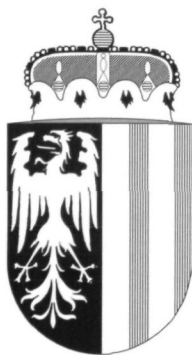


JAHRBUCH
DES
OÖ. MUSEALVEREINES
GESELLSCHAFT
FÜR
LANDESKUNDE

142. Band

1. Abhandlungen



Linz 1997

Inhaltsverzeichnis

Karina Grömer: Urgeschichtliche Besiedlung in Lungitz, Gemeinde Katsdorf, OÖ.	7
Thomas Hiesmayr: Der Burgstall-Oberblasenstein in St. Thomas am Blasenstein, Bezirk Perg, OÖ.	45
Alice Kaltenberger: Das Fundmaterial des Burgstalles Ober-Blasenstein in St. Thomas am Blasenstein, Bez. Perg, OÖ.	53
Benedikt Wagner: Das Wirken des Abtes Konrad II. von Mondsee nach den Quellen seiner Zeit	129
Gerd Pichler: Die Spielkarten des 16. und 17. Jahrhunderts in der Stiftssammlung St. Florian	173
Martin Czernin: Reste eines Augustiner-Chorherren-Antiphonares in der Bibliothek des Benediktinerstiftes Kremsmünster	199
Werner Telesko: Barocke Thesenblätter in der Sammlung von Prof. Adolf Karl Bodingbauer, Steyr	215
Johann Dietrich Pechmann: Im Dienste des Landes ob der Enns: Aufbau und Entwicklung eines eigenen oberösterreichischen Heer- wesens 1618–1620	239
Wolfram Tuschner: Ein Wildschützenlied aus dem Mollnertal aus der Zeit um 1740	255
Walter Luger: Der heilige Adalbero in der Kunst	269
Brigitte Heinzl: Schwarz die Farbe, Gold im Herzen, treu bis in den Tod: Die Kunstsammlung des Hessenmuseums im Oberösterreichischen Landesmuseum	285
Hermann Kohl: Das Eiszeitalter in Oberösterreich	341
Gertrud Th. Mayer: Die Vögel des mittleren Steyrtales (OÖ.) und angrenzender Gebiete	421
Nachruf	447
Besprechungen	455

Jb. Oö. Mus.-Ver.	Bd. 142/I	Linz 1997
-------------------	-----------	-----------

DAS EISZEITALTER IN OBERÖSTERREICH

ABRISS EINER QUARTÄRGEOLOGIE VON OBERÖSTERREICH

Von Hermann Kohl

Mit 3 Abbildungen

Vorwort

Über Einladung des Präsidenten des OÖ. Musealvereins, Vereins für Landeskunde, Herrn Sen.-Rat Dr. Georg Wacha, habe ich die Aufgabe übernommen, den jüngsten Abschnitt der Erdgeschichte Oberösterreichs, die Geologie der Quartärzeit, des Eiszeitalters, in einer zusammenfassenden Abhandlung darzustellen. Damit wird auch den Bestrebungen der Kulturdirektion des Landes Oberösterreich Rechnung getragen, neben der Landesgeschichte auch andere Fachbereiche in größeren zusammenfassenden landeskundlichen Werken anzubieten. Es geht dabei um jenen für unser Dasein entscheidenden Zeitraum, in dem die heutige Landschaft ihre letzte wesentliche Ausgestaltung erfahren hat und somit auch unsere ökologischen Lebensgrundlagen geschaffen worden sind.

Damit soll nicht nur eine große Lücke in unserem landeskundlichen Schrifttum insoferne geschlossen werden, indem die Ergebnisse an sich zahlreicher, oft an schwer zugänglichen Stellen veröffentlichten Teilarbeiten zu einem Gesamtbild verarbeitet werden. Es wird auch zum Ausdruck gebracht, daß der oberösterreichische Raum gerade diesem Forschungsbereich manche Vorteile zu bieten vermag, die dazu beigetragen haben, daß die Eiszeitforschung hier sehr früh Eingang gefunden hat, sei es durch international bedeutende Persönlichkeiten wie Friedrich Simony, Albrecht Penck, Eduard Brückner u. a. sowie auch einheimische Forscher, die namhafte Beiträge dazu geleistet haben, obwohl im Lande kein einschlägiges Universitätsinstitut zur Verfügung steht.

Die folgende Abhandlung wird in drei Teilen erscheinen, von denen der erste in memoriam Friedrich Simony unter dem Titel „150 Jahre Eiszeitforschung in Oberösterreich“ hiermit vorgelegt wird. Der zweite Teil wird „Die eiszeitliche Vergletscherung in Oberösterreich“ und der dritte „Das eiszeitliche Geschehen in den nicht vergletscherten Gebieten (Periglazialraum) und die nacheiszeitliche Entwicklung (Holozän)“ zum Inhalt haben.

Linz 1997, Hermann Kohl

TEIL 1

150 JAHRE EISZEITFORSCHUNG IN OBERÖSTERREICH**Inhaltsübersicht**

	Seite
1 Allgemeine Einführung	342
2 Die Erforschungsgeschichte	350
2.1 Das Pionierzeitalter 1846–1885	351
2.2 Das klassische Zeitalter 1885–1918	353
2.3 Die Zeit der Vertiefung (Zwischenkriegszeit 1918–(1940)1945	356
2.4 Die Zeit der Spezialisierung und Vervollkommenung 1946–1996 (bzw. 1997)	359
2.4.1 Räumliche Schwerpunktbereiche	360
2.4.1.1 Die Region der eiszeitlichen Salzachgletscher	360
2.4.1.2 Der oberösterreichische Zentralraum	364
2.4.1.3 Die Alpinregion der eiszeitlichen Traun-, Alm-, Steyr- und Ennsgletscher mit Lokalvergletscherung	367
2.4.1.4 Die Periglazialgebiete, der nicht von Gletschern und deren unmittelbaren Schmelzwässern gestaltete Raum	371
2.4.2 Thematische Schwerpunktbereiche	374
2.4.2.1 Lößforschung und Bodenkunde	374
2.4.2.2 Holozänforschung	376
2.4.2.3 Fortschritte in der Paläontologie des Pleistozäns	380
2.4.2.4 Der eiszeitliche Mensch in Oberösterreich	384
2.4.2.5 Angewandte Quartärgeologie (Hydrogeologie und Baugeologie)	385
Schriften- und Kartenverzeichnis	387

1. ALLGEMEINE EINFÜHRUNG

Zum besseren Verständnis der Erforschungsgeschichte des Eiszeitalters in unserem Lande seien einige einführende Worte vorausgeschickt. Das Eiszeitalter umfaßt die als Quartär bezeichneten letzten 2 bis 2,4 Mio. Jahre unserer Erdgeschichte. Dieser jüngste Abschnitt ist durch wiederholte kurz- und längerfristige Klimaschwankungen gekennzeichnet, die alle Übergänge von extremen arktischen bis warmgemäßigten Verhältnissen, etwa wie in der Gegenwart und noch etwas wärmer, umfassen. Die ausgeprägten Kaltzeiten werden als Glaziale, die Warmzeiten als Interglaziale, die kleineren Kälte-

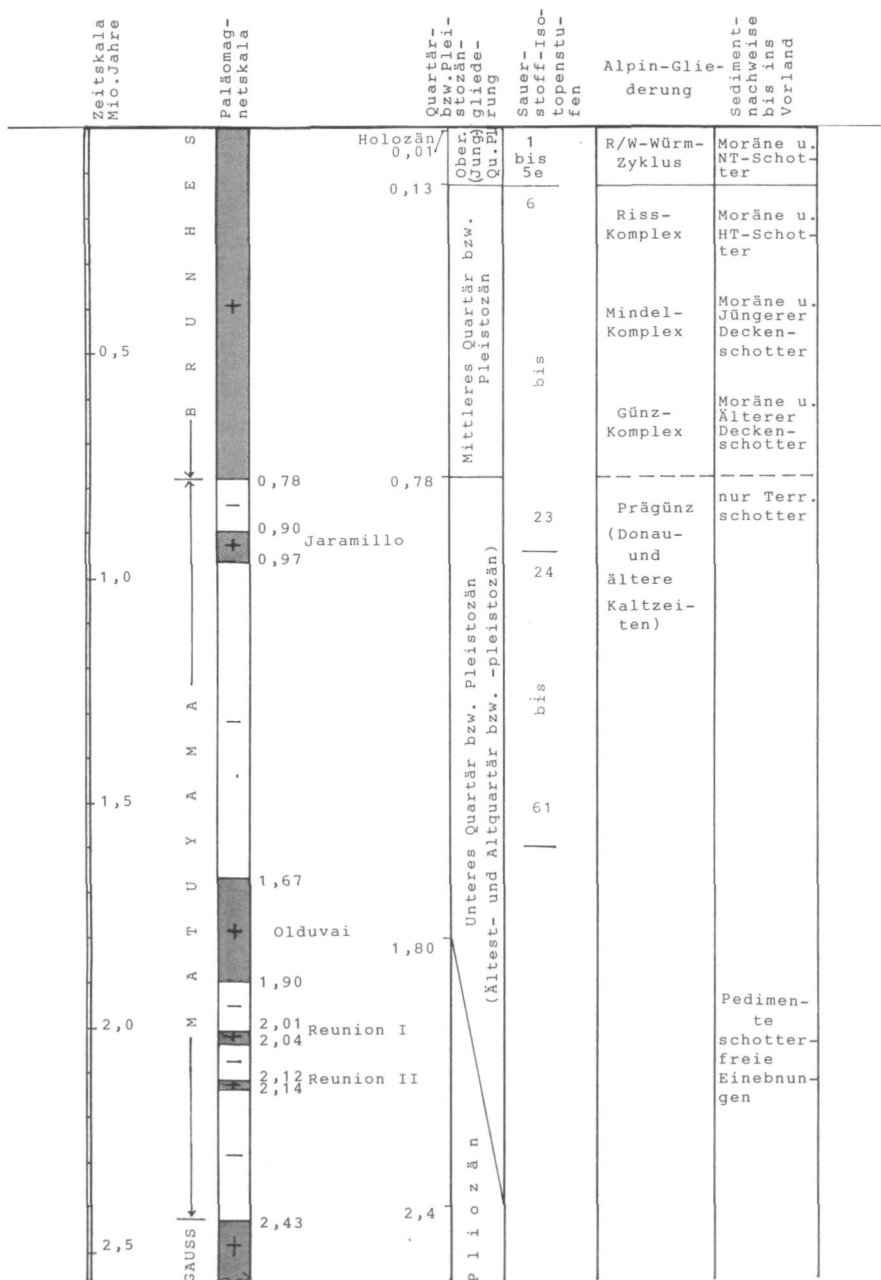
schwankungen als Stadiale und die entsprechenden milden Klimaabschnitte als Interstadiale bezeichnet. Dabei dauerten die jeweils extremen Klimabedingungen immer nur relativ kurze Zeit an, etwa um die 10.000 Jahre, längerfristige Schwankungen aber mehr als 100.000 Jahre. Diesen gegenüber der Tertiärzeit geänderten Lebensbedingungen mußten sich Pflanzen- und Tierwelt, sei es durch Wanderungen oder entsprechende Weiterentwicklung, anpassen. Mit dem Eiszeitalter tritt auch der Mensch in die Erdgeschichte ein. Die Abgrenzung des Quartärs von dem durch tropisches bis gemäßigtes warmes Klima gekennzeichneten Tertiär ist auf dem Geologenkongreß 1948 in London nach marinen Sedimentfolgen in Italien mit dem Auftreten der ersten bis dahin im Mittelmeerraum nicht vorkommenden kaltzeitlichen Fossilien festgesetzt worden. In den Niederlanden gelang eine Abgrenzung mit Hilfe der Pollenanalyse, wobei gewisse zeitliche Differenzen noch nicht völlig geklärt sind.

In der Geologie wird das Quartär in die beiden sehr ungleich langen Abschnitte des Pleistozäns, des Eiszeitalters i. e. S. d. W. und des Holozäns, der geologischen Gegenwart, gegliedert, das nur die letzten 10.000 Jahre umfaßt. Die sehr ungleiche Zeitdauer einerseits, aber auch die Tatsache, daß das Pleistozän z. T. noch stärker ausgeprägte und wohl auch längere Wärmeperioden umfaßt, läßt diese Unterteilung des Quartärs heute problematisch erscheinen, denn es spricht viel dafür, daß das Holozän auch nur eine Warmzeit innerhalb des Eiszeitalters darstellt.

Im Pleistozän sind im Zuge der fortschreitenden Erforschung der alpinen eiszeitlichen Vergletscherungen im Standardwerk von A. PENCK und E. BRÜCKNER „Die Alpen im Eiszeitalter“ (1909) bis zu vier Eiszeiten (Glaziale) unterschieden worden, benannt nach den süddeutschen Flüssen: Günz, Mindel, Riß und Würm, die später durch eine Donau- (EBERL 1930) und Biberzeit (SCHAEFER 1956, 1957) erweitert wurden, womit eine Vollgliederung angestrebt wurde, die auch eine zeitliche Verlängerung auf Kosten der vorausgehenden Tertiärzeit notwendig machte (Abb. 1). Diese Vollgliederung wurde mit den auf astronomischen Parametern beruhenden Schwankungen der Sonnenstrahlung nach Milankovic, einem serbischen Astronomen, in Verbindung gebracht (SOERGEL 1925, 1939 u. a.). Heute findet sie in den Sauerstoff-Isotopen-Untersuchungen der Tiefsee zusammen mit absoluten Datierungen weitgehend ihre Bestätigung (EMILIANI 1966, 1972; EMILIANI & SHACKLETON 1974; SHACKLETON, BACKMANN et al. 1984; SHACKLETON 1989) (Abb. 2). J. KUKLA versuchte, auch die Lößgliederung durch fossile Böden mit den Ergebnissen der Tiefseeforschung in Einklang zu bringen (1970).

Da ja auch während der Kaltzeiten nicht überall Vergletscherungen aufgetreten sind, eignet sich für einen weltweiten Vergleich die Gliederung in Unter- (auch Alt-), Mittel- und Ober- (auch Jung-)Pleistozän (bzw. -quartär) besser, wobei um die jeweils günstigsten Abgrenzungen z. T. noch geringen

Abb. 1 Gliederung des Quartärs und Paläomagnetkala



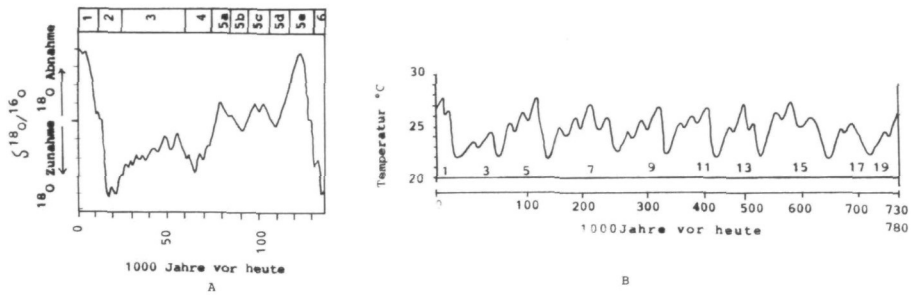


Abb. 2, A: Sauerstoffisotopenverhältnis während des letzten Interglazial/Glazialzyklus. B: Davon abgeleitete Temperaturkurve für das obere und mittlere Pleistozän.

