.2). Die Kartierungen auf ÖK-Blatt

49 Wels (Kohl I/1997 5) haben ebenfalls Hinweise auf kleinräumige lokale Verbiegungen im Laufe des Quartärs von etwa 20 bis 40 m ergeben. Mit weiteren ähnlichen Nachweisen ist auch im übrigen Alpenvorland zu rechnen. Unter anderen weist W.-D. GRIMM (I/1979 105) auf die auch nach Oberösterreich hereinreichende, bis heute wirksame Landshut-Neuöttinger Störung hin.

Auch innerhalb der Alpen setzen sich Bewegungstendenzen aus dem Tertiär im Quartär fort, wobei hier ebenfalls nicht mit einer überall gleichmäßigen En-Block-Hebung zu rechnen ist, sondern mit größeren Differenzierungen, die bei Zunahme der Hebung in Richtung Kalkhochalpen die größeren Gebirgsstöcke als lokale Hebungszentren erkennen lassen. Darauf weisen auch die diese umgebenden Talschlüsse hin.

Bei der Erhebung der geologisch-geotechnischen Risikofaktoren auf ÖK-Blatt 66 Gmunden hat G. SCHÄFFER (I/1983a 9) auf die Bedeutung noch **aktiver linearer Störungen** bei Massenbewegungen hingewiesen und als besondere Beispiele die Schobersteinrutschung 1981 beim Gschlifgraben am Traunsee (S. 42) erwähnt, wo Setzungen einer Forststraße bis zu 1 m erfolgten, und die Wimmersberg-Massenbewegung bei Ebensee (S. 47 und 50f), die mit einem Knall und Erschütterungen verbunden war. Beide Ereignisse liegen im Bereich des Trauntalstörungssystems und waren mit lokalen seismisch meßbaren Beben verbunden. Einen weiteren Hinweis auf quartäre tektonische Verstellungen gibt D. v. HUSEN (I/1975), der im Steyrtal an der Grenze der Flyschalpen zur Vorlandmolasse eine Höhenverstellung der prärißzeitlichen Terrassen um 15 bis 20 m meldet, während die rißzeitliche Hochterrasse ungestört durchzieht. Über die gleiche Erscheinung berichtet er schon vorher aus dem Ennstal (I/1971a), nur daß er dort die Störung an der Grenze von den Kalk- zu den Flyschalpen lokalisiert.

Oft werden auch auf die Eisbe- und -entlastung zurückzuführende **isostatische Bewegungen** angenommen, wie sie bei den großen Inlandvereisungen wie etwa in Skandinavien nachgewiesen sind. In den Alpen sind sie jedoch schwer nachweisbar und im oberösterreichischen Bereich dürften die geschlossenen Eismassen kaum noch ausreichende Mächtigkeiten erreicht haben, um nennenswerte Senkungen und Hebungen auszulösen.

Auf die von den Salzstöcken ausgehende **Salztektonik** wurde bereits bei den Massenbewegungen (Kap. 15.2) verwiesen.

Zu den nicht von der Tiefe ausgehenden und daher besser als **pseudotektonische Erscheinungen** zu bezeichnenden Vorgängen zählen flachgründige Störungen, die, wenn vom Gletscher ausgehend (z.B. Stauchmoränen) als **Glazialtektonik** bezeichnet werden. Vorwiegend werden davon Endmoränen, Grundmoränen, auch ältere, oft lakustrine Zungenbeckenablagerungen und gletschnahe Randsedimente erfaßt.

Gelegentlich können auch Störungen vor allem in den ÄDS festgestellt werden, wo es oft längs der Klüfte zu unterschiedlichen Setzungen

kommt, die auf Massenverluste bei Langzeitverwitterung zurückzuführen sind. Beispiele dafür konnten im oberösterreichischen Kremstal beobachtet werden (KOHL unveröff.).

In den Sedimenten der Günz- und der Mindelzeit sind Erdfälle eine häufige Erscheinung, die an oft oberflächennahen Geologischen Orgeln mit gelegentlich auch größeren Querschnitten einbrechen.

So hatte J. SCHADLER (mündliche Mitteilung) beim Bau der Westautobahn (A-1) in den 50er Jahren im Bereich der Traun-Enns-Platte wiederholt solche Schlotte feststellen können, in die mitunter auch Baumaschinen eingebrochen sind. J. ROHRHOFER (1956) beschreibt den Einbruch einer Geologischen Orgel im ÄDS nach Abbau der mächtigen Deckschicht in der Lehmgrube der Ziegelei Würzburger in Aschet bei Wels. Auch der Einbruch beim Bau des neuen Bahntunnels bei Lambach dürfte auf eine größere Geologische Orgel zurückzuführen sein (v. HUSEN in GBA I/1997 565ff). Erdfälle werden auch immer wieder aus den Mindelmoränenbereichen gemeldet. Anlässlich von Begehungen (KOHL unveröff.) konnten 1976 bei Weißenkirchen i. Attergau und 1978 in Obereck südöstlich Timelkam Erdfälle festgestellt werden, die nach größeren Regenfällen, in Obereck nach Bruch eines Wasserleitungsrohres aufgebrochen sind (siehe II/Kap. 5.1 225). Wie Umfragen ergeben haben, wiederholen sich diese Ereignisse; die dabei entstandenen Gruben werden im Attergau als „Blitzlöcher“, in der Traun-Enns-Platte als „Donnerlöcher“ bezeichnet.

17 ANGEWANDTE QUARTÄRGEOLOGIE IN OBERÖSTERREICH

Lange ist die Bedeutung des Quartärs und seiner Sedimente für alles Leben und im besonderen für den Menschen unterschätzt worden. Die rasante technische Entwicklung unserer Gegenwart mit ihren immer tieferen Eingriffen in das natürliche Geschehen hat jedoch längst die Notwendigkeit ergeben, auch diesem jüngsten und kürzesten Abschnitt der Erdgeschichte die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Damit hat die Quartärforschung nicht nur starke Impulse, sondern auch eine sehr praxisorientierte Note erhalten, die zunehmend durch immer größere Aufschlüsse und moderne Untersuchungsmethoden laufend neue Einsichten bietet, die aber aus wie immer gearteten Gründen oft nicht entsprechend genutzt werden können, wodurch manche Erkenntnisse der wissenschaftlichen Forschung verborgen blieben. Es sei in diesem Zusammenhang auf die Ausführungen in Teil I/2.4.2.5 verwiesen.

Wegen der Vielfältigkeit der Thematik sei hier nur auf einige der wichtigsten Fragen kurz beispielhaft eingegangen, soweit diese auch eine Ergänzung zu den früheren Darstellungen bieten können.

17.1 Die Böden und ihre Bildung im Quartär

Unsere Böden sind, wie vor allem die weit verbreiteten quartären Sedimente oft auch nur in Form dünner Decken zeigen, weitaus Bildungen aus dem

Quartär, ja sehr häufig aus dem Holozän. Die älteren Reliktböden haben zumindest im Quartär eine wesentliche Überprägung erfahren. Böden sind nicht nur ein nicht wegzudenkender Faktor in der wissenschaftlichen Quartärforschung, wie aus den früheren Ausführungen dieser Arbeit immer wieder hervorgeht, sie bilden auch die Grundlage für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung. Ihre Entstehung verdanken wir den Verwitterungsvorgängen in den obersten Gesteinslagen, die unter dem Einfluß des jeweiligen Klimas der verfügbaren Zeit und des Reliefs durch physikalische, chemische und biologische Zersetzungsprozesse zu unterschiedlichen Bodenbildungen führen. Das Ergebnis ist ein Profil, das aus den Horizonten A, B und C besteht, wobei unter A die Humusanreicherung aus überwiegend durch Bodentiere zersetzten Pflanzenresten, unter B der durch Sickerwässer mit Ton, Eisen und anderen Stoffen angereicherte mineralische Unterboden verstanden wird, an dessen Sohle oft oben gelöster Kalk in Form von Konkretionen (z.B. Lösskindeln) wieder ausgeschieden wird. Der C-Horizont entspricht dem Ausgangsgestein, wobei meist ein Übergangshorizont (Cv) eingeschaltet ist, in dem das anstehende Gestein mehr oder weniger zersetzt ist.

