

	Mill. t	%
Mittl. Osten (m. Aegypten)	3779	40,6
Nord- u. Zentralamerika	3003,2	32,4
USSR	1117	12,0
Südamerika	1068,4	11,5
Ferner Osten	215,5	2,3
Europa	114,8	1,2
	<u>9297,9</u>	<u>100,0</u>
davon kontrolliert durch:		
Amerika	5239,2	56,3
Großbritannien u. Holland	2520,5	27,2
Staatsbesitz (USSR 12%)	1328,9	14,3
Andere	209,3	2,2
	<u>9297,9</u>	<u>100,0</u>

Ang. Schweiz. Bankgesellsch. Nov. 1948. Nach Inventaire économique de l'Europe. Paris. Presses Universitaires. 1947.

Tab. 2. Sichere Erdölreserven 1946 in Mill. t

Angaben per Tag und Faß (7 Faß = ca. 1 to)	1947 effekt. Prod.	1951 geplante Prod.
Vereinigte Staaten	5 080 000	5 300 000
Andere Länder der westl. Hemisphäre	<u>1 570 000</u>	<u>2 040 000</u>
Total für die westliche Hemisphäre	6 650 000	7 340 000
Länder die am europäisch. Wiederaufbauplantteilnehm.	40 000	50 000
Mittlerer Osten	870 000	1 620 000
Ferner Osten	<u>220 000</u>	<u>380 000</u>
Total für die östliche Hemisphäre	1 130 000	2 005 000
Gesamttotal	<u>7 780 000</u>	<u>9 390 000</u>
Belieferung Europas:		
Anteil der westl. Hemisph.	77%	18%
Anteil der östl. Hemisph.	23%	82%

Kommission für Petroleum der Internat. Arbeitsorganisation
Neue Züricher Zeitung 20. 1. 1949

Tab. 3. Produktionsplan der Petroleumindustrie

Nordamerika	25,9	USA 24,7
Südamerika	9,4	Venezuela 8,2; Columbien 0,5
Europa	0,8	
Rußland	6,7	
Mittlerer Osten	33,2	Iran 8,9; Iraq 6,0; Kuwait 10,2; Saudi Arabien 7,0.
Ferner Osten	1,1	

Tab. 4. Welterdölreserven Ende 1948 in Milliarden Faß

NEUE WEGE DER EISZEITFORSCHUNG

Gedanken zur Quartärtagung in Hannover vom 7. bis 11. Oktober 1948

J. Büdel

Mit 1 Abbildung

Die Eiszeitforschung steht heute in einer deutlichen Wende. Als kurz vor der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Lehre von der „Eiszeit“ erstmals festere Gestalt gewann, stand diese Periode nur für zwei weit voneinander entfernte Disziplinen: die Gletscherforschung und die Urgeschichte im Vordergrund des Interesses. Das Eiszeitalter war damals lediglich eine Periode mehrmaliger starker Gletschervergrößerung und zugleich der geologische Zeitabschnitt, in dem sich der Mensch zu einem geistigen, der Natur in immer stärkerer Vorrangstellung gegenüberstehenden Wesen entwickelt hatte. Zwischen beiden Forschungszweigen bestanden nur lose Beziehungen. Dies war kein Wunder, denn sie stellten jeweils nur einen beschränkten Ausschnitt aus zweien der vier großen

Teilgebiete dar, aus denen die Eiszeitforschung heute besteht: dem physisch-geographischen, dem geologisch-stratigraphischen, dem biologischen und dem anthropologisch-urgeschichtlichen. Auf allen diesen Gebieten ist seitdem eine ungeheure Fülle neuer Tatsachen zutage gefördert worden. Aber je mehr die Vielfalt der sichtbar werdenden Eiszeitphänomene wuchs und je mehr ursprünglich beherrschend erscheinende Einzelzüge, wie die Vergrößerung der Gletscher, allmählich nur zu einer Teilerscheinung neben vielen anderen, gleichwertigen herabsanken, desto mehr wuchs das Bild der Eiszeitforschung nun — im Gegensatz zu der tragischen Aufspaltung, die eine ähnliche Entwicklung in vielen anderen Wissensgebieten zur Folge hatte — zu einer großen Einheit zusammen, in

der sich alle beteiligten Wissenszweige in einer immer engeren Zusammenarbeit fanden. Mit vereinten Kräften wurden die weiten Lücken zwischen den auffälligen, zuerst sichtbar gewordenen, aber beziehungslos gebliebenen Einzelercheinungen durch die Erkenntnis immer weiterer Züge allmählich aufgehellt und so ein großer, einheitlicher Bau der Eiszeitforschung gewonnen, der nun eine zutreffendere Einordnung jedes einzelnen Faktors erlaubt.

Das so entstandene Bild besagt einmal, daß die Erde während des Eiszeitalters in allen ihren Zonen, nicht etwa nur in dem engen, auf die Polarhauben und die Hochgebirge beschränkten Klimabereich der Gletscherzone, und zugleich auf allen Gebieten, dem physischen und dem biologisch-urgeschichtlichen, eine so durchgreifende Veränderung erfuhr, wie sie sich im Laufe der Erdgeschichte kaum jemals in so kurzer Zeit vollzogen hat. Diese betrifft in der Naturlausstattung der Erde das Verhältnis von Meer, Land und Landeis, eine mehrfach wechselnde, völlige Neuverbreitung und Abwandlung der großen Klima- und Landschaftsgürtel, damit im Zusammenhang eine Veränderung aller exogenen Züge des Bodenreliefs und vor allem der oberflächlichen Bodendecke selbst und endlich eine durchgreifende Umgestaltung der ganzen Biosphäre, des Pflanzen- und Tierlebens, und mit dem durch die stets wechselnden Anpassungsbedingungen hervorgerufenen Erlöschen alter und dem Auftauchen vieler neuer Arten endlich auch die Entstehung des Menschengeschlechts. Die neu gewonnene Synthese besagt zweitens, daß die Vollendung dieses Bildes am Ende des Eiszeitalters so nahe an die Gegenwart heranrückt, daß es in der sehr viel kürzeren Nacheiszeit auf den meisten Gebieten und den meisten Zonen der Erde sehr wenig verändert wurde, so daß das Antlitz der Erde heute noch weitgehend die im Laufe des Eiszeitalters geprägten Züge trägt. Und sie besagt drittens, daß alle Einzelercheinungen dieses Bildes auf die gemeinsame Ursache der großen Klimaschwankungen zurückgehen, die während dieser Periode in mindestens achtmaligem Wechsel — am Beginn und am Ende jeder der vier Kaltzeiten — über die Erde dahinzogen. Von diesem übergeordneten Vorgang hängen alle anderen Erscheinungen direkt oder indirekt ab, und je mehr wir diesen überschauen, desto genauer vermögen wir das Wesen dieses Klimawandels selbst zu bestimmen.