A. Schwankungen des Isotopenverhältnisses $\delta^{18}O$ im Laufe des letzten Interglazial/Glazialzyklus mit den Isotopenstufen 1–5, verallgemeinert aus den Ergebnissen von verschiedenen Tiefseebohrungen nach N. J. Shackleton (a. a. 1989, auch J. Mangerud 1991). Neben den mit Minimalwerten von $\delta^{18}O$ (nach oben hin) vertretenen Warmzeiten des letzten Interglazials und des Holozäns zeigen sich während der letzten Kaltzeit (Weichsel- bzw. Würmeiszeit) deutlich drei Abschnitte: ein unterer frühglazialer mit den ersten ausgeprägten Kälteeinbrüchen zwischen mindestens zwei entsprechenden Wärmeschwankungen (Stufe 5e–5a), ein mittelglazialer, beginnend mit einem deutlichen Kälteeinbruch (Stufe 4) und nachfolgenden abnehmenden wärmeren Schwankungen (Stufe 3) und ein oberer, die letzte Kalteiszeit abschließender größter Kälteeinbruch (Stufe 2) mit maximalen $\delta^{18}O$ -Werten.

B. Aus dem Sauerstoffisotopenverhältnis $^{18}O/^{16}O$ ermittelte Temperaturkurve von Bohrkernuntersuchungen in der Karibik nach C. Emiliani (1972) während des Ober- und Mittelpleistozäns mit Angabe der von C. Emiliani eingeführten Isotopenstufen (1955) bis zur letzten Umkehr des Magnetfeldes (Brunhes/Matuyamagrenze). Für die Alterseinstufung wird versucht, die heute anzunehmenden Daten heranzuziehen, woraus sich die unregelmäßigen Abstände für gleiche Zeiträume ergeben. Die bereits vorliegende große Zahl von Tiefsee-Isotopenuntersuchungen aus den dort abgelagerten Plankton-Kalkschalen erlaubt nicht nur die Berechnung der damals im Meerwasser herrschenden Temperaturen, sie ergeben trotz örtlicher Abweichungen in den Amplituden der daraus rekonstruierten Kurve gute Übereinstimmung im allgemeinen Verlauf. Daraus kann auf weltweit annähernd gleichzeitige Klimaschwankungen geschlossen werden.

wird. Für die Grenze Unter-(Alt-)/Mittelpleistozän wird auf dem XII. INQUA-Kongreß 1987 in Ottawa/Kanada vorläufig die letzte Umkehr des Magnetfeldes (Matuyama/Brunhes) vor etwa 780.000 Jahren und für den Beginn des Ober-(Jung-)Pleistozäns (bzw. -quartärs) die Basis der Isotopenstufe 5 vorgeschlagen (siehe Abb. 1), mit der der letzte interglaziale-glaziale Zyklus (Eem- bzw. Riß/Würm-Interglazial und Würm- bzw. Weichsel-Eiszeit) vor etwa 130.000 Jahren einsetzt.

Für den alpinen Raum empfiehlt es sich an dem Gerüst des erweiterten Penck'schen Systems festzuhalten, dieses aber, um es vergleichbar zu machen, in das größere heute weltweit anerkannte System einzuordnen und

es auch für weitere Untergliederungen offen zu halten. Die großen bis ins Vorland reichenden alpinen Vergletscherungen im Sinne A. Pencks sind nach oben angegebener Gliederung wohl ins Mittel- und Oberpleistozän einzuordnen. Zur Zeit der größten Vergletscherungen betrug der Abstand von der bis an den Rand der deutschen Mittelgebirge reichenden nordischen Inlandvereisung und den Alpengletschern etwa 300 km, zur Zeit der letzten (Würm- bzw. Weichsel-)Eiszeit 450 km. Oberösterreich war im Süden zeitweise bis ins Alpenvorland hinein von alpinen Gletschern bedeckt. Der zwischen den beiden Eismassen Europas liegende nicht vergletscherte (periglaziale) Raum wurde in den Niederungen des Vorlandes von Lößsteppe, in den höheren Lagen des Böhmisches Massivs von Frostschuttundra eingenommen. Der Wald war zu dieser Zeit auf Süd- und als Waldtundra z. T. auf Südost- und Osteuropa beschränkt. Innerhalb dieses Periglazialraumes inmitten Europas trugen nur die höchsten Mittelgebirge lokale Vergletscherungen, was auch für die höchsten Teile des Böhmerwaldes zutrifft.

Im Bereich der alpinen Vergletscherung nimmt Oberösterreich insofern eine besondere Stellung ein, als die Vorlandvergletscherung nach Osten hin rasch zurückweicht und dann die letzten großen Gletscher zumindest der letzten Eiszeit schon tief im Gebirge enden (Steyrtal, Ennstal, Ybbstal). Dabei fällt die nach Osten rasch zunehmende Differenz zwischen den Alt- und Jungmoränen auf, die noch am Traungletscher wenige Kilometer beträgt, am Steyr-, Krems- bzw. am Ennsgletscher aber bereits 40 km. Es vollzieht sich somit in unserem Raum die Auflösung des geschlossenen alpinen Eisstromnetzes in eine Talvergletscherung, die noch weiter im Osten von der nicht mehr zusammenhängenden Lokalvergletscherung der höheren Gebirgsstöcke (Hochschwab, Rax, Schneeberg usw.) abgelöst wird (vgl. Abb. 3 und Karte D. v. HUSEN 1987). Wir müssen auch davon ausgehen, daß die Kaltzeiten nicht nur Temperaturerniedrigungen (bei uns bis > 10 Grad Celsius) gebracht hatten, sondern auch beachtliche Einbußen an Niederschlägen, was zumindest zeitweise zu einer stärkeren lokalen ökologischen Differenzierung führen mußte. So ist damit zu rechnen, daß gerade in Interstadialzeiten infolge der Staulage am Alpenrand noch ausreichend Niederschläge für einen Waldbestand fielen, nicht mehr aber im Vorland, wo gleichzeitig Lößsteppe vorherrschte. Es hat also Zeiten gegeben, in denen neben einer oberen Waldgrenze auch eine untere (Trocken-)Grenze bestand (KOHL 1989a).

Die eiszeitlichen Vergletscherungen, aber auch die kaltzeitlichen Prozesse außerhalb der unmittelbaren Gletschereinwirkung haben unser heutiges Landschaftsbild entscheidend geprägt. Im inneralpinen Gebiet ist es vor allem die Glazialerosion, deren Ausmaß zwar lange umstritten war, deren Folgen aber doch, wenn auch gesteinsabhängig, vor allem in den höheren Gebirgsgruppen überall sehr eindrucksvoll zum Ausdruck kommen. Ob es die zu

Karen umgestalteten Quelltrichter, die oft elegant konkav versteilten Talgehänge der zu Trogtälern umgeformten ehemaligen Kerb- oder Kastentäler sind oder das ausgeprägte Kargebirge der höheren Kalkalpenstöcke (Dachstein, Totes Gebirge, Höllengebirge), mit ihrer vom Eis überformten Rundhöckerlandschaft der verkarsteten Hochflächen und den über die Steilstufen in die Täler herabführenden ehemaligen Gletschergassen; alle diese Formen helfen mit, uns eine Vorstellung über die eiszeitliche Gletscherlandschaft zu machen. Für den jeweils anschließenden Talverlauf ist die Anlage übertiefter, mitunter seenerfüllter Wannen zwischen Felsschwellen charakteristisch, bei deren Ausbildung, wie etwa im Trauntal, mehrere Ursachen zusammenwirkten; einmal ist es die in der Natur des Gletschereises begründete Fortbewegung des Gletschers, die in Abhängigkeit vom Relief die Talsohle mehr oder weniger erodiert; andererseits spielen Gesteinsverhältnisse und tektonische Störungen eine wesentliche Rolle. Außerdem darf nicht übersehen werden, daß heute oft stark übertiefte Wannen das Ergebnis wiederholter kaltzeitlicher Vergletscherungen sind.

Die großen von Gletschern und deren sommerlichen Schmelzwässern transportierten Schuttmassen sind jedoch nicht allein auf die Eiserosion zurückzuführen, der größere Anteil entfällt auf Schuttmassen der das Eis überragenden Felsbereiche (Nunataker) und der nicht vergletscherten Randalpen der Flyschzone, die den kaltzeitlichen Verwitterungs- und Abtragungsprozessen wie Frostsprengung, verstärktem Bodenfließen (Solifluktion) u. dgl. ausgesetzt waren. Die erwähnten Schuttmassen werden entweder im Gletscherbett als Grundmoräne, an dessen Rand als Seiten- und schließlich am Ende als Endmoräne abgelagert oder durch Schmelzwässer weitertransportiert. Dieser glazifluviale Transport beginnt schon an der sommerlichen Schneegrenze, führt den Gletscherrand entlang und vereinigt sich am Gletscherende mit dem Übergangskegel aus den Endmoränen, wobei anschließend die Schüttung entweder in Form großer flacher Schwemmfächer erfolgt, wie beim Älteren Deckenschotter in der Traun-Enns-Platte, oder in Form von talgebundenen Schottersträngen bis zum Vorfluter Donau. Dabei weicht die Gefällskurve dieser glazifluvialen Schüttungen insofern vom heutigen Flußgefälle ab, als der Abstand zum heutigen Fluß (Inn, Traun, Alm, Steyr, Enns) von den Moränen an bis zur Mündung zunehmend geringer wird. Auch die Donau wird in den Kaltzeiten durch die glazifluvialen Schüttungen der Gletscherabflüsse und zusätzlich den periglazialen Abtragungsschutt ihres unmittelbaren Einzugsgebietes stark überladen und damit bei geringerer Wasserführung ebenfalls zur Aufschüttung gezwungen. Dabei wird ihr Gefälle durch die großen Schmelzwasserschüttungen der nahen Gletscher zwar vorübergehend gestört, der Strom setzt aber immer wieder sehr schnell sein eigenes Regime durch, was sich z. T. in einer Aufspaltung der Terrassenniveaus auswirkt.

Die stellenweise zumindest im Moränenbereich bis etwa 100 m Mächtigkeit erreichenden eiszeitlichen Schüttungen haben weite Teile des oberösterreichischen Alpenvorlandes neu gestaltet. Das sind im Süden die Moränenlandschaften, an der Salzach auch das äußere Zungenbecken des letzteiszeitlichen Salzachgletschers und anschließend an die Moränen die großen Terrassentäler des Inn, der Traun und der Enns sowie die Traun-Enns-Platte und auch die drei Donauweitungen Oberösterreichs.

Zu den Besonderheiten in Oberösterreich zählt, daß bei allen noch das Vorland erreichenden Gletschern (Salzach-, Traun-, Alm- und Steyr-Krems-Gletscher) auch Endmoränen der Günzeiszeit erhalten sind. Damit gibt es vier volle glaziale Serien, was bedeutet, daß hier die Gletscher dieser Eiszeit am weitesten ins Vorland reichen, während weiter westwärts die Günz-moränen unter Mindel- und schließlich sogar unter Rißmoränen untertauchen. Auch prägünzzeitliche pleistozäne Schotter sind erhalten, von denen jene von Reuharting-Schnelling und wohl auch die Eichwaldschotter des Inn Tales am ehesten der Donau eiszeit zugeordnet werden können, ohne daß jedoch eine Verknüpfung mit Moränen nachgewiesen werden kann.

Im öö. Kremstal bezeugt die Weiße Nagelfluh eine selbständige kaltzeitliche Schüttung, die sowohl von den liegenden Günz- wie auch von den hangenden Mindelsedimenten durch sehr ausgeprägte Verwitterungshorizonte (Bodenbildungen) getrennt ist. Im Bereich des Traun- und des Steyr-Krems-Gletschers fällt eine deutliche Untergliederung der Rißmoränen auf, die nicht allein durch geringfügige Oszillationen erklärbar ist. Gut läßt sich der Ablauf der Würmvergletscherung am ehemaligen Salzach- vor allem aber an den Zweigen des Traungletschers verfolgen, wo am Mondsee das letzte Inter-glazial und die frühwürmzeitlichen Wärmeschwankungen palynologisch gut nachweisbar sind, wie im inneren Salzkammergut die späteiszeitlichen Gletscherstände bis zum Dachstein, dem östlichsten heute noch vergletscherten Gebirgsstock der Alpen.

Außerhalb des von Gletschern und deren Schmelzwässern gestalteten Raumes waren die völlig anders ablaufenden Prozesse des Periglazialbereiches maßgebend, wo die Auswirkungen des Frostes, z. T. Dauerfrostes und Frostwechsels, ebenfalls zu bedeutenden Massenverlagerungen geführt haben. So sind die Spuren der Frostschuttundra besonders in den Hochlagen der Böhmisches Masse (Mühlviertel und Sauwald) mit ihren Blockströmen und weit verbreiteten Frostschuttedecken hervorzuheben. Weniger auffallend aber überall anzutreffen sind auch kaltzeitliche Solifluktionsmassen im Tertiärhügelland aber auch im älteren Quartärbereich des Alpenvorlandes. Dort sind in den autochthonen (nicht von Gletscherschmelzwässern beeinflussten) Tälern aus dem anfallenden Lockermaterial entsprechende periglaziale Schutterassen aufgebaut worden.

Eine besondere Rolle spielen die häufig durch warmzeitliche fossile Bodenbildungen (Paläoböden) gegliederten Löß- und Staublehmdecken, die neben der Gliederung in Kaltzeiten mitunter auch wertvolle Aussagen über den Klimaablauf einer Kaltzeit zulassen.

Über das natürliche Geschehen während des Holozäns geben neben den rezenten Gletscherschwankungen auf dem Dachstein Untersuchungen in den Donauebene, die unter ganz anderen Bedingungen als in den Kaltzeiten stattfindenden Massenbewegungen und nicht zuletzt die Moorforschung wertvolle Anhaltspunkte ab.

Maßgebende Beiträge zur Kenntnis über die Entwicklung der Pflanzenwelt, ihre Reaktion auf die Klimaschwankungen, aber auch einwanderungs- oder ausbreitungsbedingte Veränderungen und vor allem zur späteiszeitlichen Wiederbewaldung liefern pollenanalytische (palynologische) Untersuchungen. Zahlreiche Funde geben auch Zeugnis von der eiszeitlichen Tierwelt und deren Veränderungen vor allem im Spätglazial, wozu Höhlenfunde und schließlich gezielte Höhlengrabungen unter Einsatz moderner Untersuchungsmethoden wesentlich beitragen. Schließlich ist auch die lange umstrittene Anwesenheit des Menschen während des Eiszeitalters in Oberösterreich und selbst dessen Vordringen in der mittleren Würmeiszeit bis ins Hochgebirge nun ausreichend bestätigt.

Die große stoffliche Vielfalt, die vielseitigen Untersuchungsmethoden und Datierungsmöglichkeiten haben die Eiszeitforschung längst zu einem eigenen multidisziplinären Zweig innerhalb der herkömmlichen Geowissenschaften werden lassen. Dazu tragen die Palynologie (Pollenanalyse), Pedologie (Bodenkunde), Dendrochronologie (Auswertung der Jahresringe an Baumstämmen), Urgeschichtsforschung u. a. sowie die Geophysik und -chemie mit Paläomagnetforschung, absoluten Altersdatierungen, Temperaturanalysen mittels der Sauerstoff-Isotopen $^{16}\text{O}/^{18}\text{O}$ wesentlich bei.