Je nach Gestein, Relief und Dauer sowie Unterbrechungen durch Neusedimentation, wie bei Auböden, müssen nicht immer alle Horizonte ausgebildet sein. So treten A/C-Böden als *Rendsinen* über sehr kalk- oder dolomitreichem Gestein auf wie auch über jungen kalkreichen Schottern auch in den Vorlandtälern, vor allem im Trauntal. Bei längerer Dauer der Bodenbildung und stärkerer Beimengung von Verunreinigungen wie z.B. von Flyschgesteinen sind es dann leicht verbrauchte *Pararendsinen*, wie meist auf den NT. Soweit A-, B-, C-Profile vorliegen, handelt es sich um *Braunerden*, bei entsprechendem Kalkgehalt um *Kalkbraunerden*. In den Flyschalpen finden sich bei tonreichem silikatischem Ausgangsmaterial auch auffallend gelbbraune *Braunlehme*, die auch als Reliktböden auftreten können. Bei Vorlage einer Tondurchschlammung, die meist an einer Aufhellung unter dem A-Horizont erkennbar ist (Auswaschungs- oder Eluvialhorizont), wie grundsätzlich im Löß, handelt es sich um eine *Parabraunerde*. Meist abhängig vom Relief (Mulden und Talsohlen) kommt es vor allem über tonreichen wasserstauenden Ablagerungen zur Bildung von *Grundwassergleyen*. Davon werden *Tagwassergleye* (Pseudogleye) unterschieden, die in schwerer wasserdurchlässigem Lehm, z.B. über tonreichem Schlierverwitterungslehm, entstehen und eine auffallende Marmorierung bei säulenförmiger Absonderung aufweisen sowie die Bildung von Fe- und Mn-Hydroxid-Konkretionen fördern. Dazu kommen noch *Podsole*, die in sehr saurem Milieu bei großer Durchschlammung und Anreicherung von Al- und Fe-Hydroxiden (Sesquioxiden) entstehen. Sie sind durch eine auffallende Bleichung unter dem A-Horizont und eine rostbraune Verfärbung im B-Horizont gekennzeichnet (Abb. 144). Ein gutes Beispiel dafür

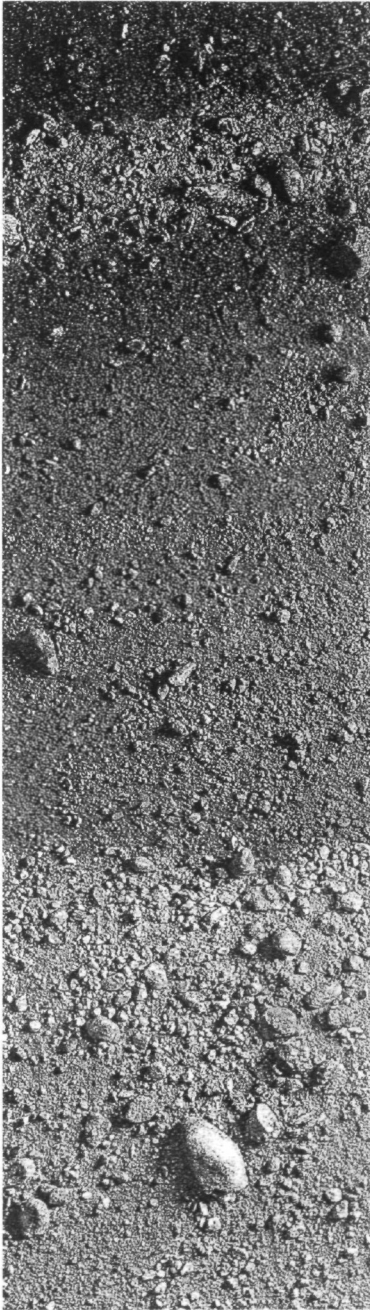


Abb. 144:

Podsol (Bleicherdeboden)

Präpariertes natürliches Bodenprofil vom Pitzenberg bei Münzkirchen im Sauwald (Oberösterreich) aus 560 m Seehöhe, 135 cm hoch, 40 cm breit, Mächtigkeit der Bodenbildung 85 cm – OÖ. Landesmuseum.

Dieses Profil der Sammlung charakteristischer Bodenprofile Oberösterreichs stellt bei der geringen Seehöhe einen substratbedingten Ausnahmefall dar, der auf die extrem sauren verkiezelten und kaolinisierten Altschotter des Pitzenberges zurückzuführen ist. Sonst gibt es in Oberösterreich nur im höchsten Teil des Böhmerwaldes Ansätze zu Podsolen. Das Profil zeigt unter dem Humushorizont sehr deutlich den hellen Auswaschungs- und Bleichhorizont. Bei hohen Niederschlagsmengen und niedrigen Temperaturen werden aus einer entsprechend durchlässigen Bodendecke Humusbestandteile sowie Aluminium- und Eisenhydroxide ausgewaschen und in größerer Tiefe wieder ausgeschieden. Sie geben sich dann als dunkler Humus- und als rostbrauner Eiseneinschwemmungshorizont über dem Ausgangsprodukt, dem kaolinisierten Schotter zu erkennen.

Foto F. Gangl 1983

bieten die Podsole auf den extrem sauren verkieselten und kaolinisierten, im Pleistozän gestörten jungtertiären Schottern des Pitzenberges bei Münzkirchen im Sauwald, die bei der relativ geringen Höhe von 560 m NN ausgesprochen substratbedingt sind (vgl. Kap. 11.1.1). Ansätze zu Podsolen gibt es sonst nur in den höchsten Teilen des Böhmerwaldes. Eine Übergangsform zu den silikatischen Braunerden stellen dann in den übrigen Hochlagen des Mühlviertels die *Semipodsole* und podsoligen Braunerden dar.

An den Flußläufen, besonders ausgeprägt an der Donau (Kap. 11.3), spielt bei der Entwicklung der verschiedenen *Auböden* deutlich der Faktor Zeit in Zusammenhang mit der Überschwemmungshäufigkeit eine entscheidende Rolle. Als jüngste Bildungen gelten die *Grauen Auböden* in der Austufe mit kaum einer Humusauflage und jüngsten Hochwassersedimenten wie Sand und Schluff, wobei umgelagerte Ausgangsprodukte wie Lehm auch eine bräunliche Verfärbung hervorrufen können. Auf den höheren Stufen treten abhängig vom Alter und der Überschwemmungshäufigkeit verbrauchte *Graue Auböden* bis *Braune Auböden* auf.

Die Verteilung dieser Bodentypen in Oberösterreich geht gut aus den Übersichtskarten und Beschreibungen von FINK (I/1958) und JANIK (I/1968 bzw. I/1971) hervor. Nähere Details können den schon über weite Teile Oberösterreichs erschienenen Bodenkarten 1 : 25 000 (z.B. BM f. Land- u. Forstwirtschaft I/1980) entnommen werden. Der oberösterreichische Bodenkataster (Amt oö. Ldsreg. 1993) gibt auch Auskunft über den derzeitigen Zustand der Böden und ihre Gefährdung.

17.2 Quartärsedimente als Rohstoffe

Mehr denn je werden Massenrohstoffe, wenn auch immer selektiver, quaritären Sedimenten entnommen. Waren früher oft nur in Notzeiten selbst kleinere Vorkommen von Brennstoffen wie Schieferkohle und Torf genutzt worden, so konzentriert sich der Abbau immer mehr auf qualifizierte Massengüter wie Schotter, Lehme und Tone.

Von ganz kleinen nie abbauwürdigen Kohlenschmitzen abgesehen, fehlen in Oberösterreich *Schieferkohlen*, wie sie in Oberbayern und in der Schweiz in größerer Zahl abgebaut werden bzw. wurden. Dennoch ist das im Einzugsgebiet unserer Gletscher gelegene interstadiale Vorkommen in der steirischen Ramsau am Dachstein als Beispiel zu erwähnen, das mit Unterbrechungen bis nach dem Ersten und nochmals am Ende des Zweiten Weltkrieges abgebaut wurde (DRAXLER & v. HUSEN I/1978).

Ähnliches gilt für den Phosphatabbau in der Lettenmayerhöhle bei Kremsmünster (SCHADLER I/1920), wo die Phosphatanreicherung im Höhlenlehm auf organische Überreste vor allem von Höhlenbären zurückzuführen ist.

Lange, noch in der Zwischenkriegszeit und selbst nach dem Zweiten Weltkrieg, ist auch Torf in den zahlreichen kleinen Mooren, in größerem Ausmaß im Ibmer Moor, gestochen worden. Der Abbau wurde jedoch vor allem aus Naturschutzgründen immer mehr eingeschränkt.

Auch Bergkreide wurde aus den kalkreichen Schluffen kurzlebiger spätglazialer Eisrandseen in St. Agatha bei Goisern (KIESLINGER I/1970 u, v. HUSEN I/1977 107ff) und bei Mitterweißenbach (v. HUSEN I/1977 106f) gewonnen.

Beim Abbau von Tonen, Lehm und Löß vollzog sich insofern ein Wandel, als ursprünglich auch kleinste Anreicherungen, oft nur von stark verunreinigtem Verwitterungslehm im ganzen Land zur Ziegelherstellung Verwendung fanden. Alte, meist flache, völlig verfallene Gruben erinnern noch daran. Mit dem Übergang zur Ziegelindustrie konzentrierte sich der Abbau immer mehr auf größere Vorkommen und qualitativ entsprechende Produkte. Diese finden sich entweder in tiefgründig verwittertem tertiärem Schlier (z.B. Haiding bei Wels oder im Eferdinger Becken), wo quartäre Verwitterung einen wesentlichen Anteil hat, oder in den quartären Löß-Lehmdecken, bei denen ältere, durch Verwitterung entkalkte und von Paläoböden durchzogene Lössbevorzugt werden (vgl. Kap. 11.2.1).

Einst waren Kalktuffe (auch als Tuffstein, wenn bereits dichter als Travertin bezeichnet) sehr geschätzte Bausteine. Sie waren längs der tiefer eingeschnittenen Täler, wo an Quellhorizonte gebundenes Grundwasser austritt, durch biologisch begünstigte Ausscheidung des Kalkes entstanden. Je nach Alter handelt es sich um mehr oder weniger poröse bis fast dichte, im feuchten Zustand leicht bearbeitbare Kalke, die bei Austrocknung erhärten und somit gute Bausteine abgeben. Die häufige Verwendung dieses Steins, vor allem an erhaltenen gotischen Sakralbauten des Mittelalters, steht im Gegensatz zu den heute nur noch sehr bescheidenen Vorkommen in Oberösterreich. Es ist daher anzunehmen, daß Kalktuffe einst viel weiter verbreitet waren und schon im Mittelalter nahezu völlig abgebaut worden sind. Im Salzburger Becken beschreibt A. KIESLINGER (1964 323f) einen größeren Abbau bei Pleinfeld.