Dieses umfassende, synthetische Bild des Eiszeitalters wurde erst in den letzten Jahrzehnten gewonnen. Vorher gingen die Untersuchungen der hier beteiligten Wissenszweige lange ziemlich getrennt nebeneinander her. Rund 80 von den 100 Jahren, auf die die physische Eiszeitforschung

als selbständige Disziplin heute zurückblickt, waren fast ausschließlich dem Studium der großen Landeismassen des „Eiszeitalters“ gewidmet, das hiervon seinen Namen erhielt. Ein gewaltiger Bau der Erkenntnis wurde errichtet, der von J. L. Agassiz über *Torrel*, *Geikie* und *A. Penck* bis zu den jüngsten Gesamtdarstellungen von *Geinitz*, *Wright*, *Woldstedt* (1928) und *R. F. Flint* (1947) unbestritten im Zentrum der Eiszeitforschung stand. In der Tat ließen sich auch eine große Zahl von allgemeinen Eiszeitproblemen aus dem Phänomen der Vereisungen erschließen: so die Gliederung des Eiszeitalters in mehrere Glazial- und Interglazialzeiten, die eustatischen Schwankungen des Meeresspiegels, die isostatischen Bewegungen der eisbelasteten Erdkrustenteile, die allgemeine Schneegrenzdepression, die die Eiszeit als eine die ganze Erde gleichzeitig erfassende Erscheinung erwies, und endlich die genaue Datierung des letzten Eisrückzugs durch die Warvenforschung. Schon durch diese Erfolge war die physische Eiszeitforschung in sehr enge Beziehungen zur Urgeschichte geraten. Dies geschah noch mehr, als durch die vornehmlich durch *v. Post* während des ersten Weltkrieges ausgearbeitete Pollenanalyse ein weiterer, von der Gletscherforschung unabhängiger Weg zur klimatischen Differenzierung der Spät- und Postglazialzeit und schließlich auch der Interglazialzeiten gefunden wurde. Eine enge Zusammenarbeit aller an der Eiszeitforschung beteiligten Wissenschaften wurde damit dringend erforderlich. Aus diesem Streben erfolgte die Gründung der Internationalen Quartärvereinigung, die 1928 ihren ersten Kongreß in Kopenhagen, 1933 ihren zweiten in Leningrad und 1936 ihren dritten in Wien abhielt.

Obwohl damals die oben angedeutete Neuentwicklung schon deutlich angebahnt war, lag auch auf dieser bisher letzten internationalen Tagung das Schwergewicht noch ganz auf den von der eiszeitlichen Gletscherforschung beherrschten klimatischen, geomorphologischen, stratigraphischen und geophysikalischen Problemkreisen, ihnen galten nicht weniger als 28, d. h. also fast die Hälfte der damals gehaltenen 63 Vorträge. 16 weitere Referate behandelten die Stratigraphie solcher Sedimente, deren Entstehung zwar zeitlich ins Diluvium fiel, die aber als Fluß-, Seen-, Meeres-, Wind- oder sonstige Ablagerungen genetisch nichts mit den großen Vereisungen zu tun hatten und deren Bildungsmechanismus daher als allgemein exogen und nicht als spezifisch eiszeitlich aufgefaßt wurde. Je 9 Referate waren pollenanalytischen Untersuchungen und Fragen der Urgeschichte und nur eines den Fragen der typisch eiszeitlichen nichtglazigenen Exogenvorgänge gewidmet.

Unter der Wirkung des zweiten Weltkrieges und seiner Folgen verlangsamte sich auch das Tempo der Eiszeitforschung. Dennoch trat gerade in diesen letzten 1½ Jahrzehnten eine deutliche Verschiebung der Akzente in der Quartärforschung hervor. Die eiszeitliche Gletscherforschung mit den von ihr befruchteten Nachbargebieten trat nach den bedeutenden noch zwischen dem ersten Weltkrieg und der Wiener Tagung erzielten Erfolgen von ihrer beherrschenden Stellung zurück. Mindestens gilt dies für die auf mitteleuropäischem Boden zur Diskussion stehenden Fragen, während anderwärts auch auf diesem Gebiet noch wesentliche Fortschritte erzielt wurden¹⁾. Eine allgemeine Erweiterung erfuhr dagegen das Gebiet der Pollenanalyse, die sich für ihre Untersuchungen neue Länderräume, neue Sedimenttypen (außer Mooren auch Mudden, Tone, verschiedene Bodenarten, Eis) und neue erdgeschichtliche Horizonte (vom jüngsten Holozän bis hinauf ins Tertiär) erschloß; für viele andere seien hier nur die mit reichen Literaturangaben versehenen Arbeiten von *Firbas* (1939, 1947, 1948), *Gams* (1942, 1943), *Hyypä* (1942), *Aario* (1944) sowie von *Gritschuk*, *Blagoweschtschenski* und ihren Mitarbeitern (1946) genannt. In ähnlicher Weise hat sich seit der Wiener Tagung die Erforschung spezifisch eiszeitlicher Exogenvorgänge außerhalb der Gletschergebiete und der von diesen Vorgängen erzeugten Ablagerungen (Flußaufschüttungen, Boden- und Hangschuttdecken) entwickelt. Gegenüber den älteren Arbeiten von *Keßler*, *Soergel* u. a. geschah dies vor allem dadurch, daß für solche Bildungen genaue Nachweise des wirklich eiszeitlichen (nicht inter- oder postglazialen) Alters erbracht, daß die Gesetzmäßigkeiten der weiten Verbreitung dieser Bildungen und ihr hoher Anteil an den heutigen Bodendecken klargelegt, daß ferner die große morphologische Bedeutung dieser Vorgänge erwiesen wurde, die nicht nur in Einzelformen noch heute nachwirken, sondern in der Tat fast den gesamten Großformenschatz der Gegenwart in den höheren und mittleren Breiten geprägt haben, und daß endlich der Vergleich dieser Erscheinungen mit denjenigen der rezenten Kaltklimate verfeinert wurde (*Büdel*, 1937, 1945, 1948; *Cailleux*, 1942, 1945; *Troll*, 1944, 1947, 1948; *Jaranoff*, 1944 u. a.). Sehr wesentlich war auch die weitere Entwicklung der allgemeinen Pleistozänstratigraphie, vor allem der inter- und spätglazialen Meeresablagerungen, bei denen sich der allmähliche Zusammenschluß der bisher rings um Europa im Kaspischen Meer, im Schwarzen Meer, im übrigen Mittelmeer, an der Atlantikküste sowie in