Zur Förderung der Eiszeitforschung wurde 1928 in Kopenhagen die Internationale Quartärvereinigung (INQUA) gegründet, die alle vier Jahre auf Kongressen neue Ergebnisse erörtert und eigene Kommissionen zur Verfolgung bestimmter Ziele einsetzt. Nach dem 2. Weltkrieg folgte 1948 die Gründung der Deutschen Quartärvereinigung (DEUQUA), an der auch die Vertreter der deutschsprachigen Länder Österreich und der Schweiz mitarbeiten, die alle zwei Jahre Tagungen mit Exkursionen abhält und seit 1951 die Zeitschrift „Eiszeitalter und Gegenwart“ herausgibt. Inzwischen sind weitere nationale Vereinigungen zur Förderung dieses Forschungszweiges entstanden. Auch auf die große praktische Bedeutung der Eiszeitforschung für die Rohstoffsicherung, Wasserversorgung und -reinhaltung, Bodennutzung, Umweltprobleme, Baugeologie, Erfassung von Risikofaktoren usw. soll nicht vergessen werden.

2 DIE ERFORSCHUNGSGESCHICHTE

Dieser erste Abschnitt des in drei Teilen geplanten Werkes einer Quartärgeologie von Oberösterreich befaßt sich aus gegebenem Anlaß mit der Eiszeitforschung in Oberösterreich seit 150 Jahren. 1846 hatte der anfangs als Geologe tätige Dachsteinforscher und Geograph Friedrich Simony (1813–1896) über die ersten Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Oberösterreich berichtet. Seither riß die immer intensiver werdende Befassung mit diesem Thema nicht mehr ab und führte bald zur Erkenntnis, daß gerade Oberösterreich für die Zeit der vielfältigen alpinen bis ins Alpenvorland reichenden Vergletscherungen des Eiszeitalters viel zu bieten hat.

Das Jahr 1996 ist aber nicht nur für die Eiszeitforschung in Oberösterreich ein Jubiläumsjahr, es ist auch gleichzeitig ein Gedenkjahr an den vor 100 Jahren gestorbenen großen und unermüdlichen Forscher und Begründer der Lehrkanzel für Geographie an der Universität Wien (1851) Friedrich Simony, dem das OÖ. Landesmuseum die Ausstellung „Friedrich Simony (1813–1896), ein Leben für den Dachstein“ (Katalog 1996) und die Universität Wien die Ausstellung „Per aspera ad astra, Friedrich Simony zum 100. Todestag“ in der Universitätsbibliothek gewidmet haben. Außerdem hat das Institut für Geographie der Universität Wien den Geographischen Jahresbericht LIII als Friedrich-Simony-Gedenkband herausgegeben (1996).

Diese erste Nachricht Simonys über Spuren einer „vorgeschichtlichen Eiszeit“ nahm 100 Jahre später der profunde Kenner der Materie, Ludwig WEINBERGER, zum Anlaß, um erstmals einen zusammenfassenden Überblick über die hundert Jahre Eiszeitforschung in Oberösterreich zu geben (1948). Seither sind weitere 50 Jahre vergangen, in denen die Eiszeitforschung nicht nur international, sondern auch in Oberösterreich zu wesentlichen neuen und erweiterten Erkenntnissen gelangt ist, die längst einer zusammenfassenden Darstellung bedürfen.

Der Vollständigkeit halber soll die von Weinberger eingehend behandelte Zeit bis zum Ende des 2. Weltkrieges nicht ausgeklammert werden; es genügt aber neben einigen Ergänzungen sich auf einen Überblick über die wesentlichen Entwicklungen zu beschränken und im übrigen auf von Weinberger z. T. sehr eingehend behandelte Details zu verweisen. Für den älteren Abschnitt finden sich auch viele Hinweise auf Einzelbeobachtungen bei A. BÖHM v. BÖHMERSHEIM (1885), die nicht im einzelnen wiederholt werden sollen. Dagegen wird versucht, die letzten 50 Jahre seit dem 2. Weltkrieg mit besonderer Sorgfalt zu behandeln, wobei Vollständigkeit nicht erreichbar ist, da nicht alle Arbeiten veröffentlicht sind (Gutachten) oder in den Bereich der hier zur z. T. mitbehandelten angewandten Geologie fallen, andere im Grenzbereich zu Nachbardisziplinen liegen oder, meist Diplom- und Seminarar-

beiten, besonders des Auslandes, hierzulande nicht immer bekannt sind. Eine Einschränkung war auch bei Sekundär- und wissenschaftlich weniger bedeutenden Schriften notwendig, wie es auch nicht möglich war, alle Einzelbeobachtungen anzuführen. Auch auf die einschlägigen Berichte in größeren Werken zur Geologie und Geographie Österreichs wurde nicht eingegangen, weil deren Inhalt ohnehin weitgehend in den behandelten Originalarbeiten enthalten ist.

Die nachfolgende Darstellung knüpft für die ersten 100 Jahre an das Gliederungsprinzip Weinbergers an und übernimmt für die beiden ersten Abschnitte auch dessen sehr zutreffende Bezeichnungen „Pionierzeitalter“ bis etwa 1885 und „klassisches Zeitalter“ bis zum Ende des ersten Weltkrieges. Für den dritten, die Zwischenkriegszeit betreffenden Zeitraum soll jedoch die inzwischen überholte Bezeichnung „moderne Zeit“ durch „Zeit der Vertiefung“ ersetzt werden. Die neu hinzukommenden letzten 50 Jahre können als „Zeit der Spezialisierung und Vervollkommnung“ bezeichnet werden, wobei die Fülle und Vielseitigkeit des Materials mit grundsätzlichen neuen Erkenntnissen eine weitere Aufgliederung in räumliche und thematische Schwerpunktbereiche notwendig macht.

2.1 Das Pionierzeitalter 1846–1885

Später als in der Schweiz wurden in Oberösterreich die ersten Spuren eiszeitlicher Vergletscherung durch Friedrich SIMONY entdeckt, der außerhalb der heutigen Dachsteingletscher zunächst im inneren Salzkammergut noch vor der Mitte des 19. Jh. und bald auch weiter Trauntal abwärts Rundformen, Gletscherschliffe, Findlinge und Moränen als vom Gletschereis verursacht erkannt und auf eine „vorgeschichtliche Eiszeit“ zurückgeführt hat, worüber er ab 1846 berichtet (1846–48, 1850, 1851). 1869 und 1875 folgen neben weiteren vielfältigen Beobachtungen und Erklärungsversuchen auch bereits Hinweise auf mehrere Eiszeiten. Auf die vielen nicht unmittelbar die quartäre Vergletscherung des Salzkammergutes betreffenden geographischen Arbeiten Simonys kann in diesem Zusammenhang nicht eingegangen werden.

Simony, der die Dachsteingletscher zur Zeit ihrer Hochstände um die Mitte des 19. Jh. kennengelernt hatte, hat auch bereits die Notwendigkeit erkannt, deren laufende Veränderungen zu beobachten und festzuhalten; er ist somit der erste, der in den Ostalpen schon ab 1840 bis in die 90er Jahre hinein Gletscherbeobachtungen durchgeführt hat (u. a. 1885, 1891, 1895). Darüber berichten H. SPREITZER (1962), H. NAGL (1996) und R. MOSER (1996). Das umfangreiche, weit über unser Thema hinausgehende Lebenswerk des Gletscherforschers und Geographen Friedrich Simony wird von maßgebenden Gelehrten wie A. PENCK (1898), A. BÖHM v. BÖHMERSHEIM (1899), F. MORTON

(1925), H. NAGL (1996), J. KRETSCHMER (1996) u. a., aber auch Vertretern des wissenschaftlichen Nachwuchses (KAINRATH 1993, 1996) und Publizisten (LEHR 1996) gewürdigt.

Simony konnte sich bei der Deutung seiner Beobachtungen auf die schon weiter zurückreichenden Erkenntnisse in der Schweiz stützen. Dort hatten schon 1786 ortsfremde (erratische) Blöcke (Findlinge) im Wallis und am Fuße des Jura gebirges oberhalb des Neuenburger Sees, glattgeschliffene Felswände und außerhalb der gegenwärtigen Vergletscherung gelegene Moränen naturverbundene Menschen auf den Gedanken gebracht, daß diese Erscheinungen nur auf einst größere Gletscher zurückzuführen wären. Der Forstingenieur Ignaz VENETZ stieß, fest von dieser Idee überzeugt (1830), anfangs auf Widerstand, paßte doch diese Vorstellung nicht zu der von der Fachwelt vertretenen Lehrmeinung einer Drift- bzw. Katastrophentheorie, nach der aus Skandinavien stammende Findlinge in Norddeutschland von gewaltigen sintflutartigen Überschwemmungen durch vertrifftete Eisberge transportiert worden wären. Daher auch die alte Bezeichnung Diluvium (Überschwemmung) für das Eiszeitalter. Venetz konnte jedoch bald den Salinendirektor in Wallis, Jean de Charpentier, und wenig später auch den Geologieprofessor Louis Agassiz aus Neuenburg von der Richtigkeit seiner Auffassung überzeugen. Sie trugen schließlich diese neuen Erkenntnisse auf den Versammlungen der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft, CHARPENTIER 1834 in Luzern (1835) und AGASSIZ 1837 in Neuenburg vor (1837).

Wenn es auch trotz vereinzelter, den neuen Weg weisender Stimmen auch in anderen Gebieten noch bis weit in die 2. Hälfte des 19. Jh. hinein gedauert hat, bis die letzten Vertreter der alten Theorie allmählich verstummt sind, so war die Idee der Vergletscherung eines Großteils der Schweiz und damit einer großen Eiszeit geboren. Der Begriff „Eiszeit“ wurde 1837 vom Münchner Botaniker Karl Schimper erstmals verwendet (VOGLER 1889 in KLEBELSBERG 1948; Bd. I, S. 8, Bd. II 1949, S. 405).

In das Pionierzeitalter fallen somit, beginnend mit Simony ab 1846, die ersten richtigen, anfangs oft noch zögernd geäußerten Deutungen von Eiszeit Spuren, vor allem von Moränen, erratischen Blöcken und Gletscherschliffen und die Sammlung solcher meist noch unzusammenhängender Beobachtungen (Einzelheiten dazu bei WEINBERGER 1948 und auch PENCK – BRÜCKNER 1909/I). Sehr rasch folgen Beobachtungen auch anderer Forscher, auch außerhalb des Trauntales, die Schlüsse auf frühere Vergletscherungen oder zumindest auf Ablagerungen aus der Quartärzeit zuließen, wie etwa von A. MORLOT (1847, 1849), J. ČížEK (1852), M. v. LIPOLD (1852), D. STUR (1855) und dem Linzer Museumskustos C. EHRLICH (1850, 1852), der auch bereits auf bedeutende Lößablagerungen bei Linz und im oberösterreichischen Donauraum hinweist, später auch von P. G. HAUENSCHILD, der über „Reste der Glacialperiode“ im Alm- und Steyerlingtal und im Sensengebirge berichtet

(1870, 1871). E. v. MOJSISOVICS konnte bereits einen Traungletscher bis nördlich Gmunden nachweisen und dort schon Jung- und Altmoränen unterscheiden sowie auf eine Verbindung dieses Gletschers mit dem Salzachgletscher hinweisen (1868). Nach ersten Beobachtungen von Eiszeitspuren auch im ehemaligen Salzachgletschergebiet Oberösterreichs durch die oben genannten Forscher folgen durch L. RÜTIMEYER (1876), F. STARK (1873) und schließlich den Salzburger Gymnasialprofessor Eduard Richter, einen Schüler Simonys und späteren Professor an der Univ. Graz, Versuche, die Ausdehnung dieses großen Vorlandgletschers zu ermitteln. RICHTER konnte erstmals Moränen in diesem Gebiet nachweisen (1881).

Wie groß in dieser Zeit die Unsicherheit einer richtigen Deutung glazigener Erscheinungen noch war, kann u. a. einer Arbeit B. G. BONNEYS (1873) entnommen werden, der neben der Ausschürfung der Seebecken durch Gletscher auch die Verzweigungen des westlichen Traungletschers bestreitet und die Moränen von Gmunden durch Fluten erklärt.

In diese Frühzeit fallen auch bereits erste Hinweise auf eine Vergletscherung des Böhmerwaldes (J. PARTSCH 1882, A. PENCK 1884), über deren Ausdehnung es noch sehr verschiedene Ansichten gab (vgl. BAYBERGER 1896).

Noch fehlten aber trotz der großen Fortschritte, die etwa Mojsisovic geglückt sind, die größeren Zusammenhänge der Decken- und Terrassenschotter des Alpenvorlandes mit der eiszeitlichen Vergletscherung, obwohl es schon vereinzelt frühe Hinweise auf das quartäre Alter dieser Sedimente (z. B. von A. BOUÉ um 1832 u. a.) bezüglich der Traun-Enns-Platte gibt, während diese viel später noch von namhaften Geologen wie F. HAUER (1950 a und b), C. EHRLICH (z. T. die Konglomerate der Älteren Deckenschotter (1850, 1852), ČZJŽEK (1852), D. STUR (1855) u. a. wenigstens noch für tertiär gehalten wurden.

Erst A. PENCK hat nach seinen Erfahrungen im süddeutschen Alpenvorland auch in Oberösterreich diese Schotter in eine „Decke der diluvialen Nagelfluh“ sowie in „Hoch- und Niederterrassenschotter“ gegliedert, wobei er letztere bereits mit Moränen verbindet und auf LÖß- bzw. Lehmdecken verweist, die den NT-Schottern fehlen (1890). Damit schließen wir bereits an A. Penck an, der mit seinem ersten großen zusammenfassenden Werk das folgende Zeitalter einleitet.