Ein gutes Beispiel für die Verwendung dieses Gesteins bieten die Kirche und die Klostermauern von Kremsmünster, wo Kalktuff in den romanischen Bauteilen und auch in den älteren Teilen der Klostermauern häufig zu finden ist (Kohl I/1986 254). Er wird dort noch 1515 in den Kammeralrechnungen erwähnt. Als Beispiel für die Nutzung sehr junger Kalktuffe sei ein Vorkommen an der unteren Enns bei Hiesendorf südlich der Stadt Enns erwähnt. Dort wurden noch bis vor einigen Jahrzehnten fein- bis gröber verästelte sogenannte „Grottensteine“ gewonnen, die deutlich die Versteinierung von Moosen und anderer Pflanzen erkennen ließen. Sie sind vor allem für Grabstätten auf dem Friedhof von Lorch bei Enns verwendet worden, wo einst dieser Stein besonders auffiel. Eine Nachfrage in Hiesendorf hat ergeben, daß die schönsten, noch durchwegs aus Verästelungen bestehenden Steine alle 8 bis 10 Jahre abgebaut wurden, was auf ein sehr rasches Wachstum dieser Bildungen hinweist.

Viel häufiger und größer sind die Vorkommen von Konglomeraten (Nagelfluh), worunter mehr oder weniger verfestigte oft auch sandreiche Schotter verstanden werden. Die aus dem Quartär stammenden Konglomerate sind bei uns ausschließlich durch kalkiges Bindemittel verfestigt, wobei der Grad der Verfestigung nicht unwesentlich vom Alter, aber auch von der Lage zu den Talrändern (Talrandverfestigung) und der Lage zu ehemaligen Grundwasserspiegeln abhängt. Entsprechende Durchlüftung führt zur Ausscheidung des im Grundwasser gelösten Bikarbonates.

Große Vorkommen finden sich vor allem längs der großen glazifluvialen Vorlandtäler, wo sie schon im Mittelalter vorwiegend für Sakralbauten, später aber auch als lokaler Baustein für Bauernhöfe Verwendung fanden. Ihre lithologische Geröllzusammensetzung ist jeweils typisch für die einzelnen Flußtäler. Man kann deutlich eine Inn-Salzachtal-, eine fast ausschließlich kalkalpine und Flyschgesteine enthaltende Trauntal- und eine sehr bunt zusammengesetzte Ennstalfazies unterscheiden.

Größere, über den lokalen Bedarf hinausgehende Bedeutung haben die Konglomerate des Salzburger-Halleiner Beckens erlangt, die als Mönchberg-, Hellbrunner-, Adneter und Gollinger Nagelfluh bekannt sind und infolge der bereits größtenteils ausgewitterten Dolomite eine starke Löchrigkeit aufweisen. Diese Erscheinung ist auf eine kräftige Tiefenverwitterung zurückzuführen, wie sie aus dem jüngsten Quartär nicht bekannt ist (II, Kap. 4.1 195). Die vielseitige und historisch weit zurückreichende Verwendung dieser Gesteine kann A. KIESLINGER's Werk (1964 96–124) über „Die nutzbaren Gesteine Salzburgs“ entnommen werden.

Das weitaus bedeutendste Konglomeratgestein in Oberösterreich ist die stark verfestigte Weiße Nagelfluh (WNF) von Kremsmünster (II/Kap. 7.2), deren feinkörnige Varianten bevorzugt genutzt wurden. Den besten Einblick in die vielseitige Verwendung und die Bedeutung dieses Gesteins als Bau-, Skulptur- und Dekorstein bietet die Klosteranlage von Kremsmünster (KOHL I/1986).

Die dort gefundenen Reliefsteine und eine Löwenkulptur, die sich sogar stratigraphisch genau einordnen läßt, lassen keinen Zweifel daran, daß hier bereits zur Römerzeit dieser Stein abgebaut worden ist. Auch außerhalb seines relativ eingeschränkten Verbreitungsgebietes zwischen Almtal und östlich des oberösterreichischen Kremstales und nördlich des Alpenrandes bis knapp vor Sattledt (Abb. 145) finden sich zahlreiche römische Grabdenkmäler aus dem röm. Stadtbezirk Wels (Ovilava) und aus der zweiten Hälfte des ersten nachchristlichen Jahrhunderts sogar in Linz (Lentia). Ein Dokument aus dem frühen Mittelalter stellt sehr wahrscheinlich der auf die Karolingerzeit zurückzuführende offene Pfeilerbogenbau der Linzer Martinskirche dar, bei dem neben Kalken aus dem Jura bei Regensburg auch der WNF entsprechende Konglomerate verwendet worden sind. Bereits von der Romanik an ist mit dem Höhepunkt im Barock die WNF aus allen Bauperioden des Stiftes und seiner Nebenanlagen wie Stiftsgarten, Guntherteich usw. nachgewiesen.

Ab dem Spätmittelalter findet sich neben den Sakralbauten die WNF zunehmend auch an Bürgerhäusern des Marktes Kremsmünster, wie gotische Portale, Erker, später auch Bauteile aus der Renaissance und dem Barock zeigen.

Die über Jahrhunderte hinweg fast ausschließliche Verwendung dieses Konglomerates für Kirchen, Kapellen, Marterl und Hausbauten im Bereich seines Vorkommens hat sosehr die Kulturlandschaft dieses Raumes geprägt, daß von einer typischen „Steinlandschaft“ gesprochen werden kann, wie etwa beim roten Buntsandstein zu beiden Seiten des Oberrheingebietes oder den grauen Schiefern des Mosel- und Mittelrheinlandes.

Von den zahlreichen oft nur kleineren längst verfallenen Steinbrüchen, die über das gesamte Verbreitungsgebiet zu finden sind (Abb. 145), haben sich nur einige größere bis in die 80er Jahre dieses Jahrhunderts erhalten. Sie konnten die letzte Blütezeit der Anwendung heimischer Natursteine in der Zeit des Wiederaufbaues nach dem Zweiten Weltkrieg nutzen. Die Bedeutung als Baustein ist allerdings zugunsten der Anwendung als Dekorstein bei Verkleidungen von Betonpfeilern und -mauern, Geschäfts- und Hausfassaden, Skulpturen, Grabsteinen usw. geschwunden. Der Absatz ist damals weit über das Verbreitungsgebiet hinausgegangen, wobei Linz (Bahnhofvorplatz usw.) viele Beispiele dieser späten Nutzung bietet.

Das endgültige Aus für diesen Stein ist einerseits der billigen ausländischen Konkurrenz, aber nicht zuletzt auch den erhöhten technischen Anforderungen nach möglichst homogenem Material zuzuschreiben. Da bei einem Naturkonglomerat immer nur in bestimmten Lagen eine optimale Nutzung gegeben ist, belasten die großen Abfallmassen den wirtschaftlichen Abbau sehr.

Das größte und heute auch weitaus bedeutendste Rohstoffpotential aus dem Quartär stellen die Schotter dar, wobei sich auch in diesem Fall ein gewaltiger Wandel vollzogen hat, was Verwendungszweck, Qualitätsansprüche und technische Möglichkeiten anbelangt. So sind kalkreiche Schotter einst oft weit abseits der Kalkalpen, ja sogar noch am Nordufer der Donau wie z.B. unterhalb der Traunmündung in kleinen Kalköfen zur Baukalkgewinnung genutzt worden. Ursprünglich wurde zur Bedarfsdeckung jeweils das nächst gelegene Schottervorkommen herangezogen. Dabei war die Qualität nicht entscheidend. Im Gegenteil: für die regelmäßige Schüttung eigener Wege waren verlehnte „Pechschotter“ besser geeignet als unverwitterte Schotter. Das gilt auch für Schüttungen verschiedenster Art, wofür fallweise auch Moränenmaterial herangezogen wurde. Erst als sich die Festigung der Wege mit Bitumen im Laufe der zunehmenden Motorisierung in der Landwirtschaft nach dem Zweiten Weltkrieg durchgesetzt hat, sind diese älteren lehmig verwitterten Schotter wie ÄDS und JDS, auch schotterreiche Altmoränen, uninteressant geworden. Die einst zahlreichen noch erkennbaren Gruben sind verfallen oder verschüttet worden. Die besten Beispiele dafür finden sich in der Traun-Enns-Platte und in den älteren glazifluvialen Terrassen entlang der größeren Vorlandtäler.