der Nord-, Ost- und Barents-See getrennt erzielten Einzelergebnisse anbahnt, so daß hier die Aussicht besteht, allmählich in diesem ganzen Raum das Wirklichkeitsbild der eustatischen Spiegelschwankungen und ihrer Interferenz mit tektonischen Bewegungen in ähnlicher Weise entschleiern zu sehen, wie dies für die nacheiszeitliche Ostsee bereits geschah (vgl. u. a. die Arbeiten von *Grahammann*, 1937; *Gripp-Dittmer*, 1941; *Dittmer*, 1941; *Pfannenstiel*, 1944, und *Jaranoff*, 1944). Über die seit 1936 sehr wesentlichen Fortschritte der Urgeschichte können an dieser Stelle leider keine näheren Ausführungen gemacht werden.

Unter diesen Umständen entsprach der Plan einer neuen Quartärtagung nicht nur dem allgemeinen Wunsch, nach der langen Isolierung durch den Krieg die gegenseitige persönliche Fühlung wieder aufzunehmen, sondern auch dem Bewußtsein, daß in der Zwischenzeit in vielen der beteiligten Fachgebiete ganz neue Fragestellungen aufgetaucht waren, deren Kenntnis für die eigene Arbeit notwendig erschien, und daß sich eben daraus der Blick auf ein neues Gesamtbild des Eiszeitalters eröffnet hatte. Angesichts der politischen und wirtschaftlichen Hemmnisse, die bis jetzt die Beteiligung Deutschlands auf internationalen wissenschaftlichen Kongressen verhindert oder auf wenige Beobachter beschränkt haben, war es daher ein glücklicher Gedanke, daß der jetzige Altmeister der deutschen Quartärforschung, *Paul Woldstedt*, zur Gründung einer deutschen Quartärvereinigung schritt, die im Herbst 1947 eine erste kleine Tagung in Tittmoning (Oberbayern) und vom 7. bis 11. Oktober 1948 eine zweite größere Tagung in Hannover abhielt. Drei Tage dieses Kongresses waren sehr aufschlußreichen Exkursionen in das Diluvium Nordwestdeutschlands, zwei Tage den insgesamt 20 Vorträgen gewidmet. Die erwähnte Verschiebung des Schwergewichts fand dabei einen gewissen Ausdruck schon darin, daß von diesen Vorträgen 6 typisch eiszeitlichen nichtglazialen Exogenvorgängen, je 5 Fragen der Pollenanalyse und der Urgeschichte, 2 allgemeinen Eiszeitfragen mit im ganzen stratigraphischer Zielsetzung und je nur einer der Strahlungskurve nach *Milankovitsch* und der eiszeitlichen Gletscherforschung galt. Die Veröffentlichung aller Vorträge in einem Sammelband ist geplant. Der folgende Bericht erstrebt keinen vollständigen Auszug, sondern will nur an einigen Beispielen dartun, in welcher Weise die im letzten Jahrzehnt in den Vordergrund gerückten Fragen auf der Tagung — innerhalb und außerhalb der Vorträge — weiterentwickelt wurden.

Begonnen sei mit den Fragen der nichtglazialen Exogenvorgänge in den Kaltzeiten. Die Vorträge auf der Tagung waren sowohl den hierdurch

¹⁾ So z. B. die von *Bobek* (1937, 1940) und *Louis* (1944) in Fortsetzung früherer Arbeiten veröffentlichten Flächendarstellungen der eiszeitlichen Schneegrenze in Vorderasien.

erzeugten Ablagerungen (*K. Richter, Schönhals*), den aus diesen Erscheinungen zu folgender klimatischen Rückschlüssen (*Büdel, Poser*) als auch den morphologischen Wirkungen dieser Vorgänge (*Troll, Schäfer*) gewidmet.