2.2 Das klassische Zeitalter 1885–1918

Mit dem Werk A. PENCK's „Die Vergletscherung der deutschen Alpen“ (1882), das zwar unser Gebiet noch nicht behandelt, wird erstmals ein auch für die spätere Eiszeitforschung immer wieder zu neuen Untersuchungen herausfordernder größerer Raum eingehend untersucht und zusammenfassend darge-

stellt, womit der Grundstein für die weitere Eiszeitforschung in den Alpen gelegt wird. Mitte der achtziger Jahre folgen auf österreichischem Gebiet die Monographien über die Vergletscherung des Enns- und Steyrtales von AUGUST BÖHM VON BÖHMERSHEIM (1885) und über den eiszeitlichen Salzachgletscher von EDUARD BRÜCKNER, des Schülers und späteren Mitarbeiters A. Pencks (1886). Böhm sammelt nicht nur sorgfältig die älteren Beobachtungen, er versucht auch aus den Erfahrungen seiner zweijährigen eigenen Begehungen ein Gesamtbild über die Vergletscherung dieser Täler zu gewinnen. Dabei setzt er sich eingehend mit der Terrassenbildung, den Vorgängen der Akkumulation und Erosion auseinander sowie mit Hilfe der Funde erratischen Materials auch mit den jeweiligen Gletscheroberflächen, woraus er auf das Ende eines eiszeitlichen Ennsgletschers unterhalb Altenmarkt schließt. Er untersucht auch sorgfältig die Eisabflüsse über Wasserscheiden in den Kalkalpen, wobei er dem Steyrgletscher wenig Eis aus dem Ennstal zubilligt und das weit im Norden angenommene Ende bei Molln vor allem auf eine starke Lokalvergletscherung der Kalkalpen zurückführt. Es fehlt also noch eine entsprechende Unterscheidung der Gletscher verschiedener Eiszeiten, obwohl er bereits auf ältere, unter einer Moräne liegende ebenfalls eiszeitliche Konglomerate und interglaziale Breccien hinweist. Brückner ging bei seinen Untersuchungen am ehemaligen Salzachgletscher von Beobachtungen an rezenten Gletschern aus und kommt unter Nutzung der vielseitigen Vergletscherungsspuren zu einem Gesamtbild, das er auch auf einer Übersichtskarte 1:250.000 festhielt. Mit Hilfe seiner scharfen Beobachtungsgabe konnte Brückner sehr gut Jung- und Altmoränen unterscheiden und deren Zusammenhänge mit Terrassen erkennen. Damit konnte er auch hier die schon vorher von A. Penck weiter westlich erkannte Dreigliederung der Eiszeit bestätigen. E. FUGGER und C. KASTNER haben bereits vorher im Salzachgebiet eine mehrmalige Vergletscherung nachgewiesen (1883). Wenige Jahre später berichtet PENCK, daß ihm im Illergebiet eine Teilung des Deckenschotter gelungen sei, die sich auch im Rheingletschergebiet fortsetzt, womit er wegen der Verknüpfung mit Moränen den Nachweis für eine vierte Eiszeit erbringt (1899). In Oberösterreich erwähnt er in diesem Zusammenhang die vier ausgeprägten Terrassen im Ennstal bei Steyr.

Den Höhepunkt dieses Zeitalters bildet das große zusammenfassende dreibändige Werk A. PENCK'S und E. BRÜCKNER'S „Die Alpen im Eiszeitalter“ (Einzellieferungen 1901–08, bzw. dreibändig 1909).

Albrecht Penck (1858–1945) stammte aus Sachsen, war dann von München kommandiert 1885–1906 als Nachfolger F. Simonys Professor für physische Geographie an der Universität Wien, anschließend 1906–26 in Berlin. Sein geniales Lebenswerk, das weit über die Eiszeitforschung hinausgeht, ist in zahlreichen Nachrufen gewürdigt worden (u. a. von J. SÖLCH 1946, G. GÖTZINGER 1947, H. SPREITZER 1951, J. MARCINEK 1983). Eduard Brückner war

bereits in München Schüler A. Pencks und dann Nachfolger auf dessen Lehrstuhl in Wien (Nachrufe: A. PENCK 1928 und S. FINSTERWALDER 1928).

Das Standardwerk dieser beiden Forscher über die Eiszeit in den Alpen bietet neben den so wesentlichen allgemeinen Erkenntnissen zum Verständnis der Quartärablagerungen auch erstmals ein Gesamtbild über das Ausmaß und die Vergliederung der jeweils durch Warmzeiten getrennten eiszeitlichen Vergletscherungen und deren Schmelzwasserschüttungen im gesamten Alpenraum und damit auch in Oberösterreich. Die Benennung der großen alpinen Vergletscherungsperioden nach den bayerischen Flüssen Günz, Mindel, Riß und Würm hat bis in die Gegenwart herauf ihre Bedeutung beibehalten. Wenn später in der Zuordnung einzelner Lokalitäten Korrekturen und auch eine Erweiterung bezüglich der Gliederung des Eiszeitalters zu einer Vollgliederung oder Änderungen in der Auffassung spezieller Fragen wie die eiszeitliche Temperaturniedrigung, Lößentstehung usw. notwendig wurden, so tut das der genialen Gesamtkonzeption dieses Werkes keinen Abbruch. Die heute noch markanten Schlüsselstellen für die Quartärgliederung in Oberösterreich, etwa die Terrassenfolge im unteren Ennstal, die ältere quartäre Sedimentfolge bei Kremsmünster, das Moränenamphitheater nördlich Gmunden und der Raum des Salzachgletschers mit dessen Vorland haben wesentlich zur Untermauerung von Penck's Lehrgebäude beigetragen. Die Erstreckung der großen eiszeitlichen Salzach-, Traun-, Alm-, Steyr- und Ennsgletscher konnte für die Würmeiszeit und auch die älteren Eiszeiten, noch nicht für die Günzeiszeit, jeweils durch glaziale Serien (bestehend aus Grundmoräne, Endmoräne, Übergangskegel mit anschließender Schotterterrasse) belegt werden.

Damals beginnt auch die Zeit großer internationaler Exkursionen, wie die von A. Penck und E. Richter geführte Glazialexkursion in die Ostalpen zum 9. Internationalen Geologenkongreß in Wien 1903 (dazu Führer von PENCK & RICHTER 1903 und auch das 1903 erschienene Blatt Salzburg der geol. Spezialkarte 1:75.000), wobei auch die in Oberösterreich bekannten Schlüsselstellen aufgesucht wurden. Große Exkursionen der internationalen Fachwelt haben auch später immer wieder die Lokalforschung in Oberösterreich angeregt, zur raschen Verbreitung der jeweiligen Kenntnisse und zu einer fruchtbaren Zusammenarbeit über den engen Raum hinaus beigetragen. Richtungsweisend für alle späteren Arbeiten in der Traun-Enns-Platte war das im Führer enthaltene Kärtchen von A. E. FORSTER, einem Assistenten von A. Penck, eine Arbeit an die auch der Lokalforscher Pater L. ANGERER mit seinen Untersuchungen zur „Weißen Nagelfluh“ von Kremsmünster (1909, 1910) erfolgreich anknüpfen konnte und das auch O. ABEL seinen Kartierungen zugrundelegte (1904–11 und 1917). Ihm sind nach dem bereits 1905 erschienen, von MOJSSOVICS und BITTNER aufgenommenen Blatt Ischl-Hallstatt die ersten amtlichen Karten 1:75.000 dieses Raumes zu verdanken (Bl. Kirchdorf 1913 mit Erläute-

rungen 1918, Bl. Enns-Steyr 1913 und Bl. Wels-Kremsmünster 1913) mit einem Überblick über die Ergebnisse (ABEL 1915). Aus heutiger Sicht ist allerdings die wenig differenzierte Darstellung des Quartärs auf diesen Blättern überholt. Zu dieser Gruppe gehören auch das 1912 erschienene, von G. GEYER (1903–07) bearbeitete Blatt Weyer und das schon 1903 herausgegebene, von BITTNER und E. FUGGER bearbeitete Blatt Salzburg. Im Bereich des Toten Gebirges hat G. GEYER schon früh auf quartärgeologische Beobachtungen hingewiesen wie Moränen, Erratika u. dgl. (1884, 1887) und später auch das Quartär des Mitterndorfer Beckens beschrieben (1916).

Es seien ferner noch Arbeiten im Raume Gmunden von LORENZ VON LIBURNAU (1902, 1903) erwähnt, der sich mit den Schottern und Geländeformen befaßt, und von G. A. KOCH (in KRAKOWIZER 1898) sowie von E. FUGGER, der im ehemaligen Traungletschergebiet viele Einzelheiten beschreibt und Moränen dreier Eiszeiten unterscheidet (1904). A. KÖNIG, Gymnasialprofessor in Linz, führt schließlich Untersuchungen in der Umgebung des Attersees (1907), im Bereich der Vöckla-Ager-Furche, des Trauntales und im Umkreis des Hausrucks durch (1908, 1910). H. COMMENDA, Realschuldirektor und Kustos des Museums Francisco Carolinum in Linz, gibt 1900, beziehend auf die bis dahin vorliegenden Arbeiten, einen ersten Überblick über den damaligen Forschungsstand in Oberösterreich.

In „Die Gletscher der Ostalpen“ (1888) gibt E. RICHTER einen zusammenfassenden Überblick über die damaligen Verhältnisse der rezenten Vergletscherung, wobei er sich bei der auf Oberösterreich entfallenden Dachsteinvergletscherung (S. 67–70) vor allem auf F. Simony bezieht.

2.3 Die Zeit der Vertiefung 1918 – (1940) 1945

Der Zeitabschnitt vom 1. bis zum 2. Weltkrieg bedeutet für die Eiszeitforschung in Oberösterreich neben einer Belebung der Forschungstätigkeit auch eine entsprechende Vertiefung der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse. Dazu tragen neue, den Forschungsfortschritten angepaßte Kartierungen, eine stärkere Kontaktnahme zum Ausland und schließlich die Gründung der Internationalen Quartärvereinigung (INQUA) 1928 in Kopenhagen bei, an der auch die Österreicher Gustav Götzinger, Wien, und Helmut Gams, Innsbruck, als Gründungsmitglieder beteiligt waren. Neue Initiativen gingen u. a. in Deutschland von W. SOERGEL'S Studien über die Löß- und Terrassengliederung und ihre Beziehung zu den Eiszeiten aus (1924, 1925, 1939) oder von B. EBERL'S Streben nach einer Vollgliederung des Eiszeitalters nach einer Neubearbeitung der zahlreichen Schotterfelder in der Iller-Lech-Platte, was zu einer weiteren Aufgliederung der einzelnen Eiszeiten und zusätzlich zur Einführung der präglünzeitlichen „Donau eiszeit“ geführt hat (1930). Beide

betonen die Übereinstimmung des aus geologischen Argumenten zu fordernden Klimaablaufes mit der aus dem astronomischen Geschehen abgeleiteten Strahlungskurve von M. MILANKOVIC (1930). Auch C. TROLL's Arbeiten über den Inn-Chiemsee-Gletscher (1924) und die Rückzugsstadien der Würmeiszeit (1925), sowie über die Schotterfluren im Bereich der deutschen Alpen (1926) blieben nicht ohne Einfluß.

In Oberösterreich folgt zunächst die Veröffentlichung der noch vor und während des 1. Weltkrieges aufgenommenen Kartenblätter 1:75.000, und zwar Liezen 1918 (Erläuterungen 1916), aufgenommen von G. GEYER (1906–13) und Gmunden-Schafberg 1922, aufgenommen von O. ABEL (1914–17). Entsprechende Fortschritte haben dann die Aufnahmen von O. AMPFERER (1926, 1929, 1931, 1932, 1935) auf Blatt Admont-Hieflau (erschieden 1933) gebracht, das bis ins Windischgarstener Becken auch oberösterreichisches Gebiet umfaßt und auch die Lokalvergletscherung der Gesäuseberge enthält, wo der Autor für die spätglazialen Gletscherstände seine Vorstellung einer Schlußvereisung einbringt. Eine von der herkömmlichen Meinung abweichende Auffassung vertritt AMPFERER bezüglich der Zusammenhänge von Moränen- und Terrassenbildung in den „Beiträgen zur Glazialgeologie des Enns- und Ybbstaales“ (1924).

Schließlich wurde G. Götzing, Chefgeologe und späterer Direktor der Geologischen Bundesanstalt (Biographie Geol. BA 1960, Nachrufe u. a. A. RUTNER 1970 und S. PREY 1969), für diese Periode weitgehend bestimmend. Seine Kartierungen im Bereich des ehemaligen Salzachgletschers (Ber. 1917–20 und 1925–28), die zur Herausgabe der Kartenblätter 1:75.000 Mattighofen (1928) und Tittmoning (1929) führten und auf Blatt Salzburg 4850 (Ber. 1918–20) sowie die Befassung mit der Landschaft um Gmunden (1929), boten ihm zunächst die Grundlage für den in vieler Hinsicht richtungsweisenden Führer zu den Quartär-Exkursionen in Österreich (1936) anlässlich der III. INQUA-Konferenz in Wien 1936; er war 1932 bis 1961 Präsident der INQUA. Viele Einzelheiten können auch den darüber erschienenen Verhandlungen (1938) oder dem Bericht von C. TROLL (1937) entnommen werden. Obwohl GÖTZINGER in Niederösterreich im Zuge der dort bereits aktuellen Lössforschung das Thema der Lössgliederung aufgreift, beschränkt er sich 1936 in Oberösterreich im wesentlichen auf die Terrassengliederung, die Moränengürtel und setzt sich schließlich im Trauntal und im Bereich der westlichen Zweige des ehemaligen Traungletschers mit den spätglazialen Abschmelzerscheinungen sowie Gletscher- und Seeständen auseinander (1937a, 1937b, 1939a, 1940, 1941, 1942). Auch Massenbewegungen finden bereits seine Aufmerksamkeit (1924, 1939b), nachdem schon 1920 O. LEHMANN den Bergsturz am Sandling untersucht hatte (1920, 1926). Ebenso beschrieben H. SALZER bei Goisern (1937, 1938) und J. SCHADLER (1944) am Traunsee und im älteren Schlier am Südrand des Eferdinger Beckens (Karte 1952) solche Ereignisse. SCHADLER berichtet ferner bereits über Strukturböden in der Eisluog

bei Hinterstoder (1931) und in seinen Aufnahmeberichten zu Bl. Linz-Eferding über arktische Wanderschuttdecken in Höhen über 600 m (1938).

Im Zungenbecken des ehemaligen Salzachgletschers, wo schon E. EBERS (1932) über erloschene Seen berichtet hat, befaßt sich E. STUMMER mit den „interglazialen“ Seen (1936), deren Ablagerungen auch westlich der Salzach (1938) sowie der Glazialwirkung in den Zweigbecken (1942) und 1947 nochmals mit dem Aufbau des Salzburger Zungenbeckens. Zum Laufenschotter nimmt u. a. L. SIMON Stellung (1935). Eine Reihe von Einzelbeobachtungen, von Gletscherschliffen (1930a, 1932) und von Quellkalken bei Burghausen/Salzach beschreibt F. UHL (1930b, 1936). Eine gute Zusammenstellung über Gletscherschliffe, Gletschertöpfe, Erratische Blöcke und Toteiskessel vom Berchtesgadener über das Saalach- und Salzachgletschergebiet bis zu den westlichen Traungletscherzweigen bringt schließlich GÖTZINGER 1942.

H. GRAUL untersuchte (1937) die Schotter des Innviertels und der Umgebung des Hausrucks und stellte ihre Verbreitung in einer Übersichtskarte dar. Wenn sich diese Arbeit zwar vorwiegend mit den Tertiärschottern auseinandersetzt, so werden der Penck'schen Viergliederung entsprechend, auch die eiszeitlichen Schüttungen dargestellt einschließlich der analogen Ablagerungen in den autochthonen Inn-Nebentälern. Die über dem Niveau der ÄDS liegenden Aichberg-Geinberg-Schotter hält Graul noch nicht für donau eiszeitlich, wofür später L. WEINBERGER eintritt (1955a). Über die jungen Innterrassen zwischen Mining und Obernberg berichtet J. KAINDL (1937).