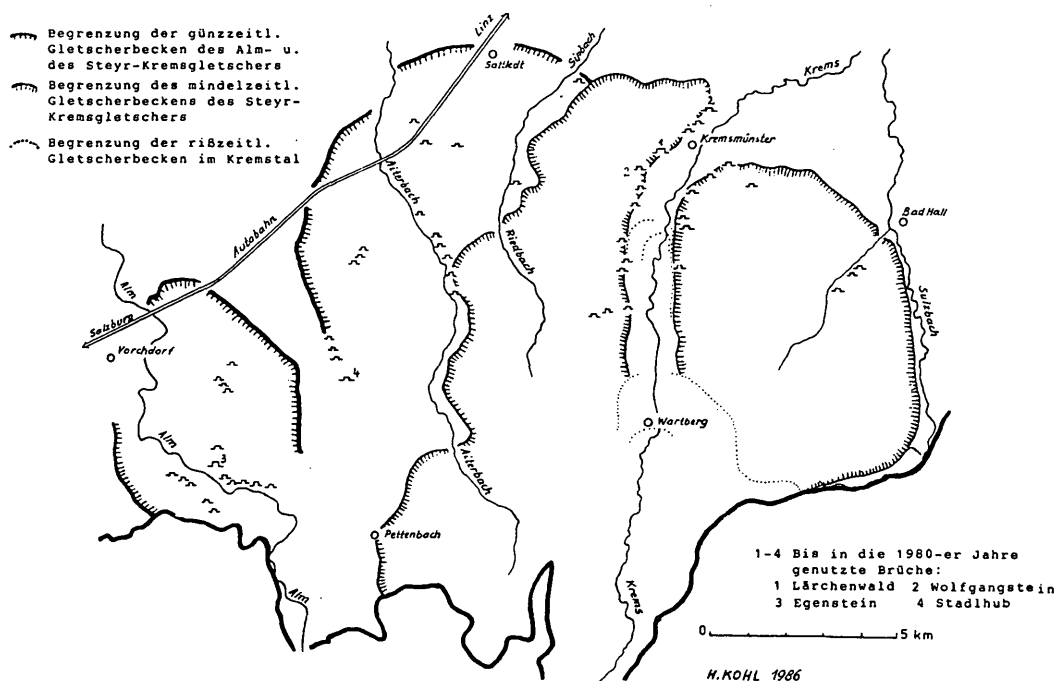


Abb. 145: Ehemalige Abbaustellen der Weißen Nagelfluh. H. KOHL 1986.

Mit der zunehmenden Bautätigkeit nach dem Zweiten Weltkrieg, Wiederaufbau in den Städten, Autobahnbau, Bau der Großkraftwerke, bei denen der an Ort und Stelle anfallende Schotter mit verwendet werden konnte, und der Bau von Industrieanlagen, verlagert sich der Schotterabbau auf immer weniger, aber qualitativ den steigenden Ansprüchen genügenden Großanlagen, bei denen möglichst wenig Abraummateriale anfällt. Dort sind auch entsprechende Aufbereitungsanlagen rentabel. Dafür eignen sich am besten die NT-Schotter und auch die holozänen Schotter der großen Vorlandtäler und des Donautales. Ist zwar das Potential für den wachsenden Bedarf an derartigen Schottern groß, so ergeben sich durch Interessenskonflikte, die sich von anderen Raumansprüchen und auch dem Naturschutz ableiten, für den Abbau immer mehr Einschränkungen. So wurden auch die Schottervorkommen Oberösterreichs in die im Rahmen der Erfüllung des Lagedatengesetzes erfolgte Bestandsaufnahme der Lockersedimente durch die GBA aufgenommen und dabei auch konkurrierende Raumansprüche einschließlich des Naturschutzes erhoben (HEINRICH, M. & G. ZEZULA 1979).

17.3 Quartärgeologie und Wasserversorgung

Der mit zunehmender Lebensqualität stark angestiegene Wasserbedarf und die gleichzeitige Einschränkung der an sich reichlich vorhandenen Grundwassermengen durch die vielfältige anderweitige Raumnutzung und fortschreitende Verunreinigung erschweren die Bereitstellung größerer Wassermengen in Trinkwasserqualität immer mehr. Die wichtigsten seit dem Zweiten Weltkrieg im öffentlichen Auftrag, aber im wesentlichen von privaten Ingenieurbüros durchgeführten Projekte sind bereits im Teil I (Kap. 2.4.2.5) kurz zusammenfassend erwähnt worden. Dort ist auch bereits auf die daraus hervorgegangenen Publikationen verwiesen worden, die noch durch den Hinweis auf die Ausführungen in den Erläuterungen zu ÖK Bl. 49 Wels ergänzt seien (KOHL in GBA 1997 58ff). Viele Einzelheiten können auch den einschlägigen Kapiteln der Hydrogeologie von K. VOHRYZKA (I/1973) entnommen werden. Da es nicht Aufgabe dieses Beitrages sein kann, Einzelheiten zu erörtern, soll hier nur auf die wichtigsten allgemeinen Zusammenhänge hingewiesen werden.

Ein wesentlicher Teil der nutzbaren Grundwasservorkommen Oberösterreichs liegt in den quartären Lockersedimenten, unter denen den glazifluvialen Schotterkörpern der größeren Vorlandtäler und der Traun-Enns-Platte als Grundwasserträger und -speicher (Aquifer) über den grundsätzlich wasserstauenden marinen Tertiärsedimenten die größte Bedeutung zukommt. Die dort auftretenden Grundwasserströme erfüllen die Tiefenzonen des an der Oberfläche der Tertiärsedimente ausgebildeten Reliefs und bewegen sich in den zahlreichen Rinnen (Vöckla-Agerpforte – II/Kap. 5.3.1 Abb. 41 u. Traun-Enns-Platte – II/Kap. 6.2 Abb. 49 u. 7.2) dem Gefälle und der jeweiligen Durchlässigkeit der Schotter entsprechend weiter. Wo solche Rinnen von Tälern angeschnitten werden, liegen die größeren Quellen. Sofern Grundwasser auch auf höhere Teile der wasserstauenden Unterlage übergreift, kennzeichnet ein meist wenig ergiebiger Quellhorizont diese Grenzlage. Hydrogeologisch spielen dabei die jeweilige Überdeckung und das Alter der Grundwasserträger eine wesentliche Rolle. Haben junge Schotter den Vorteil größerer Durchlässigkeit und schneller Regeneration des Grundwassers, so sind das Fehlen einer reiferen Bodenbildung und einer größeren filternden Deckschicht wie auch die Oberflächennähe des Grundwassers ein erheblicher Nachteil. Demgegenüber wird bei zunehmendem Alter infolge fortschreitender Verwitterung und diagenetischer Veränderungen des Sediments die Durchlässigkeit erschwert und immer unberechenbarer (z.B. nehmen stark konglomerierte Schotter Eigenschaften der Kluftgesteine an). Eine entsprechende Regeneration ist oft ungewiß. Dagegen bilden reife lehmige Böden und oft durch mehrere Paläoböden gegliederte Deckschichten einen guten Schutz gegen jede Art von Verunreinigung, die aus der

Luft, durch Oberflächenwässer und nicht selten durch Nitrate und Pestizide aus der Landwirtschaft stammen.

Daß dennoch solche Verunreinigungen aus der Landwirtschaft vorkommen, beweist die Notwendigkeit zur Schließung der beiden Versorgungsanlagen für Wels im Schleißheimer Tal bei Ottsdorf und in der unteren Pettenbachrinne bei Steinerkirchen. Als Ersatz dafür sind vom Landeswasserversorgungsunternehmen neue Großbrunnen im unteren Almtal südöstlich Bad Wimsbach und im Hartholz, südlich Stadl-Paura, eingerichtet worden, die über die Hochbehälter Heitzing südöstlich der Almmündung und in Hochdorf östlich Fischlham den zentralen Raum von Wels und Umgebung bis Lambach versorgen können. Im Almtal wird oberflächennahes Grundwasser aus dem Aubereich des Almflusses, im Hartholz aus einer oberhalb Stadl-Paura vom Trauntal abzweigenden und unterhalb Lambach zum Trauntal zurückführenden mit NT-Schottern erfüllten Rinne mit einer zulässigen Menge von je 200 l/sek entnommen (KOHL in GBA I/63f).

Jüngste Untersuchungen über die Filterfunktion der Deckschichten auf Schottern (J. REITNER in GBA 1999 10/11) bestätigen große Unterschiede in Abhängigkeit von den stratigraphischen und genetischen Verhältnissen (vgl. Kap. 11.2.1), deren Kenntnis somit für den Grundwasserschutz große praktische Bedeutung zukommt.

Entsprechend große Grundwasservorkommen bergen auch die oberösterreichischen Donaubecken in den jungpleistozänen (NT) und holozänen Talsohlsedimenten, wo auch mit Einfiltration von Donauwasser gerechnet werden muß. Hier liegen nicht nur die Anlagen der Linzer Wasserversorgung in Goldwörth (Eferdinger Becken), Heilham und Plesching (Linzer Bucht), sondern im nördlichen Eferdinger Becken und im nordwestlichen Machland auch die Großbrunnen für die Ringleitung zur Versorgung des an größeren Grundwasservorräten armen Mühlviertels. Bis zum Bau dieser Leitungen war das Kristallinegebiet ausschließlich auf zwar viele, aber in Trockenzeiten rasch versiegende kleine Vorkommen, vorwiegend aus Solifluktsblock- und -schuttströmen angewiesen. Hohe Niederschlagsmengen und größere speicherungsfähige Solifluktsdecken in den Hochlagen des Böhmerwaldes ließen auch eine Fernversorgung des Rohrbacher Raumes mit einem Anschluß an die Ringleitung der „Fernwasserversorgung Mühlviertel“ zu.