K. Richters Vortrag über „Die stratigraphische Bewertung periglazialer Umlagerungen im nördlichen Niedersachsen“ bot weit mehr als der Titel vermuten ließ. Im nordwestdeutschen Altmoränengebiet besaßen die kaltzeitlichen Denudationsvorgänge außerordentliche Stärke, selbst um ganz flache Kuppen mit nur wenige Grade geneigten Hängen finden sich in dieser Landschaft weite Aureolen von bis zu mehreren Metern mächtigen Fließerdedecken. Mit der weitgehenden Durchmischung ihrer Bestandteile ähneln sie Geschiebemergellagen, so daß sie bisher auch verschiedentlich als Zeugen besonderer Eisvorstöße und Eiszeitstadien gedeutet wurden. *Richter* gab nun vier verschiedene Wege an, mit deren Hilfe man beide Arten von Eiszeitsedimenten scharf auseinanderhalten kann. Einmal greifen Fließerdedecken der Natur ihrer Entstehung nach nie über Hügelkuppen hinweg, sie sind immer nur an den Gehängen (wenn auch oft ganz flachen) angereichert, und umgekehrt sind „Geschiebemergeldecken“, die nur in Hanglage auftreten, immer „fließerdeverdächtig“. Ein zweites Merkmal der Fließerdedecken ist ihre bei genauerem Zusehen doch nie ganz fehlende Schichtung parallel zum Hang. Dieser Zug kann durch eine Untersuchung der „Einregelung“ der einzelnen Geschiebe (nach der Richtung ihrer Längsachse) noch genauer erhärtet werden: Diese Einregelung folgt in Fließerdedecken immer dem Hanggefälle, in Grundmoränendecken dagegen der Richtung des Eisschubes! Endlich bewirkt der auf alle Fälle zusätzliche Umlagerungsvorgang, den die Fließerdedecken erlebt haben, ihre weit höhere Anreicherung mit Quarzgeschieben. Unter 1000 Stücken fand *Richter* in Grundmoränendecken 6 bis 10, in Fließerdedecken aber 25 bis 40 Quarzgeschiebe und die höchsten Quarzanteile selbstverständlich in durch Ausblasen entstandenen Steinsohlen. Die letztere Methode ist besonders wertvoll, weil sie die Unterscheidung der Sedimente auch in Bohrproben gestattet. Im zweiten Teil des Vortrages wurde gezeigt, daß auch innerhalb der Altmoränen je nach ihrem Alter noch deutliche Unterschiede der krypturbaten Beanspruchung vorhanden sind. Am stärksten sind die ältesten (hier: saaleeiszeitlichen) Ablagerungen umgestaltet: mächtige Fließerden und Taschenböden sind hier häufig nochmals von tiefen Frostspalten durchsetzt und darüber liegen noch Steinsohlen. Demgegenüber fehlen im Bereich des Wartestadiums solche Spuren einer mehrphasigen

Beanspruchung, während im Bereich der Jungmoränen — wie schon *Dücker* (1933) zeigte — überhaupt keine Frostbodenspuren mehr auftreten. Auch dieses Ergebnis ist von großer allgemeiner Bedeutung. Es gilt nach meinen Erfahrungen auch für die eiszeitlichen Schotterterrassen unserer Mittelgebirge und des Alpenvorlandes, wo die älteren stets viel stärkere Spuren von Lehmkeilen, Taschenböden usw. zeigen als die jüngeren.

Schönhals' Vortrag „Über fossile Böden im nichtvereisten Gebiet“ hatte demgegenüber vornehmlich die Unterschiede interglazialer Bodenbildung zum Gegenstand, genauer: die stratigraphisch sehr wichtige Unterscheidung zwischen nur interstadialen und echten interglazialen Verwitterungshorizonten („Laimenzonen“) im Löß. Es wurde eine große Zahl prachtvoller Lößprofile mit jeweils mehreren Verwitterungshorizonten aus Rheinhessen sowie Mittel- und Nordböhmen vorgeführt. Während die interstadialen Bodenhorizonte Podsolcharakter mit oberflächlicher Verlehmung tragen, zeigen die interglazialen Schwarzerdebildung. Dieser qualitative Unterschied ist nach *Schönhals* so durchgehend, daß er — mindestens für den betrachteten Raum — stratigraphische Bedeutung gewinnt; die Stärke der Verlehmungen nimmt dabei merkwürdigerweise nach Osten zu. Wie viele andere so lassen auch *Schönhals'* Profile besonders deutlich erkennen, daß diese warmzeitlichen Bodenhorizonte in der nächstfolgenden Kaltzeit häufig erst einmal von Frostspalten durchsetzt und ferner stets von Sanden oder Fließerden überschüttet wurden, bevor die neue Lößbildung einsetzte. Auf die Bedeutung dieser Tatsache kommen wir noch zurück.

Mein eigener Vortrag über „Die Klimazonen des Eiszeitalters“ (im wesentlichen inhaltsgleich mit *Büdel*, 1949) ging davon aus, daß in den Kaltzeiten nicht nur sämtliche Klimagürtel (also nicht nur die Gletscherzone) eine von den Polen zum Äquator hin abklingende Verschiebung erfuhren, sondern daß sie mit anderer Breitenlage, anderer Breitenausdehnung und anderer Lage zu den (anders gestalteten) Meeresflächen auch qualitativ anders waren als heute. An Stelle des einfachen, für die ganze Erde gleichartigen Verhältnisses des eiszeitlichen zum Gegenwartsklima kommen wir so zu dem Bild vielfältiger, von den heutigen abweichender Eiszeit-Klimazonen, von denen jede nur durch einen Komplex von Klimawerten dargestellt werden kann. Um diese zu erfassen, müssen in gegenseitiger Ergänzung alle nur möglichen eiszeitlichen Klimaspuren gemeinsam herangezogen werden. Die Einzeldarstellung bezog sich auf das würemeiszeitliche Europa und seine Nachbarräume. Nachdem meine Schülerin *Brusch* (1949) in diesem Be-