Ab Mitte der dreißiger Jahre hatte Georg Lahner für die von ihm in Linz herausgegebene Zeitschrift „Mitteilungen für Erdkunde“ einen Kreis guter Fachleute um sich geschart, zu denen R. WALLISCH, Gymnasialprofessor in Ried i. I. (1936), J. ROHRHOFER, Gymnasialprofessor in Wels (1938), R. BERNER, Fachlehrer in Vöcklabruck (1937) und vor allem L. WEINBERGER (1938), der sich bereits 1935 mit der Geologie des Mattigtals befaßt hatte, zählen. Diese engagierten einheimischen Forscher haben für den oberösterreichischen Raum nach dem damaligen Stand der Forschung übersichtliche regionale Zusammenfassungen geboten, wobei vor allem WEINBERGER viel zur Verbreitung des Wissens um die Eiszeit beigetragen hat (1941/42), zusammen mit WALLISCH und GAMS auch in den Beiträgen zur Naturkunde des Innviertels (1937). J. ROHRHOFER hat neben wertvollen Einzelbeobachtungen (u. a. 1934, 1941) in seiner Arbeit über die Traun-Enns-Platte (1938), als erster die Einheit der Moränenwälle von Kremsmünster erkannt, sie aber statt der Mindel- der Rißeiszeit zugeordnet, weil ihm die erst später entdeckten tatsächlichen Reißmoränen nicht bekannt waren (Siehe nächsten Abschnitt!). Eine Folge davon war, daß Rohrhofer nur Ablagerungen von drei Eiszeiten unterscheiden konnte.

Im westlichen Traungletschergebiet sei noch auf R. WIMMER's Beitrag zum Aufbau der Landschaft um den Fuschlsee verwiesen (1937), in der Eiszer-

fallslandschaft des Mitterndorfer Beckens auf die Untersuchung von E. EBERS (1942) und in der Warscheneckgruppe auf die geomorphologische Arbeit von B. BANNERT, der auch auf die eiszeitliche Vergletscherung und deren Formenschatz eingeht (1935). L. Weinbergers Ergebnisse eingehender Untersuchungen im Gebiet des ehemaligen Salzachgletschers fanden erst nach dem 2. Weltkrieg ihren zusammenfassenden Niederschlag in der Fachliteratur, womit die jüngste Forschungsperiode eingeleitet wird.

Vorher sei aber noch kurz auf den Böhmerwald hingewiesen, wo sich das Bild seit J. PARTSCH (1905) über das richtige Ausmaß der Vergletscherung abrundet (A. RATHSBURG 1928, 1929). Letzterer behandelt auch das Moränensystem um den Plöckensteiner See. G. PRIEHÄUSSER tritt aber in der Umgebung von Zwiesel abermals für eine größere Ausdehnung dieser Lokalvergletscherung ein (1930).

Nach ersten vereinzelt, z. T. weit zurückliegenden Aufzeichnungen über fossile Tier- bzw. Höhlenbärenfunde bei Kremsmünster aus 1722, dann 1863 (erwähnt von L. ANGERER 1910, S. 31 oder von C. EHRLICH 1852, S. 40) vermehren sich einschlägige Meldungen über Skelettreste des Höhlenbären mit der Entdeckung der Lettenmayrhöhle bei Kremsmünster 1881 (HOCHSTETTER 1882 und PFEIFFER 1882). Leider sind die Sedimente dieser Höhle während der jeweils nur kurz andauernden Phosphatgewinnung nach dem 1. und 2. Weltkrieg weitgehend zer- bzw. gestört worden (SCHADLER 1920). Schon seit der Zeit des Baues der Elisabethbahn (Westbahn) sind Mammutfunde bei Lambach bekannt (Fundber. des OÖ. Landesmuseum im Jb. Oö. Mus.Ver.). 1900 kamen bei Abraumarbeiten von Löss über Granit in Mauthausen die größten bisher in Oberösterreich gefundenen Mammutstoßzähne und Extremitätenknochen zutage. In der Zwischenkriegszeit häufen sich zunehmend Funde aus eiszeitlichen Ablagerungen (z. B. KERSCHNER 1932, SCHADLER 1933). Von einer systematischen Bergung bzw. Grabung kann aber erst 1935 in den eiszeitlichen Deckschichten über der Kaolinlagerstätte Kriechbaum bei Schwertberg gesprochen werden (E. HOFMANN & F. KIRNBAUER 1935 und F. KIRNBAUER 1935). Auch in den Höhlen waren es Zufallsfunde von Höhlenforschern, bis systematische Untersuchungen durch K. EHRENBURG 1927 im Dachstein (1929) und vor allem seit 1939 in der Salzofenhöhle des Toten Gebirges einsetzen (EHRENBURG & SCHADLER 1941 und EHRENBURG 1942).

2.4 Die Zeit der Spezialisierung und Vervollkommnung 1946–1996 (bzw. 1997)

Nun zum vierten Abschnitt der Eiszeitforschung in Oberösterreich, den letzten 50 Jahren seit dem Ende des 2. Weltkrieges. Sie bringen neben einer weitgehend regionalen Vervollständigung, nicht zuletzt durch exakte Kartie-

rungen der für die Eiszeit wesentlichen Räume, auch eine entsprechende Betonung thematischer Schwerpunkte wie Lössforschung, Rekonstruktion der Klimaabläufe u. a. mit Hilfe der Palynologie (Pollenanalyse), Paläozoologie und der prähistorischen Forschung. Dazu kommt der Einsatz absoluter Datierungsmöglichkeiten wie der Radio-Carbon-(^{14}C -)Methode, der Dendrochronologie (Auswertung der Jahrringfolgen an Bäumen), der Paläomagnetforschung (Änderungen des Erdmagnetfeldes), der Uranserienmethode und der Thermolumineszenz (beruht auf Lichtausstrahlung bei der Erwärmung bestimmter kristalliner Minerale wie Quarz, Feldspat, Calcit) u. a. mehr. Diese fortschreitende Spezialisierung hat eine zunehmende Aufsplitterung in Teildisziplinen zur Folge, fördert aber auch schließlich die Zusammenschau zu einem Gesamtbild, zu einem für ganz Oberösterreich geltenden System der Quartärsedimente mit dem Versuch einer Einbindung in die internationale Quartärforschung. Diese Entwicklung wurde durch die kreative und anspornende Einflußnahme von Prof. Julius Fink, Wien, außerordentlich gefördert. Auch die 1948 gegründete Deutsche Quartärvereinigung (DEUQUA), die 1955 ihre Jahrestagung in Laufen a. d. Salzach abhielt, 1978 in Wien und 1996 in Gmunden, blieb nicht ohne Einfluß auf die Quartärforschung in Oberösterreich.

Die Fülle der z. T. sehr speziellen Arbeiten verlangt eine Abkehr von der chronologischen Wiedergabe. Es wird versucht, nach Schwerpunkten vorzugehen, die einerseits durch die räumliche Verteilung, andererseits thematisch bedingt sind. Der an sich bedeutende Themenbereich der glazialen Erosionsformen, auch die Rolle der Tektonik werden nicht in eigenen Abschnitten abgehandelt, weil diese Fragen kaum in gesonderten Arbeiten, sondern grundsätzlich im Rahmen umfassender räumlicher Bearbeitungen, der glaziale Formenschatz z. B. in geomorphologischen Dissertationen oder anderen geographischen Arbeiten mit untersucht werden.

Schon in der frühen Nachkriegszeit haben L. WEINBERGER (1948/49, 1957) und G. LAHNER (1947, 1957) in der von letzterem in Linz herausgegebenen Zeitschrift für Erdkunde für eine eingehende allgemeine Information über die Eiszeit gesorgt.

2.4.1 Räumliche Schwerpunktbereiche

2.4.1.1 Die Region der eiszeitlichen Salzachgletscher

Den östlichen Bereich der eiszeitlichen Salzachvorland-Gletscher hatte Ludwig Weinberger auf der Grundlage seiner unveröffentlichten Kartierung 1:25.000 neu bearbeitet. Er setzt sich kritisch mit maßgebenden Vorarbeiten, zuletzt vor allem von G. GÖTZINGER (Blatt Mattighofen 1928, Blatt Tittmoning 1929 und

spätere Aufnahmeberichte 1950/51, 1956–60 sowie Aufnahmen auf dem 1955 herausgegebenen Blatt 63 Salzburg 1929–31, 1934–39, 1950, 1951) und den Forschungsfortschritten von Edith EBERS (u. a. 1932, 1936, 1955) auf bayerischer Seite auseinander. Dabei gelang ihm eine von Götzingers Ergebnissen abweichende überzeugende Unterscheidung zwischen Mindel- und Rißmoränen, die Entdeckung einer mit dem ÄDS (Älterer Deckenschotter) verknüpften Günz-Endmoräne im Siedelberg westlich des Mattigtales (1950) sowie der Nachweis von Frostspuren in den vorgünzzeitlichen „Eichwaldschottern“ im NW des Kobernaußerwaldes. Diese Beobachtungen haben zusammen mit der den jüngeren glazifluvialen Schottern gleichlaufenden Schüttungsrichtung WEINBERGER veranlaßt, für die Eichwaldschotter ein pleistozänes Alter anzunehmen (1955a), wobei sich B. EBERL's Donauzeit (1930) anbot.

WEINBERGER hat auch an Hand der großen Lößaufschlüsse östlich des Mattigtales auf die Möglichkeit einer Lößgliederung in Oberösterreich hingewiesen (1953), wobei er für die Würmeiszeit noch die damals übliche Dreigliederung annahm. Er befaßte sich neben den Periglazialerscheinungen im Gletschervorland (1954) auch mit der Ausbildung eines subglaziären Rinnensystems (1952) und verschiedenen Fragen des Zungenbeckens, wie dessen Gliederung in Stamm- und Zweigbecken sowie deren spätglaziale Gestaltung und Seenbildungen (1955a). Spezielle Studien widmete er der Entstehung des Ibmer Moores (1957b) und jener des Filzmooses (1965), die er mit Rinnensystemen in Verbindung bringt. Für den Salzburg-Atlas hat WEINBERGER das Blatt „Eiszeitformen im Salzburger Vorland“ mit Text bearbeitet (in E. LENDL 1955b). Mit L. Weinberger haben somit damals für Oberösterreich neue Ideen die weitere Eiszeitforschung im Lande beflügelt.

Schulrat Prof. h. c. Ludwig Weinberger (1911–1966), von Beruf zuletzt Fachlehrer in Mettmach (Innviertel), war bezüglich seiner wissenschaftlichen Arbeit Autodidakt. Er hatte sich in kurzer Zeit durch Selbststudium, die Verbindung mit einschlägigen Fachleuten sowie intensive Geländearbeit so eingehend mit der Eiszeitgeologie auseinandergesetzt, daß er sich mit seinen Veröffentlichungen und Führungen einen internationalen Ruf erarbeiten konnte. Als junger Teilnehmer an der Tagung und großen Exkursion anläßlich des 3. INQUA-Kongresses in Wien 1936 hatte er Gelegenheit, die damalige Elite der Eiszeitforscher, darunter A. Penck, G. Götzinger, C. Troll und viele andere persönlich kennenzulernen und mit ihnen Kontakt aufzunehmen. Vor allem haben ihm seine grundlegenden Arbeiten über den Salzachgletscher (1950) im Jahre 1954 die Ehrenmitgliedschaft der Universität Innsbruck, später die Ernennung zum Prof. h. c. und zum korrespondierenden Mitglied mehrerer wissenschaftlicher Gesellschaften eingebracht. Die ehrenvolle Einladung zur aktiven Teilnahme am 7. INQUA-Kongreß in Boulder/Colorado 1965 konnte er aber wegen seiner wenig später zum Tode führenden Erkrankung nicht mehr nützen (Nachruf v. J. FINK 1967).

Weinberger konnte auf der anlässlich der DEUQUA-Tagung 1955 in Laufen durchgeführten Exkursion und in dem dazu erschienenen Führer mit Übersichtskarte 1:100.000 (1955) seine Erkenntnisse überzeugend vorführen, was H. GRAUL veranlaßte, im Bereich der Iller-Lech-Platte eine Revision früherer Auffassungen vorzunehmen (1962).

Eine monographische Zusammenfassung des gesamten Salzach-Vorland-Gletscherbereiches einschließlich des Salzburger Stammbeckens bis Golling veröffentlichten E. EBERS für den bayerischen Teil und W. DEL NEGRO unter Einbeziehung der Unterlagen L. WEINBERGER's für den österreichischen (1966). Diese gemeinsame Publikation enthält eine anschauliche von W. Del Negro bearbeitete Karte 1:100.000 über den Gesamtraum einschließlich seines eigenen Beitrages über das Salzburger Stammbecken und Erläuterungen zu dem auf Weinberger entfallenden Teil, die dieser infolge fortgeschrittener Erkrankung nicht mehr selbst einbringen konnte.

In der damals aktuellen Diskussion um den Laufener Schotter treten Ebers und Weinberger für eine interstadiale Bildung während eines Würm-Interstadials nach einem Frühwürm-Vorstöß ein (Würm I), dem Weinberger auch den überfahrenen innersten Würm-Moränenwall von Moosdorf zuordnet.

Schließlich berichtet 1957(a) WEINBERGER nochmals in den Mitteilungen für Erdkunde (hgg. v. G. Lahner) über die Eiszeit im westlichen Oberösterreich und nördlichen Salzburg. Er stand auch in engem Kontakt mit der Salzburger Arbeitsgruppe am Haus der Natur, wo er auch Vorträge hielt, und der neben W. Del Negro, Therese Pippan, E. Seefeldner u. a. angehörten (vgl. WEINBERGER 1951 a und b). E. SEEFELDNER bietet in seinem Werk „Salzburg und seine Landschaften“ im Abschnitt „Der Flachgau“ eine übersichtliche geographische und quartärgeologische Einführung in den Raum des ehemaligen Salzachgletschers und der anschließenden westlichen Zweige des Traungletschers (1961, S. 452–504). 1969 erscheint die von S. PREY aus vier Blättern zusammengestellte „Geologische Karte der Umgebung der Stadt Salzburg“, die Aufnahmen von W. DEL NEGRO (1956–58, 1960), T. PIPPAN (1956–62), B. PLÖCHINGER (1952/53, 1958, 1966) und S. PREY (1958–62, 1964–66, 1967) enthält, mit Erläuterungen von PREY (1980).

Im westlichen Salzachgletschergebiet berichtet in der Folgezeit F. TRAUB (1953) über die quartärgeologische Auswertung von Bohrungen zwischen Alz und Salzach. Ab 1970 kann Prof. W. D. Grimm, München, unter Einsatz verschiedener Labormethoden durch eigene Untersuchungen und dem gezielten Einsatz seiner Schüler (Diplomarbeiten 1972–78) die Kenntnisse im Altmoränenbereich und deren Gliederung wesentlich erweitern (GRIMM et al. 1979), wobei auch hydrogeologische Gesichtspunkte eingeschlossen werden. Vor allem wird der bis dahin fehlende Nachweis erbracht, daß Günzmoränen aber auch Moränenmaterial in Verbindung mit ÄDS im Liegenden der Mindelsedimente auch auf bayerischer Seite verbreitet sind, wobei vermutlich ganzzeit-

liche Grundmoränen bei Trostberg/Alz durch Seesedimente geteilt werden (G. DOPPLER 1980, 1982, DOPPLER & GRIMM 1983). Neue Erkenntnisse bedeuten die Aufgliederung der Rißsedimente und das Fehlen von Nachweisen für einen weiterreichenden frühwürmzeitlichen Eisvorstoß. Annähernd gleichzeitig bringt die Untersuchung H. EICHLER & P. SINN in den Altmoränen ähnliche Ergebnisse, vor allem die Fortsetzung der Weinberger'schen Günzendoränen des Siedelberges auch auf bayerischer Seite (1974).