Im Vorland sei auch noch kurz auf das hydrologisch meist abweichende Verhalten der Moränenzüge hingewiesen. Soweit Vorstoßschotter die Moränen unterlagern, stehen diese mit dem Grundwasser benachbarter Schotter in Verbindung. Bei größerer Mächtigkeit der Moränensedimente tritt jedoch häufig ein an durchlässigere Sedimentlagen und -linsen gebundenes Grundwasser oft stockwerkartig auf. Diese meist kleineren, aber für die lokale Versorgung wichtigen Vorkommen (z.B. in den Mindelmoränen beiderseits des oberen oberösterreichischen Kremstales) zeichnen sich durch

relativ geringe Schwankungen aus, weil das schluffreiche Moränenmaterial auch bei längerer Trockenheit noch Wasser abgibt.

Im alpinen Bereich sind größere Grundwasservorkommen in Quartärsedimenten auf junge und daher wenig geschützte Talsohlenfüllungen, soweit nicht durch Seetone abgedichtet, auf glazial übertiefte Talabschnitte und auch auf größere Schutt- und Schwemmkegel beschränkt, was vor allem in den Weitungen des Traun- und Ischltales zutrifft. Außerhalb Oberösterreichs bot das breite steirische Ennstal oberhalb des Gesäuses Anlaß für entsprechende Grundwasseruntersuchungen (PLATZL I/1960). Diese in Quartärsedimenten liegenden Wasservorräte gewinnen in den Kalkalpen gegenüber den ursprünglich sich an vielen Stellen anbietenden oft stark schwankenden und durch Verunreinigung zunehmend gefährdeten Karstquellen an Bedeutung.

Das Grundwasser in den Quartärsedimenten ist jedoch grundsätzlich nicht von dem anderer Wasserträger getrennt. Es steht durch Einspeisung aus dem höheren aus anderen Gesteinen bestehenden Gelände oder durch Wasserabgabe an liegende Gesteinsformationen mit deren Grundwasser in Verbindung. In Talsohlen ist besonders bei größerer Wasserentnahme auch mit der Einspeisung von Flußwasser zu rechnen.

Im Kristallinegebiet kann Kluftwasser oder in der Zersatzzone absickerndes Grundwasser mit jenem aus quartären Decken in Kommunikation stehen. Auch im Schlier kann ein Wassertausch über Klüfte oder wasserführende (sandige) Horizonte stattfinden. In den Kalkalpen findet ein derartiger Austausch grundsätzlich mit unterirdisch austretendem Karstwasser statt, wie auch Wasser aus Quartärsedimenten in Karstgängen verschwinden kann. Über Schutt- und Schwemmkegel eingespeistes Wasser kann, wenn es etwa durch undurchlässige Seetone abgedichtet wird, auch gespannt sein, was z.B. im steirischen Ennstal nachgewiesen ist (II 361, BISTRITSCHAN I/1952a).

17.4 Quartär und Baugeologie

Ähnlich wie die Hydrogeologie durch den steigenden Wasserbedarf, hat nach dem Zweiten Weltkrieg die rege Bautätigkeit die Quartärforschung entsprechend beflügelt und gleichzeitig die an sie gestellten Ansprüche gesteigert. Großaufschlüsse und eine Unzahl von Bohrungen sind zwar baugeologisch in zahlreichen nicht veröffentlichten Gutachten bearbeitet worden, haben aber nur zum Teil Eingang in die wissenschaftliche Quartärforschung gefunden. Diese Unterlagen, die in den meisten Fällen mit der Fertigstellung der Baustelle ihren Zweck erfüllt haben, bilden kostbare Archive, die wenigstens in der Form erschlossen werden sollten, wie es in einem Fall geschehen ist (FORSTINGER I/1992). Die immer größer werdenden Eingriffe in die natür-

lichen Gegebenheiten verlangen von der Quartärforschung zunehmend auch die Auseinandersetzung mit Umweltfragen.

Anschließend an die knappen Ausführungen im Teil I (Kap. 2.4.2.5) kann auch hier nur ein kurzer zusammenfassender allgemeiner Überblick über die größten Projekte geboten werden. Da die Lockersedimente aus dem Quartär wegen ihrer geringeren Tragfähigkeit, Rutschanfälligkeit und häufigen Wasserführung gerade für Großbauten vielfach eigene Probleme aufweisen, ist ihre genaue Kenntnis umso bedeutender. Werden solche Bauwerke grundsätzlich in den unterlagernden festeren und älteren Gesteinen fundiert, so verdient der Kontakt zu diesem eine besondere Beachtung. Auflockerungszonen, Öffnung der Klüfte durch Entspannung, an Hängen auch deren Unterschneidung oder Entfernung der quartären Ablagerungsdecken, auch tiefgründige Verwitterung in Schottern und andere Gegebenheiten können schon beim Bau oder erst später unerwartete Vorgänge auslösen, denen rechtzeitig vorgebeugt werden muß. Ein wesentlicher Faktor ist auch die Beeinträchtigung des Grundwassers, die nicht nur bei Kraftwerksanlagen ein größeres Ausmaß annehmen kann.

Wenn auch Oberösterreich in einem tektonisch relativ ruhigen Bereich liegt, so zeigen doch die Vorgänge im Zusammenhang mit Salztektunik oder an alten Störungen (Kap. 16), daß davon ausgehende Massenbewegungen auch ein Gefahrenpotential darstellen, das bei Bauplanungen eine entsprechende Beachtung verdient. Dazu zählen auch auf andere Ursachen zurückzuführende Zonen häufiger Massenbewegungen (Kap. 15.2).

Zu den bedeutendsten Bauprojekten der Nachkriegszeit gehören die großen Flußkraftwerke, die zügig entlang der Enns, der Donau, am Inn und an der Traun, wo nach einigen älteren aus der Zwischenkriegszeit nun auch größere Kraftwerke ausgebaut wurden bzw. werden. Besonders in dem engen Tal der Enns verlangten die Wechselbeziehungen zwischen den z.T. mächtigen quartären Einlagerungen und den oft quer dazu verlaufenden kleinräumig stets wechselnden stratigraphischen und tektonischen Strukturen sehr eingehende Untersuchungen des gesamten Talverlaufs (BISTRITSCHAN I/1950/51, I/1952b, I/1953, SPAUN & FISCHER I/1965 u. KOLLMANN & SPAUN I/1968).

Bei den Donaukraftwerken Aschach, Wilhering/Ottensheim, Abwinden/Asten und Mitterkirchen/Wallsee (SCHADLER – Archiv OÖ. Landesmuseum, HÄUSLER I/1965ff, MARKOVEC I/1969), bei denen die Fundierungen im Kristallin und im älteren Schlier des Otnangiums liegen, waren auch die in den Weitungen im Quartär liegenden großen Stauräume abzusichern. In einem von der Österr. Donaukraftwerke AG herausgegebenen Rahmenplan sind den Bauten vorausgehende, der Beweissicherung dienende Untersuchungen festgehalten worden, unter denen für die hiesige Thematik die Bodengütekarte (BRÜCKNER et al. 1963) und die Kartierung der charakteristischen Landoberflächenformen (KOHL I/1963) einen guten vergleichenden Gesamtüberblick

über die oberösterreichischen Donauebene bieten. Holozäne Baumstammfunde und pleistozäne Fossilfunde aus den Sedimenten der Donauebene sichern die unabhängig davon gewonnenen Erkenntnisse aus der Linzer Donauebene ab (KOHL I/1968).

Von den fünf Innkraftwerken Braunau/Simbach, Ering, Obernberg, Schärding/St. Florian a.I. und Ingling liegen vier in der Molassezone und nur das letztere (Ingling) im kristallinen Durchbruchstal bei Passau. Hier zeigt gerade das Beispiel Ering, daß der Rückstau in der Hagenauer Bucht auch sehr positive Auswirkungen auf Naturschutzbelange haben kann.

Beim Bau der jüngeren und größeren Traunkraftwerke Gmunden, Lambach, Marchtrenk und Pucking sind besonders beim Bau von Lambach verstärkt Naturschutzinteressen hervorgetreten.

Auch der *Autobahnbau* mit seinen tiefen Eingriffen in die natürlichen Verhältnisse verlangte eine sorgfältige geologische Betreuung, wobei gerade die heiklen Stellen im Quartärbereich liegen. Das traf an der Westautobahn (A-1) besonders in dem von jungen Rutschmassen immer wieder gefährdeten Abschnitt entlang des Mondseeberges zu und bei der schwierigen Fundierung in den jungpleistozänen Seeablagerungen bei Mondsee, die zur Entdeckung des Mondsee-Interglazials (SCHADLER I/1958, KLAUS I/1975 u. I/1983 und Kap. 12.2 u. 12.3) geführt hat. Aber auch in den älteren Quartärsedimenten der Traun-Enns-Platte mußte man sich nach Entfernung der lehmigen Deckschicht wiederholt mit Einsackungen und Nachbrüchen an Geologischen Orgeln auseinandersetzen. Die sehr langen Einschnitte und Brückenfundierungen haben einen guten Einblick in den horizontalen und vertikalen Aufbau der Günzsedimente gewährt, was zur Entdeckung der günzzeitlichen Endmoränengürtel am Almtal bei Vorchdorf und des Steyr-Kremsgletschers bei Sattledt geführt hat (KOHL I/1955a u. I/1958b). Während beim Bau der Innkreis-Autobahn (A-8) meist nur unbedeutende Quartärdecken über den marinen Tertiärsedimenten und erst bei Suben Löß in größerer Mächtigkeit über HT Schottern aufgeschlossen wurden (BORTZ I/1967 und Kap. 11.2.1.1), forderte der Bau der Pyhrn-Autobahn (A-9) über weite Strecken hinweg die Auseinandersetzung mit Fragen des Quartärs. Dazu zählen die Abschnitte Aiterbachtal, wo Naturschutzfragen noch immer in den Vordergrund treten, ferner südlich des Voralpenkreuzes bei Sattledt, wo die überdeckte Weiße Nagelfluh unrichtig eingeschätzt wurde, was zu späteren Auseinandersetzungen bei der Kostenfrage geführt hat. Dieses Beispiel zeigt, daß die Vorschreibung von Bohrungen mit vorgegebener Tiefe und Entfernung bei der Planung nicht zweckmäßig ist, sondern flexibel nach den jeweiligen Gegebenheiten erfolgen sollte, was durch die Beiziehung eines geeigneten Fachgeologen möglich wäre. Dabei könnten Bohrkosten eingespart und spätere Reklamationen wesentlich eingeschränkt werden. Durch die zwar zahlreichen, aber viel zu seichten Bohrungen in der Beckenfolge Wartberg a.d.