reich die außerordentlich weitgehende Übereinstimmung der heutigen Isochionen (Höhenlinien der heutigen Schneegrenzflächen) mit den reduzierten Juli-Isothermen der Gegenwart festgestellt hatte, leitete ich aus dem Verlauf der eiszeitlichen Isochionen eine Karte der wärmeiszeitlichen Juli-Isothermen ab (näheres s. Büdel, 1949). Die daraus ohne weiteres sich ergebende wirkliche $+10,5^{\circ}$ -Juli-Isotherme der Würmeiszeit, die der äußersten Lage der damaligen polaren Baumgrenze entspricht, lief vom Garonne-Gebiet aus am Südrand des französischen Zentralplateaus und der Alpen entlang (mit Ausläufern in den iberischen, apenninischen und dinarischen Gebirgen), drang vom Alpenostrand durch die Wiener Pforte eben noch bis Südmähren vor, umlief dann südwärts das Karpaten-System bis zum Oberlauf des Dnjepr und durchzog von da aus in gestreckterem (von Reliefunterschieden wenig mehr beeinflusstem) ostnordöstlichen Verlauf über den oberen Dnjepr und die obere Wolga das ganze osteuropäische Tiefland bis zum Mittelural in etwa 57° nördl. Breite. Im größten Teil ihres Verlaufes kann diese Linie dabei mit der durch pollenanalytische Untersuchungen ermittelten eiszeitlichen Baumgrenze verglichen werden, wobei sich eine außerordentlich gute Übereinstimmung der hier auf ganz verschiedenen Wegen gewonnenen Ergebnisse zeigte²⁾. An der Atlantikküste bleibt diese Linie tausend Kilometer vom nächsten Punkt der nordischen Inlandeismassen entfernt, während sich im oberen Wolgagebiet Eisgrenze und Baumgrenze fast berühren, ein Zeichen, daß nicht eine sekundäre, vom Gletschereis ausgehende Abkühlungswirkung die Lage der damaligen polaren Baumgrenze bestimmt hat, sondern daß beide Erscheinungen, die Depressionen der Schneegrenze (d. h. die Ausdehnung des Inlandeises) ebenso wie die Südverschiebung der polaren Baumgrenze, von einer übergeordneten primären Klimawirkung abhängig waren. Da wohl die Depression der Schneegrenze, niemals aber die Verschiebung der Baumgrenze durch eine Zunahme der Winterniederschläge erreicht werden konnte, liegt hier ein weiterer Beweis dafür vor, daß es sich bei jener primär die Kaltzeiten verursachenden Klimawirkung in der Tat um einen Abkühlungsorganismus, und zwar in erster Linie einen solchen der Sommertemperaturen handelte. Dieser erfolgte auf der ganzen Erde nicht in gleicher Größe, jedoch in gleicher Richtung. Die eiszeitlichen Niederschläge verhielten sich demgegenüber in den einzelnen Klimazonen nicht einheitlich: sie dürften teils größer, teils geringer gewesen sein als heute.

Weitere Zeugnisse für das Eiszeitklima bietet das Verhältnis der damaligen polaren Baumgrenze

²⁾ s. Ergänzung S. 192

zur Verbreitung des Lösses in Europa. Vermittels neuen Materials wurde eine strenge Scheidung zwischen Lössherkunfts- und Lössablagerungsgebieten nach ihren klima-morphologischen Wesenszügen begründet. Als Lössherkunftsgebiete werden mit Dücker (1937) außer den damaligen Flußtälern und Moränengebieten auch alle pflanzenarmen, durch starke Kryoturbation (d. h. ständige Aufbereitung von Feinmaterial in lößartigen Korngrößen) ausgezeichneten Frostschuttundren (Büdel, 1948) aufgefaßt, an denen damals in Europa kein Mangel herrschte. Lössablagerungsgebiete können demgegenüber nur dicht bewachsene, steppenartig-trockene Gras- und Krautfluren mit fehlendem oder nur sehr lockerem hochstämmigen Baumwuchs, gleichzeitig aber auch nur schwachen Frostbodenbewegungen gewesen sein. Das große europäische Lössgebiet, das an der Ostgrenze des Erdteils zwischen Kaukasus und Mittelural mit breiter Basis ansetzt und sich dann westwärts bis zu seiner Spitze in Nordfrankreich und der Bretagne keilförmig verschmälert, entsprach damit einem einheitlichen steppenartigen Vegetationsgürtel. Dieser Lösskeil wurde in seinem Mittelteil, auf der Strecke Wiener Pforte—oberer Dnjepr, durch die oben abgeleitete polare Baumgrenze gequert. Polwärts (in diesem Falle nordwestlich) dieser Linie fehlt hier der Baumwuchs auf Grund zu niedriger Sommerwärme; äquatorwärts (d. h. südöstlich dieser Linie) trat der Baumwuchs wegen zu geringer — insbesondere sommerlicher — Niederschlagsmengen sehr weitgehend zurück. Der polwärts der Baumgrenze gelegene Keil des großen Lösskeils wurde als „Lößtundra“, der äquatorwärts von ihr gelegene als „Lößsteppe“ bezeichnet.

Damit war der von Asien nach Europa herübergreifende Steppenkeil gegenüber seiner heutigen Ausdehnung in Südosteuropa damals nach N und W gewaltig ausgedehnt: er reichte in der Bretagne bis zur Atlantikküste und lag dabei hier (d. h. westlich der Linie Wiener Pforte—oberer Dnjepr) polwärts der Baumgrenze. Westlich der Wiener Pforte fiel im damaligen Europa die Waldgrenze mit der Baumgrenze zusammen. Östlich davon aber klafften beide weit auseinander: die Baumgrenze sprang hier mit der großen innerkontinentalen Sommerwärme bis etwa zum 57° Grad weit nordwärts vor, der geschlossene Wald aber blieb demgegenüber wegen der Niederschlagsarmut dieses Raumes tief im Süden, etwa im Gebiet der heutigen Mittelmeervegetation zurück. Zwischen beiden Linien lag in den Donauländern und in ganz Süd- und Mittelrußland das große Gebiet der Lößsteppe. Der in ihr örtlich vorhandene spärliche Baumwuchs erfuhr an ihrem äußersten, etwas

feuchteren Nordsaum (in unmittelbarer Nähe der oben abgeleiteten Baumgrenze) nach den pollenanalytischen Untersuchungen *Gritschucks* (1946) eine leichte Verdichtung zur „Waldsteppe“, die dann jenseits der Baumgrenze in Waldtundra und erst dann in die reine arktische Frostschuttundra im unmittelbaren Vorfeld des Inlandeises übergang. Dieser schmale Waldsteppen- und Waldtundrensaum beiderseits der Baumgrenze, der vom oberen Dnjepr bei Tschernigow über Moskau und die obere Wolga bis zum Mittelural im Gebiet von Perm reichte, war damals der einzige Rest des borealen Waldgürtels, der heute in einer Minimalbreite von 100 km die südrussische Steppe von der nordrussischen Tundra trennt.