Im Rahmen der Kartierungen für die 1978 und 1983 (a), erschienen Kartenblätter Waging und Teisendorf 1:25.000 geht J. H. ZIEGLER der spät- und postglazialen Entwicklung im Zungenbecken des Salzachgletschers weiter nach (1977), untersucht dessen Abschmelzerscheinungen und -phasen und damit zusammenhängend die Entstehung und das Schwinden der Seen von den Zweigbecken bis in das Salzburger Stammbecken, wobei ihm palynologische Befunde und ^{14}C -Datierungen auch eine gute Einstufung der nicht zusammenhängenden Terrassensysteme und damit der Ausbildung des heutigen Salzachtales ermöglichen (1983 b und c).

In Kenntnis des inzwischen gründlich untersuchten Riß/Würm-Interglazials von Zeifen (W. JUNG, H. J. BEUG & R. DEHM 1972) betrachtet Ziegler den Laufenschotter als Vorstoßschotter der Hauptwürmvereisung. Auf mehreren Exkursionen, so im Rahmen des IGCP-Projektes 73/1/24 (ZIEGLER 1976–77), der Exkursion der Subkommission für europäische Quartärstratigraphie (SEQS) 1983 (siehe Führer 1983 und J. CHALINE & H. JERZ 1984) und anlässlich der DEUQUA-Tagung in Gmunden 1996 (K. A. HABBE, H. JERZ & G. DOPPLER 1996) wurden diese Erkenntnisse vorgeführt und u. a. Fragen wie die Entstehung der Drumlinfelder oder die Übertiefung der Zungenbecken erörtert. Eine entsprechende Beachtung fand dieser Raum auch in den Werken zur Quartärgeologie von Bayern von H. JERZ (1993 und 1995). Nach DOPPLER & JERZ (1995) gibt es bisher aus den Günzsedimenten des Salzachgletschers nur positive Paläomagnetdaten.

Um nach Weinbergers Tod (1966) die Verbindung zu den in Bayern arbeitenden Kollegen nicht abreißen zu lassen, hat Prof. Fink wiederholt (1970, 1978, 1980, 1982) mit Prof. Grimm und Dr. Ziegler (Bayr. Geol. Landesamt) und deren Mitarbeitern Treffen an der Salzach vereinbart, zu denen auch der Verfasser dieses Berichtes eingeladen war. Dabei wurden nach kurzen einführenden Worten auf gemeinsamen Arbeitsexkursionen die jeweiligen Fortschritte demonstriert.

Auf der österreichischen Seite sind seit Weinberger nur wenige lokale Ergänzungen hinzugekommen. Zunächst hat sich DEL NEGRO selbst mit Teilgebieten befaßt wie u. a. dem östlichen Wallerseebecken (1955) und dem Oichtental, wohin er auch Exkursionen beschreibt (1957), sowie dem Salzburger Becken (1963). Ebenso folgt eine übersichtliche Zusammenfassung des damaligen Wissenstandes über den Salzachvorland-Gletscher (DEL NEGRO

1967). Die Entwicklung des Henndorfer Raumes faßt G. MÜLLER in einer Lokalpublikation zusammen (1992). Mit der Laufenschwankung A. Penck's (siehe auch EBERS 1964) und der flußmorphologischen Entwicklung des Salzachtales setzt sich I. SCHAEFER auseinander (1957). T. PIPPAN erörtert die geomorphologische Weiterentwicklung der Endmoränen und Terrassen mit zunehmendem Alter unter dem Einfluß von Verwitterung und periglazialen Vorgängen (1967); sie setzt sich auch kritisch mit den von Weinberger donauzeitlich eingestuft „Eichwaldschottern“ auseinander (1972). Auch amtliche Kartierungen auf Blatt 64 Straßwalchen betreffen den Ostrand des Salzachgletschergebietes (GÖTZINGER 1956–60; D. v. HUSEN 1982/83, 1989, 1990, 1992–94; H. MENEWEGER 1987, 1988 und H. IBETSBERGER 1988, 1990, 1991). F. TRAUB & H. Jerz konnten erstmals gegenüber Burghausen an der Salzach mit 21.650 ± 250 Jahren v. h. ein ^{14}C -Datum zum hochglazialen Stand des Salzachgletschers mitteilen (1976).

Da die bisherigen geologischen Ergebnisse auf im Maßstab und in der Darstellung sehr unterschiedlichen kartographischen Unterlagen beruhten, war es verdienstvoll, daß P. BAUMGARTNER & H. TICHY (1981) im Auftrage des Amtes der öö. Landesregierung diese Unterlagen auf einem Zusammendruck der inzwischen in Österreich allgemein geltenden topographischen Karte 1:50.000 umgearbeitet haben. Mit dieser „Geologischen Karte des südwestlichen Innviertels und des Flachgaues“ ist die Darstellung der Quartärsedimente dieses Raumes vereinheitlicht und so mit anderen vergleichbar gemacht worden.

2.4.1.2 Der oberösterreichische Zentralraum

Als weiterer Schwerpunktraum für die Eiszeitforschung in Oberösterreich gilt der öö. Zentralraum mit dem Donautal bei Linz und der fast geschlossen von Quartärsedimenten bedeckten Traun-Enns-Platte einschließlich der sie begleitenden Täler von Traun und Enns. Ähnlich wie bei der Iller-Lech-Platte führen hier die glazifluvialen Schüttungen der eiszeitlichen Traun-, Alm-, Steyr-Krems-Gletscher und z. T. auch der Ennsgletscher unmittelbar an die Donau heran und erlauben somit einen Vergleich mit der unterschiedlichen Flußdynamik der Donau sowie mit den äolischen Deckschichten auf verschiedenen alten eiszeitlichen Terrassen.

Die Verbindung von der Salzachgletscherregion über die Endmoränenbereiche der westlichen Zweige des Traungletschers zur Traun-Enns-Platte in der Vöckla-Ager-Furche hat zunächst noch L. WEINBERGER hergestellt, und zwar im Exkursionsführer mit Karte 1:100.000 (1955) bis zum Atterseezweig und, veröffentlicht von DEL NEGRO (1969), bis einschließlich dem Traunseezweig, wo Weinberger bei Berg südöstlich Lindach auch an diesem Gletscherzweig erstmals eine Günzmoräne feststellen konnte. Den Raum zwischen Vöck-

labruck und Lambach beschreibt S. PREY im Exkursionsführer 1955, gestützt auf seine älteren eigenen (Ber. Bl. Ried-Vöcklabruck 1947) und andere Kartierungsunterlagen. Bezüglich des Traungletschers bezieht er sich auf eine aussagekräftige Studie bei Ohlsdorf (1949), auf die er auch später wieder zurückgreift (1984) und folgert daraus die Annahme, wie schon früher A. Penck (PENCK & BRÜCKNER 1909, S. 206 ff.), daß der mächtige Moränenwall des Traungletschers von Laakirchen-Eisengattern nicht mindel- sondern rißeiszeitlich sei. Schon Weinberger (DEL NEGRO 1969), später H. KOHL (in FINK 1976, S. 29 f. und 1978, S. 7 ff. und KOHL Ber. Bl. 67 Grünau 1995, 1996) erbringen aber überzeugende Nachweise für ein mindelzeitliches Alter dieses Moränenkranzes.

Spätere Detailkartierungen auf den Blättern 64 Straßwalchen, 65 Mondsee (vor allem H. SPERL 1982–84, 1985) und Bl. 66 Gmunden, z. T. auch auf Bl. 47 Ried i. I. und 48 Vöcklabruck (H. G. KRENMAYR 1988, 1989 a und b) ergänzen die grundsätzliche Moränengliederung Weinbergers. Die von D. v. HUSEN bearbeiteten Blätter 65 Mondsee sind 1989 (Berichte 1984–87) und Gmunden 1996 (Berichte 1980, 1981) erschienen.

Ausgehend von J. SCHADLER's Kartierungen aus der Vorkriegszeit (Berichte 1936–39), einer Manuskriptkarte der Umgebung von Linz 1:30.000 (OÖ. Landesmuseum. 1933–35), dem Blatt Linz-Eferding 1:75.000 (1952) und der „Geologischen Karte von Linz und Umgebung“ 1:50.000 (Linz-Atlas 1964), auf denen auch die verschiedenen Quartärsedimente sorgfältig ausgeschieden werden, hat H. KOHL den Linzer Raum in seine Dissertation (1952) und späteren Untersuchungen einbezogen. Als Schüler von J. Sölch, H. Hassinger, H. Spreitzer und später Mitarbeiter von Univ.-Prof. J. Fink, Wien, hat er von hier aus fast 5 Jahrzehnte lang, zuerst als Gymnasialprofessor, dann als Museumsbeamter und ab 1976 als Dozent am Institut für Geographie der Universität Wien den gesamten Raum der Traun-Enns-Platte und darüber hinaus nach verschiedenen Gesichtspunkten in seiner Vielfalt untersucht und auch kartographisch dargestellt. Dazu boten folgende Arbeiten reichlich Gelegenheit: Bearbeitung von Karten zum OÖ.-Atlas (1958a, 1960, 1971a), die Anlage einer Bohr- und Aufschlußkartei für den Linzer Großraum auf der Naturkundlichen Station der Stadt Linz (1973a), auf die auch die Broschüre „Erdgeschichtliche Wanderungen rund um Linz“ zurückzuführen ist (1973b), die jeweilige Vorbereitung und Führung der zahlreichen von Prof. Fink, Wien, veranlaßten Exkursionen, zuerst der DEUQUA 1955, dann u. a. 1976 (KOHL in FINK 1976) im Rahmen des IGCP- (International Geological Correlation Programm) Projektes 73/1/24 und 1978 anlässlich der DEUQUA-Tagung in Wien mit Vorlage einer Karte 1:100.000 über die Traun-Enns-Platte (KOHL in FINK 1978). Ferner haben die hydrogeologischen Untersuchungen für die Wasserversorgungen der Städte Linz und Wels die Kartierung weiter Teile der Traun-Enns-Platte 1:25.000 (siehe 2.4.2.5) notwendig gemacht. Eine enge Zusammenarbeit mit der Geologischen Bundesanstalt (GBA) ergab sich aus den Kartierungen auf

den Kartenblättern 49 Wels (1996, Ber. 1982–92) samt Erläuterungen (1997), 48 Vöcklabruck (Traun- und Agertal, Ber. 1993/94) und 67 Grünau i. A. (Anteil am Alpenvorland, Ber. 1995–97). Die Mitarbeit an der Auswertung der ÖBB-Bohrungen längs der Pyhrnbahn im Raume Schlierbach (HOFMANN T. & M. HOMAYOUN 1996) erlaubt die Weiterverfolgung der früheren Ergebnisse aus dem oö. Kremstal (KOHL 1962 a und b, 1971).

Die enge Zusammenarbeit mit Prof. Fink bot H. KOHL auch Gelegenheit zur Teilnahme an zahlreichen Auslandsveranstaltungen, zu denen neben den üblichen Arbeitstagen in vielen europäischen Staaten vor allem die Einladung zum 7. INQUA-Kongreß 1965 in Boulder/Colorado (KOHL & WEINBERGER 1968), die IGCP-Tagung in Nowosibirsk 1978 (1979) und die Abschlußsitzung zum IGCP-Projekt in Paris 1983 (1987) gehören.

Im Zuge all dieser Arbeiten sind u. a. auch völlig neue Erkenntnisse geglückt. Dazu zählen die Entwicklung der Flußläufe in den verschiedenen Eiszeiten (1974), die Entdeckung von Günz-Endmoränen eines Steyr-Krems-Gletschers im Raume Sattledt, eines Almgletschers bei Vorchdorf und westlich davon anschließend an Weinbergers Feststellung einer Günzmoräne des Traungletschers (Del Negro 1969), deren Fortsetzung an der Laudach (KOHL 1955a, 1958b und 1995–97), sowie die Einstufung der Schotter von Reuharting-Schnelling beiderseits des Almtales als prägünz – vermutlich donau-eiszeitliche glazifluviale Schüttung. Ferner ließen die Entdeckung eines fossilen Bodens (1962a) und weiterer fossiler Verwitterungsspuren die Weiße Nagelfluh (WNF) von Kremsmünster als eine durch Warmzeiten von der Günz- und auch der Mindelzeit getrennte kaltzeitliche Schüttung erkennen (1971b). Auch die lange umstrittene Frage einer Unterscheidung der Riß- und Mindelmoränen des oö. Kremstales konnte von verschiedenen Seiten her zufriedenstellend gelöst werden (LOTZE, unveröffentlichte Skizze, GBA 1945; BRAUMÜLLER 1959 und KOHL 1962b). An dieser Schlüsselstelle für die Quartärforschung gelang schließlich auch der Nachweis der vom Hauptriß stark abgesetzten spätrißzeitlichen Gletscherstände (KOHL 1962b), der später auch am Nordende des Traungletschers bei Gmunden eine Bestätigung fand (KOHL 1976 und D. v. HUSEN 1977). Schließlich konnte im östlichen Teil des Traungletscherbeckens auch noch ein älterer bisher unbekannter Rißgletscherstand nachgewiesen werden (KOHL Ber. 1997). Bezüglich der Gliederung der Lössе durch Paläoböden siehe 2.4.2.1.

Schließlich sei noch auf folgende zusammenfassende Darstellungen verwiesen: Zum INQUA-Kongreß in Boulder, Colorado (KOHL & WEINBERGER 1968), zum Quartär Oberösterreichs in Verbindung mit der internationalen Quartärforschung (KOHL 1981), zur Quartärstratigraphie Oberösterreichs KOHL 1983), den Abschlußbericht für Österreich des IGCP-Projektes „Quaternary Glaciations in the Northern Hemisphere“ (KOHL 1987) und zur Korrelation unterschiedlicher Sedimentfolgen im Jungpleistozän (KOHL 1989a).

Als Ergänzungsraum für die Traun-Enns-Platte, in der prägünzeitliche Quartärsedimente nur spärlich vorkommen, muß auch auf die bereits in Niederösterreich gelegene Enns-Ybbs-Platte verwiesen werden. Dort konnte vor allem der Oberösterreicher H. FISCHER (Schüler von Prof. Spreitzer und derzeit Univ.-Prof. f. phys. Geogr. in Wien) anschließend an seine Dissertation über das untere Mühlviertel (1964, 1965), die auch das Donautal einschließt, in seinem Exkursionsbeitrag 1976 (in FINK 1976) und in seiner weit ausgreifenden Habilitationsschrift (1976) bei Prof. Fink die Bedeutung der „Öder Hochflur“ für die Verbindung zwischen dem Massivrand und dem Flyschalpenrand aufzeigen, die er mit auch weiter östlich am Alpenrand feststellbaren Piedmontbildungen aus der Übergangszeit Pliozän/Pleistozän erklärt. Als Höhenterrassen scheidet er unter diesem Niveau drei schotterbedeckte alt- bis ältestpleistozäne Terrassenniveaus über dem ÄDS aus, der die Schotterplatte zwischen Enns und Ybbs aufbaut und somit bis einschließlich Günzeiszeit den Abfluß der Enns über das heutige Urthal und untere Ybbstal bezeugt (dazu auch FISCHER 1994). Ablauf und Ausbildung der autochthonen Täler im ÄDS stimmen mit jenen der Traun-Enns-Platte überein (FISCHER 1977). Die Ergebnisse sind auf mehreren Karten 1:100.000 und Schnitten übersichtlich dargestellt.