Krems – Kirchdorf sind auch viele Fragen offen geblieben (Verbreitung von Seetonen, Grundwasserfragen u.a.). Als positiver Aspekt dieser Planungsbohrungen für die Quartärforschung war die Auffindung eines rißeiszeitlichen Interstadials zu verzeichnen (KOHL & SCHMIDT I/1985, Kap. 12.1). Erst im Bereich des Windischgarstener Beckens gewinnt das Quartär durch den Übergang von den tief zerschnittenen NT in die würmzeitlichen Endmoränen des Teichlgletschers und zu dessen Zungenbeckenfüllung, wozu auch Seetone gehören, im Kontakt mit den ebenfalls wasserstauenden Gosaugesteinen wieder größere baueologische Bedeutung.

Ähnlich wie beim Ausbau der Autobahn haben sich auch die geplanten Aus- und z.T. Neubautrecken der „Neuen Bahn“ mit verschiedenen Quartärproblemen auseinanderzusetzen. An der Westbahnstrecke zeigte sich das bei dem im ÄDS angelegten Tunnelbau von Lambach (v. HUSEN in GBA I/1997 65f u. 1999¹). Wertvolle baueologische Einblicke gewährten die dichte Bohrfolge längs der Pyhrntrasse zwischen Wartberg a.d. Krems und Kirchdorf (HOFMANN & HOMAYOUN I/1996), wo die Bahntrasse am Rande eines postrißeiszeitlichen verlandeten und zeitweise vermoorten Sees verläuft, über dessen dichte Feinsedimente wiederholt durchlässige Schwemmkegelschüttungen und dichtere Solifluktionsfächer liegen.

Bei den zahlreichen übrigen Baustellen, Industrie- und auch andere Wirtschaftsanlagen, Wohn- und Siedlungsbauten bis zum kleinen Einfamilienhaus handelt es sich mit wenigen Ausnahmen grundsätzlich um flache Fundierungen, die gerade in den dichter besiedelten Räumen häufig innerhalb der Quartärsedimente liegen. Im allgemeinen bieten diese Sedimente, von Moorbildungen abgesehen, im ebenen bis freien Gelände mit wenigen Ausnahmen einen sicheren Baugrund. Ausnahmen bilden die geologisch jüngsten hochwassergefährdeten Aubereiche und auch die Talsohlen vieler kleiner Gerinne, bei denen Grundwasser schon knapp unter der Oberfläche ansteht. Gerade letztere werden nicht immer ausreichend beachtet und führen später häufig zu Reklamationen. In älteren, stark verwitterten Schottern (ÄDS und JDS samt zugehörigen Moränen) können einbrechende Hohlräume (Geologische Orgeln) auch in diesen Fällen überraschend zu Sackungen führen. Mit zunehmender Hangneigung nehmen auch, jeweils den Eigenschaften des Sediments entsprechend, die Gefahren zu, die häufig durch Wasseraustritte gefördert werden. Wasserspeichernde und -führende Sedimente sowohl der quartären Decken wie auch ihres Untergrundes können unliebsame Bewegungen auslösen. Seetone, schluffige Grundmoränen oder bereits vorhandene Ablagerungen von Massenbewegungen, Solifluktionsdecken udgl. sind dafür besonders geeignet und sollten möglichst gemieden werden.

1 v. HUSEN 1999: Geologisch-baueologische Erfahrungen beim Bau des Eisenbahntunnels Lambach, OÖ. – Mitt. Öst. Geol.-Ges. 90 (1997), 137–154.

DANK

Die Durchführung dieser Arbeit wäre ohne die Hilfsbereitschaft folgender Stellen bzw. Personen nicht möglich gewesen, was mich veranlaßt, dafür gebührend zu danken.

Mein Dank gilt vor allem dem Vorstand des Oberösterreichischen Musealvereins, Gesellschaft für Landeskunde, für den Auftrag und auch die Hilfestellung während der Arbeiten, wobei auch Frau Doubek trotz ihrer Belastung durch die Kanzleiarbeiten in der Geschäftsstelle stets großes Verständnis gezeigt hat. Besonders möchte ich die zeitraubende und mühevollen Redaktionsarbeit hervorheben, die Frau Dr. Gertrud Mayer in selbstloser Weise übernommen hatte, sowie die Reinschrift des Manuskriptes mit wiederholten Korrekturen und die Übertragung auf Diskette durch Frau Gertraud Hager. Zu danken habe ich auch der Bibliothek des Oberösterreichischen Landesmuseums; Frau Waltraud Faissner und Herrn Franz Walzer für die Hilfsbereitschaft bei der oft schwierigen Beschaffung einschlägiger Literaturunterlagen wie auch dem Leiter der geowissenschaftlichen Sammlungen am Oberösterreichischen Landesmuseum, Herrn OR Dr. Bernhard Gruber für stets entgegenkommende Auskünfte und Einsichtnahme in Sammlungsunterlagen. Für großes Entgegenkommen bei der Aufbereitung des Abbildungsmaterials bin ich u.a. Herrn Univ.-Prof. Dr. Karl Albert Habbe, Erlangen, Herrn Hofrat Dipl.-Ing. Hans Peter Jeschke und Herrn Dr. Wolfgang Leichtfried zu Dank verpflichtet.

Ergänzendes Schriftenverzeichnis zu Teil III

- AMT öö. Landesregierung (Hsg.), 1993: Oberösterreichischer Bodenkataster – Bodenzustandsinventar 1993. – Abtlg. Agrar- u. Forstwirtschaft.
- BAMMER, O., 1984: Massenbewegungen im Raum Bad Goisern, Oberösterreich. – Internat. Symposium Interpraevent 1984 3, 167–180, Villach.
- BAUER, F., 1953: Zur Verkarstung des Sengsengebirges in Oberösterreich. – Mitt. d. Höhlenkomm. beim BM f. Land- u. Forstwirtsch. 1952, 7–14, Wien.
- BAYER, J., 1924: Altpaläolithische Funde im Toten Gebirge in Oberösterreich. – Die Eiszeit 1/2, 165.
- BEUG, H.-J., 1979: Vegetationsgeschichtlich-pollenanalytische Untersuchungen am Riß/Würm-Interglazial von Eurach am Starnberger See/Obb. – Geol. Bav. 80, 91–106, München.
- BIBUS, E., 1974: Abtragungs- und Bodenbildungsphasen im Rißlöß. – Eiszeitalter und Gegenwart 25, 166–182, Öhringen.
- BIBUS, E., 1975: Eigenschaften tertiärer Flächen in der Umrahmung der nördlichen Wetterau (Taunus und Vogelsberggrund). – Z.f. Geomorph. Suppl. 23, 49–61.
- BIBUS, E., 1989: Exkursionsführer zur 8. Tagung des Arbeitskreises „Paläoböden“ der Dt. Bodenkundl. Ges. 1989 in Heilbronn.