Westlich der Linie Wiener Pforte—oberer Dnjepr wich die Baum- und Waldgrenze auf die Südseite des großen Lößgürtels zurück, der damit zur „L ö ß t u n d r a“ wurde. Diese stieß mit ihrem Nordrand vom oberen Dnjepr bis zur Bretagne unmittelbar an die Frostschuttundra, die von hier in geschlossener Ausdehnung bis zum Rand des Inlandeises reichte. Die Nordgrenze des Lößes gegen diese Zone ist bekanntlich meist sehr scharf gezogen. Wäre sie — entsprechend der bisherigen Annahme — eine rein dynamische Grenze der Auswehung aus den jungglazialen Sanden und Moränen, so wäre schon ihre starke Ausprägung schwer erklärbar. Vor allem wäre dann nicht einzusehen, warum die Lößbedeckung nicht sofort außerhalb der jungglazialen Urstromtäler auf den trockenen hohen Altmoränenplatten Schleswig-Holsteins, Nordniedersachsens und der nördlichen Niederlande einsetzt. Statt dessen beginnt sie erst 100—500 km weiter südlich! Ich sehe daher in ihr eine ehemalige klimamorphologische Grenze. Zweifellos fiel auch nördlich dieser Linie viel Lößstaub nieder, aber die dort herrschenden starken Abtragungsvorgänge verhinderten in der pflanzenarmen Frostschuttundra die Bildung geschlossener äolischer Sedimente. Wie stark diese Abtragungsvorgänge in Gestalt der Kryoturbation und Frost-Fließerdebildung, der Abspülung und Auswehung in der Tat hier waren, geht aus den diesbezüglichen Untersuchungen von *Gripp* (1932), *Dücker* (1933), *Florschütz* (1938), *H. Lehmann* (1948) und besonders auch wieder aus den oben erwähnten Ergebnissen von *K. Richter* klar hervor. Die scharf ausgebildete Nordgrenze des Lößes bezeichnet demgegenüber die Ausgleichslinie, an der mit südwärts zunehmender Klimagunst die Entstehung eines geschlossenen Tundren-Gras- und -Krauttepichs möglich war, in dessen Bereich dann sofort (damals wie in der heutigen Arktis, vgl. *Büdel*, 1948) eine starke Dämpfung der Kryoturbation sowie aller übrigen

Abtragungsvorgänge erfolgt, so daß hier die Ablagerung von Lößdecken möglich wurde.

Daß diese Grenze in der Tat klimatisch bestimmt war, geht auch daraus hervor, daß sie — wie jede andere klimabedingte Polargrenze — sich von dort aus mit sanftem Anstieg als klimatische Höhengrenze in den Gebirgen äquatorwärts verfolgen läßt. In den deutschen Mittelgebirgen steigt die obere Lößgrenze ebenso wie alle übrigen Höhengrenzen von NNW nach SSO an, von rund 300 m im Weserbergland bis auf etwa 600 m am Nordrand der Alpen, den Raum zwischen eiszeitlicher Wald- und Schneegrenze in zwei klimamorphologische Bereiche scheidend. In der rauhen „Frostschuttstufe“ der eiszeitlichen Mittelgebirge hat sehr kräftiges Bodenfließen und sehr kräftige Hangabspülung die Lößablagerung unterdrückt: hier finden wir heute allenthalben fossile Fließerdedecken und fossilen Abspülschutt (*Büdel*, 1944). In der Tiefe der Beckenlandschaften treffen wir dagegen mächtige Lößlager ganz ohne Zwischenschaltung gröberer Materials. Hier, in der dicht bewachsenen „Tundrenstufe“ des eiszeitlichen Mitteleuropas hatte die Vegetationsdichte stärkere Frostbodenbewegungen verhindert und so die Lößablagerung ermöglicht. Dazwischen gab es in mittlerer Höhe eine Kampfzone, wo Löß einerseits, Fließerde, Abspülschutt und gröberes angewehtes Sandmaterial andererseits in Wechsellagerung traten (s. u.). Die obere Lößgrenze ist also zugleich die untere Grenze starker Bodenflußerscheinungen. Weiter äquatorwärts ging die Tundrenzone am feuchten Westrand Europas in eine lößfreie Waldtundra über, wie sie das atlantische Frankreich zwischen Loire und Pyrenäen eingenommen haben dürfte, bis dann endlich im Bereich des heutigen südfranzösischen Mittelmeergebietes auch hier die polare Waldgrenze erreicht wurde. Der geschlossene hochstämmige Laub- und Mischwald vom heutigen mitteleuropäischen Habitus war zur Eiszeit fast ganz auf die offenbar auch damals relativ milden und reich beregneten Mittelmeerländer beschränkt. Der Raum zwischen polarer Wald- und Eisgrenze war aber zugleich nicht nur viel breiter als die heutige schmale Tundrenzone am Nordsaum des Erdteils, sondern auch qualitativ ganz anders geartet und dank der Berührung von Kälte- und Trockensteppe viel reicher gegliedert. Durch die Kombination aller bekannten methodischen Wege kann man hier in der Frostschuttundra, Waldtundra, Lößtundra, Lößsteppe und Löß-Waldsteppe fünf klimamorphologische bzw. pflanzengeographische Zonen unterscheiden und ihre gegenseitige Verbreitung in den Hauptzügen festlegen.