2.4.1.3 Die Alpinregion der eiszeitlichen Traun-, Alm-, Steyr- und Ennsgletscher mit Lokalvergletscherung

Ein weiterer für die Quartärforschung in Oberösterreich bedeutender Raum ist der alpine Bereich mit den eiszeitlichen Gletschern des Trauntalsystems, des Alm-, Steyr- und Ennstales, wobei auch ein Ausgreifen in das obere Ybbstal erforderlich ist. Hier setzt mit D. v. HUSEN's Dissertation (Schüler von Prof. Clar, derzeit ao. Prof. an der TU Wien) über den Ennsgletscher (1968 a und b) und vor allem seiner Habilitationsarbeit über den jungpleistozänen Traungletscher (1977) eine neue Ära ein.

In die Zeit vorher fallen eine Reihe von Lokalkartierungen und Untersuchungen, die teilweise auch für die Quartärforschung dieses Raumes von Bedeutung sind.

Im **Traungletschergebiet** bilden vor allem im Trauntal selbst zunächst G. GÖTZINGERS zahlreiche Arbeiten und Berichte vor und noch während des Krieges die Grundlage für die Nachkriegsforschungen, an die K. WICHE im Trauntal (1949 a und b) und am Wolfgangsee (1963) und S. PREY auf den Blättern 66 Gmunden und 67 Grünau 1:50.000 (1973, 1974) anschließen. Auch die geologische AV-Karte der Dachsteingruppe von O. GANSS, F. KÜMEL & G. NEUMANN (1954) erfaßt die Quartärsedimente. Auf die Vergletscherung am Traunstein verweisen R. MOSER (1974) und S. PREY (1983a). Im Bereich der westlichen Traungletscherzweige ist es wieder G. GÖTZINGER, der auf Blatt 64 Straßwalchen Kartierungen durchführt (Ber. 1950/51, 1956–60).

D. VAN HUSEN'S Arbeit über die jungpleistozänen Ablagerungen im Trauntal (1977) mit Karte 1:50.000, zahlreichen Diagrammen und Profilen ermöglicht, ausgehend von einer Neukartierung (Ber. 1973–75) und sorgfältigen Analyse der Sedimente, die Rekonstruktion des Ablaufes der würmzeitlichen Vergletscherung, wobei vor allem die Abschmelz- und spätglazialen Vorstoß- bzw. Stillstandsphasen mit Hilfe palynologischer Untersuchungen durch I. Draxler (GBA) und ^{14}C -Datierungen erstmals auch mit absoluten Altersangaben erfaßt werden. Dabei werden auch das Mitterndorfer Becken, das gute Anhaltspunkte für einen sehr frühen Eiszerfall abgibt (D. v. HUSEN & DRAXLER 1977) und, soweit feststellbar, auch präwürmzeitliche Sedimente im Trauntal erfaßt. Die Ergebnisse lassen sich gut in das in Tirol durch H. HEUBERGER (1968 und MAYR & HEUBERGER 1968) vervollständigte spätglaziale Gliederungssystem einordnen.

Bei den Riß-Endmoränen nördlich von Gmunden nimmt D. v. Husen an, daß der innere Wall von Ehrendorf während des späteren Eisvorstoßes zum äußeren Wall von Hafendorf überfahren worden sei. Beim Würmhochglazial unterscheidet er einen kurzen „Maximalstand“ vor dem durch den äußeren Moränenkranz gekennzeichneten länger anhaltenden „Hochstand“.

Zur 1982 erschienen geologischen Karte Blatt 96 Bad Ischl, das bis an den Westrand des Mitterndorfer Beckens reicht, hat D. v. HUSEN auf der anlässlich des Abschlusses der Geländearbeiten von der GBA 1976 in Bad Goisern veranstalteten Tagung das Quartär vorgeführt. Auch die dem Blatt 66 Gmunden gewidmete Tagung der GBA 1983 in Gmunden bot Gelegenheit zur Darstellung des Quartärs, das ebenfalls von D. v. HUSEN 1974–81 (1980, 1981) und im N des Attersees auch von G. FORSTINGER (1980) aufgenommen wurde. Ein Schwerpunkt dieser Tagung lag auf den Risikofaktoren (siehe 2.4.2.2, G. SCHÄFER 1983a). Das Blatt Gmunden ist erst 1996 erschienen.

Anschließend an die Untersuchungen des Riß/Würm-Interglazials von Mondsee (W. KLAUS 1975 und H. KOHL in FINK 1978, S. 1–5 siehe 2.4.2.3) mit der im Hangenden folgenden Gliederung des Würmfrühglazials ist durch die Subkommission für Europäische Quartärstratigraphie (SEQS) auf der Arbeits-exkursion (INQUA 1983) durch die Typusregion in Südbayern auch das Traungletschergebiet mit dem Mondseeinterglazial als gleichwertige Typusregion für das Jungpleistozän anerkannt worden (CHALINE & JERZ 1984). D. v. HUSEN hat dies in einem eignen Band der Mitteilungen der Quartärkommission der Österr. Akademie der Wissenschaften festgehalten (Bd. 7, 1987).

Unabhängig von D. v. Husen hat KOHL schon 1976 (a) mit den Spättriß- und Würmgletscherständen im Traunseebecken die spätglaziale Entwicklung des Traunsees von einem Eisrandsee bis zum heutigen Seeniveau verfolgt und dabei auch schon im Präwürm eine ähnliche Entwicklung durch Deltaschüttungen feststellen können. 1989 (b) konnte er nachweisen, daß es neben echten Toteisformen im Raum Gmunden, wie dem Krottenseebecken, (vgl.

GÖTZINGER 1936, S. 101 und MORTON 1965) an den Abflußbreschen des beim Rückschmelzen des Gletschers entstandenen Eissees auch Ausschmelzformen von Eisbergen gibt.

1996 wurde auf Veranlassung D. v. HUSEN's die Tagung der DEUQUA in Gmunden abgehalten, wo er auf Exkursionen die inzwischen weiter ausgereiften Erkenntnisse über die jungpleistozäne Entwicklung in Oberösterreich vorführen konnte (1996).

Mit der spätglazialen Vergletscherung des Höllengebirges setzt sich F. DOLLINGER auseinander (1986). Im südlichen Dachsteingebiet untersucht A. SCHOPPER die glaziale und spätglaziale Landschaftsgenese in Beziehung zum Kulturlandschaftsausbau (1989). Inzwischen wurden die Kartierungen auch im inneralpinen Bereich auf Bl. 64 Straßwalchen (D. v. HUSEN 1986, 1989, H. MENEWEGER 1987, 1988 und H. IBETSBERGER 1988, 1990, 1991) fortgesetzt. 1972 ist die von B. PLÖCHINGER bearbeitete Geologische Karte des Wolfgangseegebietes 1:25.000 mit Erläuterungen erschienen, wo das Quartär auf das Jungpleistozän und das Holozän beschränkt ist. Auf dem 1982 folgenden Bl. 95 St. Wolfgang 1:50.000 mit Erläuterungen, das im Süden bis in das Gosautal und Abtenauer Becken reicht, hat wieder D. v. HUSEN das Quartär bearbeitet (Ber. 1977–79), das in den Tal- und Beckenräumen vor allem jungpleistozäne Vorstoßschotter, Grund- und Endmoränen der spätglazialen Lokalgletscher mit entsprechenden Terrassenschottern enthält (Ischl- und Gosautal). Schließlich ist 1989 auch das Bl. 65 Mondsee erschienen, das von D. v. HUSEN (1984–87) unter Beteiligung von H. SPERL (Ber. 1982/83, Diss. 1985 und Ber. v. S. PREY 1970) aufgenommen und bearbeitet wurde, auf dem in der Flyschzone und im nördlich anschließenden Vorlandbereich auch älteres Pleistozän enthalten ist. Die moderne Darstellung erfaßt hier auch die inzwischen untersuchten Becken des Atter- (SCHRÖDER et al. 1979, 1980, 1982 und BEHBEHANI 1987) und auf Bl. Gmunden (1996) auch des Traunsees (SCHNEIDER et al. 1984, 1986, 1987) und vor allem die in ihrem Ausmaß erst richtig erkannten Massenbewegungen (siehe 2.4.2.2).

Das Quartär im öö. **Almtal** wird in der geographischen Dissertation: Morphologie der Grünauer Voralpen von J. HOLZINGER (1946), z. T. gestützt auf ältere Arbeiten nach dem damaligen Stand der Forschung mit erfaßt. Während S. PREY bei den meisten seiner Kartierungen Quartärsedimente stets erwähnt wie z. B. hohe Altmoränen bei St. Konrad und bei Viechtwang Bl. 67 Grünau (Ber. 1949, 1983), hat er 1956 den eiszeitlichen Gletschern des Traunstein-Zwillingskogel-Kammes und dem Almtal zwischen Grünau und dem Alpenrand eine eigene Arbeit mit Karte 1:25.000 gewidmet. Er überraschte darin mit der Feststellung, daß spätwürmzeitliche Gletscher aus der Zwillingskogel-Traunstein-Gruppe u. a. durch den Hauergraben bis in die Sohle des Almtales vorgedrungen seien, wofür später D. v. HUSEN eine Deutung als Blockgletscher vorzieht (1992, 1996). Nicht haltbar war Prey's Einstufung der

Mühldorf-Scharnstein-Terrasse sowie jene von Steinfeld in die Rißeiszeit. Diese Terrassen konnten auf Grund ihrer schwachen Bodenbildung eindeutig als Niederterrassen eingestuft werden, zuletzt durch die Aufnahmen von G. FRIK auf Bl. 67 Grünau (1989/90, 1991). Über Aufnahmen am Kalkalpen-Nordrand westlich der Alm und über das Ende der Riß- und Würmgletscher im Almtal berichtet nach Prey u. a. auch Ch. ROGL (1990/91).

In den 50er Jahren hatte H. Kohl auf dem Plateau westlich des Almsees ein System späteiszeitlicher Moränenwälle kartieren (unveröffentlicht in GBA) und südöstlich des Sees auch Anhaltspunkte für die Eisobergrenze finden können. Bohrungen der ÖMV haben südlich Grünau Seesedimente in größerer Mächtigkeit erschlossen (HAMILTON 1989). Die jüngsten Kartierungen führt auf Bl. 67 Grünau D. v. HUSEN durch (Ber. 1992, 1994/95), wobei er für die lange als Moränen angesehenen kuppigen Ablagerungen des Almtales im Zusammenhang mit dem von G. ABELE (1970) beschriebenen, aus dem Tal des Straneckbaches kommenden spätglazialen Bergsturz den Weitertransport von Bergsturzmaterial in Form eines Suspensionsstromes sieht (1996).

Im östlich benachbarten **Steyrtal** ist eine verdienstvolle zusammenfassende Untersuchung zur Gliederung der Quartärsedimente (Altmoränen und Terrassen) im mittleren Abschnitt der Steyr dem Lokalforscher J. ZEITLINGER zu verdanken (1954).

Im Bereich des Windischgarstener Beckens hat im Rahmen seiner geomorphologischen Untersuchungen in der Warscheneckgruppe und den westlichen Haller Mauern (mit Kartenskizze) zunächst F. ZWITTKOVITS auch die eiszeitlichen Geländeformen und damit die Lokalvergletscherung dieser Gebirge sowie deren Verhältnis zum Ferneis aus dem Ennstal untersucht (Diss. 1961, 1962). Es folgen die Kartierungen auf den Blättern 98 Liezen und 99 Rottenmann durch S. PREY (1962–64, 1971) und B. PLÖCHINGER (Ber. 1963, 1965, 1968), die auch das Quartär enthalten, schließlich die monographische Darstellung der letzthochglazialen Vergletscherung des Beckenraumes durch H. EICHER, Graz, mit Karte 1:25.000 (1979, 1980). Im Toten Gebirge sind die unter Prof. H. Spreitzer entstandenen geomorphologischen Dissertationen von E. VALLAZZA (1966) und A. LECHNER (1967, 1969) zu erwähnen, die auch die eiszeitliche Vergletscherung mit den spätglazialen Gletscherständen, den eiszeitlichen Formenschatz und Hinweise auf Erscheinungen der Frostschuttzone (2.4.1.4) umfassen. M. WEISSENBOCK berichtet über Aufnahmen in den nördlichen Gesäusebergen und am Buchauer Sattel (1991). 1975 faßt D. v. HUSEN auf Grund seiner Aufnahmen auf den Blättern 68 Kirchdorf, 50 Bad Hall und 51 Steyr (1972, 1973) die quartäre Entwicklung des Steyrtales und seiner Nebentäler mit Karte 1:25.000 zusammen.

Im östlich folgenden **Ennstal** hat anschließend an baueologische Untersuchungen (siehe 2.4.2.5), sowie eine Arbeit über die Talfüllungen des steirischen Ennstales (BISTRITSCHAN 1952), und an die Bearbeitung des Quartärs

zwischen Hieflau und Altenmarkt durch G. SPAUN (1964) D. v. HUSEN das obere und mittlere Ennstal bis Großraming zum Inhalt seiner Dissertation gemacht (Diss. 1968a, 1968b mit quartärgeologischer Karte 1:100.000 und einer Rekonstruktion des Ennstalgletschers zur Würmeiszeit 1:200.000). 1971 (a) folgte eine Neubearbeitung des Quartärs des unteren Talabschnittes bis zur Donau mit Karte 1:100.000. Dabei konnte der Autor an der Grenze Flysch-Kalkalpen eine Verstellung des mindelzeitlichen Talbodens feststellen, der auch der Felssockel des ADS folgt, während die Hochterrasse ungestört durchläuft. An der Enns unterhalb des Gesäuses sieht er auch Hinweise auf ein jüngerer Riß. Zusammen mit W. L. WERNECK beschreibt D. v. HUSEN eine rißeiszeitliche Hangbewegung südlich Kleinreifling (1972). Kartierungen auf Blatt 69 Großraming (D. v. HUSEN 1971b, 1990–92, 1993) und auf Blatt 51 Steyr (1971b, 1972) ergänzen diese Arbeiten, zu denen auch die Untersuchung über die glaziale Übertiefung und Füllung des steirischen Ennstalbeckens zählt (1979a). Wenn auch Mindel- und Günzmoränen im Ennstal bisher nicht nachgewiesen werden konnten, so bestätigen die Untersuchungen von H. NAGL im oberen Ybbstal (1968, 1972), daß zumindest rißzeitliche Gletscher über den Saurüssel bei Weyer sich mit den Ennsgletschern vereint hatten und somit jedenfalls im mittleren Pleistozän die obere Ybbs ein Nebenfluß der Enns war, was durch H. FISCHER vom unteren Ybbstal her bestätigt wird (1979).