- BINDER, H., 1977: Bemerkenswerte Molluskenfaunen aus dem Pliozän und Pleistozän von Niederösterreich. – Beitr. z. Paläontologie v. Österr. 3, 1–78, Univ. Wien.
- BORTENSCHLAGER, S., 1977: Ursachen und Ausmaß postglazialer Waldgrenzschwankungen in den Ostalpen. – In B. FRENZEL (Hsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdwiss. Forsch. 13, 260–266, Steiner Verl., Wiesbaden.
- BRÜCKNER, W., L. SEEBÖCK & A. STECKER, 1963: Bodengütekarte 1: 50 000, Donauniederungen Aschach – Wallsee. – Österr. Donaukraftwerke-AG, Rahmenplan der Donau, Wien.
- BRUNNACKER, K., 1956: Regionale Bodendifferenzierungen während der Würmeiszeit. – Eiszeitalter und Gegenwart 7, 43–48, Öhringen.
- BRUNNACKER, K., 1964: Böden des älteren Pleistozäns bei Regensburg. – Geol. Bav. 53, 148–160, München.
- BRUNNACKER, K., 1968: Loess Stratigraphy in Bavaria. – In: Loess and related Eolian Deposits of the World vol. 12, Proceedings of the VIIth Congr. of the INQUA 1965, 293–295, Univ. Press Nebraska USA.
- BUCH, M., 1987: Spätpleistozäne und holozäne fluviale Geomorphodynamik im Donautal östlich von Regensburg – ein Sonderfall unter den mitteleuropäischen Flußsystemen? – Z. Geomorph. NF. Suppl. 66, 95–111, Berlin–Stuttgart.
- BÜDEL, J., 1944: Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. – Geol. Rundschau 34, 7/8
- BÜDEL, J., 1948: Die klimamorphologischen Zonen der Polarländer. – Erdkde. 2/1–3, 22–53, Bonn.
- BÜDEL, J., 1951: Die Klimazonen des Eiszeitalters. – Eiszeitalter und Gegenwart 1, 16–26, Öhringen.
- BÜDEL, J., 1953: Die periglazial-morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. – Erdkde. 7, 249–266, Bonn.
- BÜDEL, J., 1959: Periodische und episodische Solifluktion im Rahmen der klimatischen Solifluktionstypen. – Erdkde. 13/4, 297–314, Bonn.
- DEMEK, J., 1964: Slope development in granit areas of Bohemian Massif (CSSR). – Z. Geomorph., Suppl. 5, 82–106.
- DEMEK, J., 1978: Quartäre Entwicklung der Hänge und Verebnungsflächen in der Tschechischen Sozialistischen Republik. – In: NAGL (Hsg.): Beiträge zur Quartär- und Landschaftsforschung, Festschr. J. Fink 89–106, Verl. Hirt, Wien.
- DÖPPES D. & G. RABEDER (Hsg.), 1997: Pliozäne und pleistozäne Faunen Österreichs. Ein Katalog der wichtigsten Fossilfundstellen und ihrer Faunen. – Mitt. Komm. f. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. 10, 411 S., Wien.
- DRESCHER-SCHNEIDER, R., 1996: Die Klimaentwicklung des Eems in den nördlichen Vor-alpen an neuen Daten der Interglazialablagerungen von Mondsee. – In: v. HUSEN: Kurzfassungen der Vorträge DEUQUA-Tagung 1996 in Gmunden. S. 5.
- EHRENBERG, K., 1929: Die Ergebnisse der Ausgrabungen in der Schreiberwandhöhle am Dachstein. – Paläontol. Z. 11/3, 261–288, Berlin.
- EHRENBERG, K., 1973: Die bisherigen Ergebnisse der Ausgrabungen in der Schlenkendurchgangshöhle im Land Salzburg. – Int. Kongr. f. Speläol. 1969 4, 1–4, München.
- EHRENBERG, K., 1974: Die bisherigen urzeitlichen Funde aus der Schlenkendurchgangshöhle, Salzburg. – Arch. Austr. 55, 7–28, Wien.

- EHRENBERG, K., 1975: Zur Frage eines Höhlenpaläolithikums. – *Die Höhle* 26 2/3, 61–64, Wien.
- EHRENBERG, K., 1976a: Über gelochte Knochen im alpinen Paläolithikum. – *Festschr. R. Pittioni, Arch. Austr. Beih.* 13/14, 56–67, Wien.
- EHRENBERG, K., 1976b: Versuch einer Übersicht über die verschiedenen artefaktoiden Zahn- und Knochenformen aus alpinen Bärenhöhlen Österreichs. – *Arch. Austr.* 59/60, 1–19, Wien.
- EHRENBERG, K. & K. Mais, 1977, 1978: Die Schlenkendurchgangshöhlen-Expedition 1976, 1977. – *Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.* 1977/8, 131–155 und 1978/3, 85–110.
- EMBLETON-HAMANN, Ch., 1997: Naturgefahren in Österreich. Ursachen, Verbreitung, Schäden und Schutzmaßnahmen. – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.* 139, 197–230, Wien.
- FELGENHAUER, F., 1957: Zum ersten Paläolithfund in Oberösterreich. – *Arch. Austr.* 22, 66, Wien.
- FINK, J., 1954: Die fossilen Böden im österreichischen Löß. – *Quartär* 6, 85–107.
- FLURI, F., 1973: Beiträge zur Geschichte der alpinen Würmvereisung: Forschungen am Bänderton von Baumkirchen (Inntal, Nordtirol). – *Z. Geomorphol. NF. Suppl.* 16, 1–14, Berlin.
- FRANK, C., 1988a: Die Mollusken der österreichischen Donau, der Auengebiete und der angrenzenden Biotope von Linz bis Melk. – *Linzer Biolog. Beitr.* 20/1, 313–400.
- FRANK, C., 1988b: Aquatische und terrestrische Mollusken der österreichischen Donau. Auengebiete und der angrenzenden Biotope. Teil XII. Das oberösterreichische Donautal von der österreichisch-deutschen Staatsgrenze bis Linz. – *Linzer Biolog. Beitr.* 20/2, 413–509.
- FRANK, C. & G. RABEDER, 1994: Neue ökologische Daten aus dem Lößprofil von Willendorf. – *Arch. Österr.* 5, 59ff, Wien.
- FRASL, G., 1957 u. 1958, Bericht 1956 und 1957 über Aufnahmen auf Blatt Steyregg (33). – *Verh. Geol. B.-A. Wien* 1957/1 u. 1958/1.
- FREH, W. & Ä. KLOIBER, 1956: Ein altsteinzeitliches Knochenartefakt aus der Dachstein-Rieseneishöhle. – *Jb. OÖ. Mus. Ver.* 101, 301–304, Linz.
- FRENZEL, B., 1964: Zur Pollenanalyse von Lössen. Untersuchungen der Lößprofile von Oberfellabrunn und Stillfried. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 15, 5–39, Öhringen.
- FRENZEL, B., 1966: Climatic change in the Atlantic/sub-Boreal transition on the Northern Hemisphere: botanical evidence. – *Roy. Meteorol. Soc. : World climate from 8000 to 0 b.C.*, 99–123.
- FRENZEL, B. (Hsg.), 1977: Die Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. – *Fr. Steiner Verl., Wiesbaden*, mit 30 Beiträgen verschiedener Autoren, 330 S.
- FRENZEL, B. (Hsg.) 1991: Klimageschichtliche Probleme der letzten 130.000 Jahre. – *Paläoklimaforschung* 1, Akad. Wiss u. Lit. 451 S., Mainz.
- FRITZ, P., 1976: Gesteinsbedingte Standorts- und Formendifferenzierung rezenter Periglazialerscheinungen in den Ostalpen. – *Mitt. Österr. Geogr. Ges.* 118/II/III, 237–273, Wien.
- GEOL. BUNDES-ANSTALT, 1999: Jahresbericht 1998. – *Geol.B.-A. Wien, Info J. REITNER*, S. 10/11.

- GRÜGER, E., 1979a: Die Seeablagerungen vom Samerberg/Obb. und ihre Stellung im Jungpleistozän. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 29, 23–34, Hannover.
- GRÜGER, E., 1979b: Spätriß, Riß/Würm und Frühwürm am Samerberg in Oberbayern – ein vegetationsgeschichtlicher Beitrag zur Gliederung des Jungpleistozäns. – *Geol. Bav.* 80, 5–64, München.
- HAEBERLI, U., 1975: Untersuchungen zur Verbreitung von Permafrost zwischen Flüelapaß und Piz Grialetsch (Graubünden). – *Mitt. Versuchsanst. f. Wasserbau, Hydrologie u. Glazialogie*, ETH Zürich 17, 221 S.
- HAUNER, U., 1980: Untersuchungen zur klimagesteuerten tertiären und quartären Morphogenese des inneren Bayerischen Waldes (Rachel – Lusen) unter besonderer Berücksichtigung pleistozän kaltzeitlicher Formen und Ablagerungen. – *Regensburger Geogr. Schr.* 14, 198 S.
- HEINRICH, M. & G. ZEZULA, GBA 1979: Endberichte zum Projekt Bestandsaufnahme der Lockersedimente in Oberösterreich. – GBA, Fachabteilung Rohstoffgeologie, Wien.
- HELBIG, K., 1965: Asymmetrische Eiszeittäler in Süddeutschland und Österreich. – *Würzburger Geogr. Arb. (Mitt. Geogr. Ges. Würzburg)* 14, 108 S.
- HOCHHOLD, R., 1978: Die Gletscher der Dachsteingruppe. – *Geomorph. Hausarbeit*, Univ. Innsbruck.
- HÜNERMANN, K.-A., 1987: Faunenentwicklung im Quartär. – *Mitt. Naturforsch. Ges. Luzern* 29, Sdbd. *Eiszeitforsch.* 151–171.
- KAHLKE, H.-D., 1994: Die Eiszeit. – *Urania-Verl.* 3. Aufl., Leipzig–Jena–Berlin.
- KAISER, K., 1960: Klimazeugen des periglazialen Dauerfrostbodens in Mittel- und Westeuropa. – *Eiszeitalter u. Gegenwart* 11, 121–141, Öhringen.
- KERN, W., 1979: Der Bärnstein. Zur Formung der Felsburgen im oberösterreichischen Kristallinmassiv. – *OÖ. Heimatbl.* 33/1–2, 11–20, Linz.
- KERSCHNER, T., 1924: Berichte für die Jahre 1922 und 1923. – 80. Jber. OÖ. Mus. Ver. für die Jahre 1922 (S. 37) und 1923 (S. 40), Linz.
- KIESLINGER, A., 1964: Die nutzbaren Gesteine Salzburgs. – *Bergland-Buch-Verl.*, Salzburg/Stuttgart.
- KLAUS, W., 1952: Bemerkungen zur Palynologie der Hausruckkohlen. – *Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl.* 9, 69–77, Wien.
- KLAUS, W., 1977: Neue fossile Pinaceen-Reste aus dem österreichischen Jungtertiär. – *Beitr. z. Paläontologie v. Österr.* 3, 105–127, Wien.
- KLIMA, B., 1990: Das Paläolithikum im Gallneukirchner Becken. – *Jb. OÖ. Mus. Ver.* 135/I, 9–16, Linz.
- KLOIBER, Ä. & M. PERTLWIESER, 1969: Die urgeschichtlichen Fundschichten auf der „Berglitzl“ in Gusen, Pol. Bez. Perg, Oberösterreich. Ergebnisse der Grabungsjahre 1965–1968. – *Jb. OÖ. Mus. Ver.* 114/I, 9–18, Linz.
- KNEIDINGER, J., 1948: Die Steinzeit Oberösterreichs. – *OÖ. Heimatbl.* 2, 97–100, Linz.
- KÖRBER, O., 1939: Der Salzofen. – *Forsch. u. Fortschritte* 11–12.
- KOHL, H., 1993: Das Linzer Donauengtal und die Landschaftsentwicklung um Puchenu. – In: Puchenu. *Festschr. z. Hundertjahrjubiläum der selbständigen Ortsgemeinde Puchenu* 9–22. Hgg. Gem. Puchenu.
- KRAL, F., 1985: Nacheiszeitlicher Baumartenwandel und frühe Weidewirtschaft auf der Wurzeralm (Warscheneck, Oberösterreich). – *Jb. OÖ. Mus. Ver.* 130, 183–192, Linz.