Die dabei zutage tretenden Gesetzmäßigkeiten der Lößverbreitung weisen sämt-

lich auf eine Entstehung durch Westwinde hin (vgl. Büdel, 1949). Dies geht auch aus der örtlichen Herabdrückung der eiszeitlichen Schneegrenzen an den Westseiten aller europäischer Gebirge sowie aus der Tatsache hervor, daß umgekehrt alle hoch- und spätglazialen Flugsand- und Dünenvorkommen Europas stets nur auf der Ostseite der sandliefernden Eiszeittäler anzutreffen sind. Während der Löß auch von schwächeren Winden aufgeweht wurde, konnte der Flugsand nur bei kräftigen Stürmen in Bewegung geraten. Gerade die stärksten Winde müssen also damals Westwinde gewesen sein. Aus dem Formenbild der hoch- und spätglazialen Dünen ergibt sich ferner, daß ihre Richtung dabei bis in Einzelheiten die gleiche gewesen sein muß wie heute, nämlich Westwinde im Oberrheingebiet, in Norddeutschland und in Polen, Nordwinde im nordöstlichen Alfvöld (Nyírség) und endlich die an den Dünen und Dünentälern der Donau-Theiß-Platte und Pannoniens so deutlich ablesbaren, beinahe radial von der Wiener Pforte ausstrahlenden nordwestlichen, nordnordwestlichen und schließlich — mit Annäherung an den Alpenrand — erneut fast rein nördlichen Windrichtungen, die in besonders klarer Weise den Einfluß des Alpengebirges auf die häufig an seinem Nordrand hinziehenden und dann nach Ungarn abbiegenden Sturmtiefs vertragen (vgl. Defant, 1924, bes. Karte 7 u. 11!). Es ist dabei anzunehmen, daß solche deutlichen Westwetterlagen zur Eiszeit seltener, Ostlagen mit Hochdruckwetter und (meist schwachen!) östlichen Winden jedoch — besonders im Winter — häufiger waren als heute. Wichtig aber ist, daß der Gesamtmechanismus des Wettergeschehens damals offenbar derselbe war wie in der Gegenwart. Vor allem erwies sich die Annahme von starken, morphologisch wirksamen Ostwinden, die mit monsunartiger Beständigkeit aus einem stabilen Hoch über dem skandinavischen Inlandeis das eiszeitliche Mitteleuropa überweht haben sollen, als eine Fiktion, die (wie im einzelnen gezeigt wurde) in Wahrheit an keiner einzigen Beobachtungstatte eine Stütze findet.

Dies Ergebnis steht damit im Einklang, daß wir oben den Verlauf der eiszeitlichen Baumgrenze (und ebenso der Lößgrenze!) von sekundären Einwirkungen des Inlandeises völlig unbeflußt fanden. Offenbar haben die vorherrschenden planetarischen Westwinde solche lokalklimatischen Wirkungen übertönt. Noch eindeutiger zeigen endlich die wiederum von Dücker (1933) u. a. gewonnenen Ergebnisse über die eiszeitliche Frostbodenverbreitung, daß das Eiszeitklima vom Eis unabhängig war. Frostböden herrschten in den Altmoränengebieten der ganzen

Frostschuttzone während des Vorrückens und des Hochstandes der letzten Vereisung. Aber mit der Überschreitung des Hochstandes setzten alle Frostbodenwirkungen sofort aus. Wohl finden sich Frostbodenspuren, Windkanter usw. an verschiedenen Stellen unter den jungglazialen Ablagerungen, aber nirgends mehr auf den Jungmoränen, obwohl der Eiskuchen seit dem ersten Rückzug vom Brandenburger Stadium nicht gleich ganz zerfiel, sondern im Frankfurter und Pommerschen Stadium noch lange Halte hatte, während deren er im ganzen noch genau die gleiche Größe und Gestalt besaß wie vorher. Mit Recht schloß daher aus diesem Befund soeben Troll (1948), daß der klimatische Umschwung von der Hocheiszeit zum Spätglazial schon beim oder sogar schon etwas vor dem Erreichen des Eishochstandes sehr plötzlich erfolgte. Das Eis fand das Frostbodenklima schon vor und hat es nicht erst geschaffen. Eine primäre Abkühlung der Atmosphäre war der übergeordnete Vorgang, von dem alle Erscheinungen des Eiszeitalters und die gesamte Verschiebung der Klimagürtel einschließlich der Vergrößerung der Gletscher abhängig waren. Auf den am Schluß jeder Kaltzeit eintretenden Klimaumschwung zur folgenden Warmzeit reagierten Vegetation, Wasserhaushalt, Boden- und Formbildungsvorgänge sofort. In ziemlich kurzer Zeit stellten sich auch die kleineren Gletschergebiete mit einem entsprechenden Rückgang auf das wärmere Klima ein. Mit sehr viel größerer Verzögerung reagierten die großen Inlandeis Massen: sie erreichten zuweilen sogar den Höhepunkt ihrer Ausdehnung erst dann, wenn der klimatische Höhepunkt der Kaltzeit schon überschritten war (Schwarzbach, 1940).

Wenn von allen Wirkungen der eiszeitlichen Temperaturerniedrigung das Inlandeis am trägsten reagierte, so kann es auch mit seinen Schwankungen keinen absoluten Maßstab für die Untergliederung der Kaltzeiten in einzelne Abschnitte abgeben. Man wird daher hier nach anderen absoluten Klimamaßstäben suchen müssen. Solche bieten sich hier u. a. an der oben geschilderten Löß-Obergrenze, wo Fließerde bzw. Schwemmsand und Löß in Wechsellagerung treten. Hier kann man ein sehr eigenartiges, im Vergleich gleichbleibendes Verhältnis zwischen diesen beiden fossilen Bodenelementen beobachten. An der Basis einer solchen Schichtfolge liegt stets die Fließerde, dann folgt — manchmal nach einer dünnen Zwischenzone mit wechsellagernden Fließerde- bzw. Sand- und Lößlagen — zunächst horizontal geschichteter Löß und erst darüber der echte Löß mit senkrechter Struktur. Zwischen Fließerde und Löß ist dabei nie ein Verwitterungshorizont eingeschaltet, ein solcher folgt im-