Über Neuaufnahmen der Enns-Terrassen zwischen Hieflau und Altenmarkt berichtet M. F. SEIFERT (1990). Auf dem 1995 herausgegebenen Blatt 127 Schladming hat ebenfalls D. v. HUSEN das Quartär bearbeitet (Ber. 1986–89), wobei er die lange unklaren Sedimente der Ramsau/Dachstein mit den Schieferkohlevorkommen zusammen mit I. Draxler ins höhere Mittelwürm einstufen konnte (DRAXLER & v. HUSEN 1978).

Auch die thematisch orientierten Arbeiten D. v. HUSEN's wie die granulometrischen Untersuchungen zur Genese von Moränen (1979b), die Studien über die glazial übertieften Talabschnitte (1979a), den letzt-interglazial-glazialen Zyklus in den Ostalpen (1989) oder „Geologisch-sedimentologische Aspekte im Quartär von Österreich“ (1981) sowie über den letzten Maximalstand der Gletscher und die spätglazialen Schwankungen in den Ostalpen (1997) fußen fast zur Gänze oder wie letztgenannte Arbeiten teilweise auf den Erfahrungen aus den eiszeitlichen Vergletscherungsbereichen zwischen Salzach und Enns.

2.4.1.4 Die Periglazialgebiete, der nicht von Gletschern und deren Schmelzwässern gestaltete Raum

Es handelt sich dabei vor allem um das Tertiärhügelland des Alpenvorlandes (die Molassezone) und das Kristallgebiet der Böhmisches Masse im Norden des Landes, das sich als Hochland höhenstufenmäßig vom Vorlandbereich

abhebt. Beide Teile, besonders aber der Molassebereich, sind von der Quartärforschung her eher stiefmütterlich behandelt worden, obwohl, wie wenige Hinweise zeigen, das Quartär auch in diesen Regionen nicht nur mit holozänen Talsohlen, sondern vielfach auch mit pleistozänen Sedimenten vertreten ist. Periglazialerscheinungen spielen aber auch innerhalb von gletscherbeeinflussten Pleistozänablagerungen eine Rolle, insbesondere bei älteren Sedimenten, die von einer oder mehreren Kaltzeiten überprägt worden sind. Hinweise darauf gibt es in fast allen sich mit älteren Moränen oder Terrassen befassenden Arbeiten. Auf Periglazialerscheinungen im Bereich des ehemaligen Salzachgletschers verweisen auf bayerischer Seite E. EBERS (1954), auf österreichischer L. WEINBERGER (1954) und T. PIPPAN (1967); G. BOTZ beschreibt Frostspalten im Würmlöb bei Suben (1963). Zum Periglazialbereich gehören auch alle über die Gletscher aufragenden Gebirgsteile und vorübergehend auch die während der Vorstoß- und Abschmelzphasen eisfreien Talabschnitte. Schon früh beschreibt J. SCHADLER Strukturböden in der Eislug bei Hinterstoder (1931). Erst spät machen G. LIEB und A. SCHOPPER (1991) auf Permafrosterscheinungen und inaktive Blockgletscher im Dachsteingebiet aufmerksam. Die Annahme von spätglazialen Blockgletschern im Almtal wurde bereits erwähnt (D. v. HUSEN Ber. 1992 bzw. 1996).

Die von quartären Terrassenschottern auf das Tertiärhügelland übergreifenden Löss- und Lößlehme und auch die Holozänsedimente, unter denen am ehesten den Rutschgebieten im Hausruck und im älteren Schlier Aufmerksamkeit geschenkt wurde, werden im thematischen Teil (2.4.2) erörtert. Spezielle Periglazialstudien im Molassebereich fehlen fast völlig. Wohl gibt es ohne Eingehen auf die periglaziale Entstehung Hinweise auf autochthone Terrassen längs der Inn-Nebentäler von WEINBERGER (1955) und F. ABERER (1958), der vor allem im Pramtal und im oberen Aschachbecken bei Waizenkirchen-Prambachkirchen stark vereinheitlicht Hochterrassensedimente ausscheidet, während letztere von J. SCHADLER auf seiner Karte Linz-Eferding (1952) älter eingestuft werden. Häufiger können Kartierungsberichten aus jüngerer Zeit Hinweise auf eiszeitlich umgelagerte Schotter im Hausruckgebiet entnommen werden (S. DECKERS 1989, G. ARETIN 1988 & H. G. KRENMAYR 1988, 1989a). P. BRANDLMAYER verweist auf Massenbewegungen unter eiszeitlichen periglazialen Bedingungen in der Flyschzone des oberen Aurachtales (1995). Auf Blatt 49 Wels werden nun auch im Tertiärhügelland bis in die Talsohlen herab periglaziale Quartärsedimente (Schotter, Solifluktsdecken und Staublehme) sorgfältig ausgeschieden; innerhalb der Traun-Enns-Platte werden ebenfalls periglaziale Terrassensedimente der autochthonen Täler von den glazifluvialen unterschieden (KOHL Ber. 1996, 1997).

Für die Feststellung der Pliozän/Pleistozängrenze, wofür am ehesten im Inn- und Hausruckviertel Ansätze erwartet werden könnten, fehlen offenbar die Voraussetzungen. Anhaltspunkte dafür glaubt H. KOHL im östlichen Haus-

ruckviertel (Blatt 49 Wels) in schotterfreien Verebnungen über mariner Molasse zu erkennen, die z. T. relikthaft auf Kuppen, z. T. noch flächenhaft verbreitete Schotterreste von hohen, aber bereits talgebundenen autochthonen Schottern trennen (Erläuterungen Bl. 49 Wels 1997).

Im Bereich der Böhmisches Masse gilt nach wie vor das Hauptinteresse der Quartärforschung den außerhalb unserer Landesgrenze liegenden ehemals vergletscherten höchsten Teilen des Böhmer- und Bayerischen Waldes, dem Arbergebiet bis zum Plöckenstein, dessen letzteiszeitlicher Gletscher auf der böhmischen Nordseite lag. G. PRIEHÄUSSER vertritt weiterhin aufgrund der weiten Verbreitung des „Firneisgrundschuttes“ die Ansicht einer sehr ausgedehnten Vereisung des Arbergebietes (1951, 1955 u. a.). ERGENZINGER schränkt diese wieder ein (1967). Der „Firneisgrundschutt“ wird heute als Fließerde-Frostschutt gedeutet (JERZ 1993, S. 55). H. NAGL glaubt am Ostabfall des Sternsteins Spuren einer rißeiszeitlichen Vergletscherung nachweisen zu können (1982).

Nachdem im Kristallingebiet der Böhmisches Masse schon J. SCHADLER früh auf Fließerdebildungen in größerer Höhe hingewiesen hatte (Ber. 1938), wurden in geographischen Dissertationen und Veröffentlichungen Fragen erörtert, wie die Freilegung ruinenartiger Felsgipfel, die Bildung von Fließerdedecken und Blockanreicherungen, die schon J. ZÖTL (1950, 1951) auf periglaziale Vorgänge zurückführt; auch H. FISCHER weist auf deren periglaziale Entstehung im Hochflächenbereich hin, wo er keine rezenten Bewegungen feststellen konnte (1964, 1967). Beide heben hervor, daß diese Bildungen kaum unter 700 m auftreten und daher klimabedingt wären. T. PIPPAN betont bei ihren Untersuchungen im westlichen Mühlviertel und im Sauwald ausdrücklich, daß Blockbildungen in allen Höhenlagen vorkommen und weist darauf hin, daß es sich nicht nur um periglaziale Erscheinungen handle, vor allem nicht auf Steilhängen (1955, 1969). Ein paar Hinweise gibt auch KOHL in einer Lokalstudie über das Kefermarkter Becken (1957), wo er neben pleistozänen Schotterterrassen auch mächtige äolische Deckschichten feststellen konnte. In „Erdgeschichtliche Wanderungen rund um Linz“ erörtert er am Beispiel der Koglerau, 680 m, die Bedeutung pleistozäner Solifluktionvorgänge bei der Freilegung der Felsgipfel und beschreibt ferner aus Treffling Blockschuttlagen über Tertiärsand in 310 m (1973b, S. 44ff. und S. 68ff.). Im Rahmen der Standortuntersuchungen für eine pflanzensoziologische Arbeit im hohen Böhmerwald Oberösterreichs macht auch W. DUNZENDORFER auf entsprechende Periglazialerscheinungen aufmerksam, vor allem auf das dort besonders frisch erscheinende große „Steinerne Meer“ (1974). Auf dem Pitzenberg hat H. KOHL in den z. T. sillikatisch verfestigten Tertiärschottern über dem Kristallin des westlichen Sauwaldes außerordentlich tiefgreifende, wohl spätglaziale Froststauchungen (Kryoturba­tionen) festgestellt (1963). Größere zusammenfassende thematische Bearbei-

tungen oder Darstellungen über spezielle Fragen des Quartärs gibt es aber auch aus dem Kristallinbereich Oberösterreichs kaum. So muß vor allem das Fehlen pleistozäner Sedimente auf seit 1977 erschienenen, das Mühlviertel betreffenden Geologischen Spezialkarten 1:50.000 bedauert werden. Es sind dies die Blätter 17 Großpertholz (1977 mit Erläuterungen 1978), 18 Weitra (1977 bzw. 1978), 35 Königswiesen (1984) und auch 34 Perg (1982 bzw. 1987) mit Ausnahme der Randzone zum Machland, die von W. FUCHS (1973, 1974, 1976) aufgenommen wurde. Dagegen wird das Quartär auf Blatt 12 Passau (1994), bearbeitet von R. RÖTZEL, auch in den Hochlagen entsprechend berücksichtigt.

2.4.2 Thematische Schwerpunktbereiche

2.4.2.1 Lößforschung und Bodenkunde

In der Nachkriegszeit wird durch Initiativen von Prof. J. Fink, erst Dozent an der Hochschule für Bodenkultur, später Univ.-Professor für Physische Geographie an der Universität Wien, die Quartärforschung in Österreich und nicht zuletzt in Oberösterreich neu belebt. Neue Schwerpunkte werden gesetzt und zielbewußt verfolgt.

Die Fortschritte in der Bodenkunde (FINK 1958) finden zuerst in der Bodenschätzung, dann aber in der in ganz Österreich von J. FINK aufgebauten landwirtschaftlichen Bodenkartierung (1969a) ihren Niederschlag. Ausgehend vom Wiener Raum (FINK & MAJDAN 1954) befaßte sich J. FINK eingehend mit Fragen der Terrassen- und Lößgliederung (1956, 1960, 1962, 1969b), was ihn früh zur Aufnahme von Verbindungen mit den Quartärforschern im übrigen Österreich veranlaßt hatte. Dabei hat er in Oberösterreich den Vorteil gesehen, daß hier die Lößgliederung mit Hilfe der Paläoböden auf den mit verschiedenen alten Moränen verknüpften Schotterterrassen entsprechende Fortschritte versprach. In seiner zusammenfassenden Arbeit über „Stand und Aufgaben der österreichischen Quartärforschung“ (1979) kommt die Bedeutung des oberösterreichischen Raumes zum Ausdruck.

J. Fink setzt immer wieder neue Impulse und sorgt für die Möglichkeit der Anwendung aller modernen Forschungsmethoden, indem er Fachleute verschiedenster Länder und unterschiedlichster Spezialbereiche auch nach Oberösterreich führt, womit dieses Land auch in die internationale Lößforschung einbezogen wird. Die damals noch in Abbau befindlichen Lößgruben konnten vom Verfasser viele Jahre hindurch verfolgt und immer wieder neu untersucht werden bis sich schließlich ein regional gültiges Schema ableiten ließ (KOHL 1969a, 1976b, 1978).

Die frühesten Hinweise auf die Bedeutung der Lössе in Oberösterreich geben (abgesehen von C. EHRLICH 1850, 1852), in der Nachkriegszeit für den

Raum des Mattigtales L. WEINBERGER (1953) und für die Umgebung von Linz H. KOHL (unveröffentl. Diss. 1952, 1955b). Mit der von J. Fink anlässlich der DEUQUA-Tagung in Laufen/Salzach 1955 veranlaßten Exkursion durch Österreich begann eine enge und erfolgreiche Zusammenarbeit mit L. Weinberger bis zu dessen Tod 1966 und mit H. Kohl bis zum Tod Prof. Finks 1981 (Nachrufe: K. BRUNNACKER 1981, H. GRAUL 1982, B. FRENZEL 1982 und a.).

Als Bodenkundler und Schüler J. Finks hat sich auch der Wahllinzer V. JANIK (gest. 1976, Nachruf KOHL 1977b) in die Lößforschung vertieft. Zunächst sind ihm Bodenkarten von Ottensheim (1953, 1954), Leonfelden (1956), Linz (1961, 1962) und Eferding (1974) 1:25.000, zusammen mit H. SCHILLER eine Untersuchung über die Böden der Gjaidalm (Dachstein) (1958, 1960), später die Bodenkarte 1:1.000.000 im Oberösterreich-Atlas (1968, Erl. 1971) zu verdanken. 1967 (a) erweitert er mit einer zweiten Dissertation seine Kenntnisse in der Mikromorphologie der Böden (1973, 1974) und in der Mikroanalyse der Lössе, deren Schwermineralbestand und Tongehalt er untersuchte (1974, 1975). Er befaßt sich eingehend mit dem Löß auf der Hochterrasse (HT) der Traun und dessen Genetik (1967b), den Linzer Lößprofilen (1969) und schließlich den Lössen und Böden von Mauerkirchen und St. Georgen an der Mattig (1974b). Im Gegensatz zur allgemeinen Vorstellung, daß Löß und Staublehm, sofern nicht nachträglich verlagert, äolischen Ursprungs sind, vertritt V. JANIK sehr konsequent die Meinung, daß diese Sedimente ausschließlich als Hochwasserablagerungen zu deuten wären (1965). Wenn auch in diesem Punkt die Meinungen bezüglich der Lößgenese auseinandergehen, so haben Janiks Untersuchungen als Grundlagenforschung für den Löß nach wie vor ihre Bedeutung und es gab daher stets eine gute Zusammenarbeit bei der Untersuchung und Beschreibung der Lößaufschlüsse, bei der der Verfasser dieser Arbeit neben der Zusammenarbeit mit Prof. Fink eine gründliche Einführung in die praktische Bodenkunde (Pedologie) erhielt, was zur ständigen Vertiefung der Erkenntnisse der aussagekräftigsten Profile auf der HT Weingartshof bei Linz (KOHL 1955b), Linz-Froschberg (KOHL 1955b, 1976b, 1978) sowie Altheim/Inn (FINK 1969b) geführt hat. Diese Ergebnisse erfahren eine Erweiterung durch die anlässlich der Kartierungen auf Blatt Wels ange-troffenen Staublehmprofile in Haiding und der Ziegelei Pichler in Mitterlaab bei Wels (KOHL Ber. 1995). Da diese Dokumente in der Natur nicht erhalten werden können, wurden Profile mit Originalmaterial entnommen und konserviert, und zwar von Linz-Froschberg (verwahrt im Depot des Linzer Stadtmuseums Nordico 1969a) und von Alheim am Inn, der bisher in Oberösterreich vollständigsten Lößabfolge auf einer HT. Das mittels Lackstreifenmethode entnommene Profil Alheim war anlässlich der von H. Kohl im OÖ. Landesmuseum aufgebauten Ausstellung „Oberösterreich zur Eiszeit“ 1976–1986 zu sehen (KOHL 1977a) und wird seither im Depot des Museums verwahrt.