- KRISAI, R., 1975: Die Vegetation der Trumer Seen (Salzburg). – Habilitationsschrift in Dissertationes Botanicae 29, Cramer, Vaduz, 202 S.
- KYRLE, G. & K. EHRENBURG, 1936: Die Drachenhöhle bei Mixnitz in der Steiermark. – In: GÖTZINGER, G.: Führer f. d. Quartärexkursionen in Österr. T. I, 20–34, Hgg. GBA Wien.
- LIEB, G. K., 1996: Permafrost und Blockgletscher in den östlichen österreichischen Alpen. – Arb. aus dem Inst. f. Geogr. Univ. Graz, 33, Beiträge zur Permafrostforsch. in Österr. 9–125, Graz.
- LOŽEK, V., 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. – Hsg. Geolog. Zentralanstalt Prag, Tschechoslow. Akad. Wiss., Vertrieb: Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlg. Stuttgart 1965, 374 S. u. 32 Bestimmungstabell.
- M.A.G. (Mitt. d. Anthropol. Ges.), 1900 u. 1901: Eine diluviale Fundstelle in Mauthausen. – Mitt. d. Anthropol. Ges. Wien 30 u. 31, 181 u. 94.
- MAYR, A., 1953: Blütenpollen und pflanzliche Sporen als Mittel zur Untersuchung von Quellen und Karstgewässern. – Anz. Österr. Akad. Wiss., math.-natw. Kl. 1953/6, 94–98.
- MITTERKALKGRUBER, D., 1957: Paläolithische Hornsteinartefakte vom Rebenstein in Laussa, Oberösterreich. – Jb. OÖ. Mus. Ver. 102, 127ff, Linz.
- MORAWETZ, S., 1967: Prinzipielle Fragen zur pleistozänen Terrassenentstehung und Einordnung am Beispiel des Grazer Feldes. – Mitt. Österr. Geogr. Ges. 107, 351–365, Wien.
- MOSER, R., 1967: Kalktische im Toten Gebirge und im Dachsteingebiet. – Jb. Österr. AV. 1967, 75–78.
- PATZELT, G., 1975: Unterinntal – Zillertal – Pinzgau – Kitzbühel. Spät- und postglaziale Landschaftsentwicklung. – Innsbrucker Geogr. Studien 2 (Exkursionsführer Tirol), 309–329.
- PATZELT, G., 1977: Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. – In: FRENZEL (Hsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. – Erdwiss. Forschungen 13, 248–259, Steiner-Verl. Wiesbaden.
- PATZELT, G. & S. BORTENSCHLAGER, 1976: Zur Chronologie des Spät- und Postglazials im Ötztal und im Inntal (Ostalpen, Tirol). – Führer zur Exkursion des IGCP-Projektes 73/1/24 "Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere" 1976, 185–197.
- PESCHKE, P., 1977: Zur Vegetations- und Besiedlungsgeschichte des Waldviertels (Niederösterreich). – Mitt. Komm. f. Quartärforsch. Österr. Akad. Wiss. 2, 84 S., Wien.
- POSER, H. & T. MÜLLER, 1951: Studien an den asymmetrischen Tälern des niederbayerischen Hügellandes. – Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, math.-natw. Kl. 1951/1, 1–32, Göttingen.
- PRIMAS, M., 1987: Zum Stand der Paläolithforschung in der Schweiz. – Geogr. Helv. 2, 153–158, Zürich.
- REITINGER, J., 1968: Die ur- und frühgeschichtlichen Funde in Oberösterreich. – Schriftenreihe OÖ. Mus. Ver. 3, Linz.
- RODENBURG, H. & A. SEMMEL, 1971: Bemerkungen zur Stratigraphie des Würm-Lösses im westlichen Mitteleuropa. – Notizbl. hess. Lds.-Amt f. Bodenforsch. 99, 246–252, Wiesbaden.

- ROETZEL, R., 1986, 1987, 1988: Berichte 1985, 1986, 1987 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär auf Blatt 47 Ried i. I. – Jb. Geol. B.-A. Wien 129/2, 394–295; 130/3, 258–259; 131/3, 403–404.
- ROHRHOFER, J., 1956: Eine geologische Orgel in Aschet. – Jb. Mus. Ver. 1956 Wels, 30–31.
- RUPP, C., 1989: Bericht 1987/1988 über geologische Aufnahmen im Tertiär und Quartär des Raumes Pattigham – Schildorn auf Blatt 47 Ried i. Innkreis. – Jb. Geol. B.A. 132/3, 538–539, Wien.
- SCHIRMER, W., 1992: Doppelbodenkomplexe in Erkelenz und Rheindahlen. – In: H. E. STREMMER: Bodenstratigraphie im Gebiet von Maas und Niederrhein. 11. Exkursionstagung, Arbeitskreis Paläopedologie d. Dt. Bodenkdl. Ges. 1992 in Aachen, 86–94.
- SCHLÄGER, A., 1989: Bericht 1988 über geologische Aufnahmen im Tertiär auf Blatt 48 Vöcklabruck. – Jb. Geol. B.-A. Wien 132/3, 542–543.
- SCHLÜCHTER, C. & C. RÖTHLISBERGER, 1995: 100 Jahre Gletscherkommission – 100 000 Jahre Gletschergeschichte. – In: Gletscher im ständigen Wandel. Jubiläumssymposium der Schweiz. Gletscherkommission 1993, Verbier, 47–63.
- SEMMEL, A., 1985: Periglazialmorphologie. – Erträge der Forschung 231, 116 S., Wiss. Buchges. Darmstadt.
- STEININGER, F. (Hsg.), 1999: Erdgeschichte des Waldviertels. – 2. Aufl. Schriftenreihe d. Waldviertler Heimatbundes 38, 194 S., Horn-Waidhofen/Thaya.
- TICHY, G., 1980: Das Würm-interstadiale Kohlevorkommen von Mülln (Stadt Salzburg). – Z. f. Gletscherkde. u. Glazialgeol. 16, 107–110.
- THENIUS, E., 1950: Über Sichtung und Bearbeitung der jungtertiären Säugetierreste aus dem Hausruck und Kobernauserwald. – Verh. Geol. B.-A. Wien 1950/51, 2.
- THENIUS, E., 1952: Die Säugetierreste aus dem Jungtertiär des Hausruck und Kobernauserwaldes (Oberösterreich) und die Altersstellung der Fundschichten. – Jb. Geol. B.-A. Wien 95, 119–144.
- THENIUS, E., 1983: Niederösterreich im Wandel der Zeiten. Die Entwicklung der vorzeitlichen Tier- und Pflanzenwelt von Niederösterreich. – Katalog NÖ. Lds. Mus. NF. 144, 3, neubearbeitete Auflage 156 S., Wien.
- THEURER, E., 1925: Urgeschichtliches Oberösterreich. – Linz.
- VÖLKEL, J., 1995: Periglaziale Deckschichten und Böden im Bayerischen Wald und seinen Randgebieten. – Z. f. Geomorph. NF. Suppl. 96, 301 S., Borntraeger Berlin-Stuttgart.
- WEGMÜLLER, S., 1985: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen im Schieferkohlengebiet von Gondiswil/Ufhusen. – Jb. d. Oberaargaus 1985, 13–30.
- WILLVONSEDER, K., 1933: Oberösterreich in der Urzeit. – 111 S., Stepan, Wien.
- ZEITLINGER, J., 1961: Das Schneefeld im Kühkar am Großen Priel. – Jb. OÖ. Mus. Ver. 106, 253–266, Linz.
- ZOLLER, H., 1977: Alter und Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. – In: B. FRENZEL (Hsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. Erdgeschichtl. Forsch. 13, 271–281, Steiner-Verl. Wiesbaden.