mer erst zuoberst über dem Löß! Finden sich, wie in den von *Schönhals* (s. S. 85) beschriebenen Profilen, mehrere Lössen verschiedenen Alters übereinander, so liegen auch hier etwa eingelagerte Fließerdedecken jeweils an der Basis jeder Lößlage, darüber folgt — stets ohne Verwitterungshorizont — der Löß und erst über diesem der Verwitterungsboden der folgenden Warmzeit, auf dem dann wieder die Fließerde der nächst jüngeren Kaltzeit liegt usw. Jede Kaltzeit beginnt also mit einer Fließerde und endet mit einem Löß! Hier ist eine großzügige Gesetzmäßigkeit erkennbar. Sie läßt sich wohl nur so deuten, daß jede „Eiszeit“ in zwei Hauptphasen zerfällt: ein ozeanisch getöntes, feucht-kaltes Frühglazial mit besonders kräftigem Bodenfließen und ein kontinentales, trocken-kaltes Hochglazial mit stärkerer Lößbildung und ausgedehnterer Lößablagerung. Das feucht-kalte Frühglazial wäre dann die Zeit des Wachstums der großen Inlandeismassen, die trocken-kalte Lößzeit die ihres Hochstandes, an die sich dann als dritte die wieder wärmere und feuchtere spätglaziale Abschmelzperiode (insbesondere mit dem Kälterückfall der „jüngeren Tundrenzeit“ nach *Firbas*, s. u. S. 92) anschließt. Eine ähnliche Mehrphasigkeit des Klimas der letzten Eiszeit zeigt auch die Betrachtung der nichtglazigenen würmeiszeitlichen Täler (vgl. *Mensching* 1949 und *Büdel* 1949).

Auf diese Weise läßt sich durch kombinierte Auswertung aller irgend verwertbaren Klimazeugen eine sehr viel stärkere räumliche Differenzierung der eiszeitlichen Klimazonen und auch eine von der verzögerten Entwicklung der Inlandeismassen unabhängige Klimagliederung der letzten Kaltzeit durchführen.

Während von den typisch eiszeitlichen Formbildungsvorgängen offenbar sowohl die Frostboden- und Fließerdebildung als auch die Lößbildung unter den ausklingenden eiszeitlichen Klimabedingungen der Spätglazialzeit keine Entfaltungsmöglichkeiten mehr hatten, dauerte die Flugsandverwehung und Dünenbildung am Ostrand der großen Täler offenbar auch im Spätglazial noch an, solange noch kein völlig dichtes Pflanzenkleid die Sandbewegung unterband (die sich ja auch unter den heutigen Klimabedingungen überall vollzieht, wo etwa örtlich das Pflanzenkleid lückenhaft wird, so z. B. an unseren Küstendünen). So haben die großen eiszeitlichen Dünengebiete offenbar erst im Spätglazial ihre letzte Formung erhalten (was aber sicher nicht bedeutet, daß im Hochglazial etwa keine Sandverwehung stattgefunden hätte!). In seinem Vortrag über „Das Klima des Spätglazials in West- und Mitteleuropa“³⁾ ging *Poser* ausschließlich von einer

Analyse der spätglazialen Dünenformen aus. Er wies dabei zunächst auf die bekannte Tatsache hin, daß die Parabeldünen der Niederlande, Norddeutschlands und Polens einwandfrei durch Westwinde entstanden sind, während die Strichdünen Ungarns zu ihrer Entstehung teils nördliche, teils nordwestliche Winde erforderten. Auch *Poser* folgerte aus der so nachgewiesenen Vorherrschaft westlicher Winde im Spätglazial, daß das damals noch ziemlich umfangreiche nordische Inlandeis (der Pommerschen, der daniglazialen und gotiglazialen Phase) keine irgend spürbaren sekundären Klimawirkungen auf seine Umgebung ausgeübt habe.

Zur Ausgestaltung von Dünen mit so ausgeprägten Formen sind nun zweifellos sehr erhebliche Windstärken nötig. Für seine folgenden Ableitungen über das spätglaziale Klima ging nun *Poser* von der stillschweigenden Voraussetzung aus, daß die Stürme, die damals die Parabeldünen der Niederlande, Norddeutschlands und Polens sowie die Strichdünen Ungarns gebildet haben, in diesem ganzen Raum immer gleichzeitig geweht hätten. Er kommt so für die Spätglazialzeit zur Konstruktion eines stabilen Hochdruckgebietes über dem damaligen abschmelzenden Alpeneis, das auf seiner Nordseite dauernd von westlichen, auf der Ostseite von nordwestlichen bis nördlichen Winden umkreist worden sei. In einem äußeren Ring um dieses Hoch hätten starke Winde die Dünen, in einem inneren, Mitteldeutschland und Süddeutschland umfassenden Ring schwächere Winde um das Hoch gleichzeitig den Löß verweht.

Eine solche Ableitung erscheint mir nicht möglich. Wie oben gesagt wurde, entspricht die Richtung der hoch- und spätglazialen Dünen in den Niederlanden, in Norddeutschland, Polen und Ungarn jeweils genau — und zwar bis in Einzelheiten — der Richtung der heutigen stärksten Winde. So gut wie nie aber herrschen heute so starke Winde einmal in dem ganzen so umschriebenen Raum gleichzeitig. Vielmehr wehen starke Westwinde in den Niederlanden und in Nordwestdeutschland vornehmlich dann, wenn ein Sturmtief über die südliche Nordsee in die Ostsee zieht (während gleichzeitig in Polen und Ungarn schwache und ganz verschiedenartig gerichtete Winde zu herrschen pflegen). Die stärksten, morphologisch leistungsfähigen Westwinde treffen wir dagegen in Polen, wenn sich ein Sturmtief über der südlichen Ostsee entwickelt hat (wobei gleichzeitig in Nordwestdeutschland und Ungarn ganz andere Windrichtungen auftreten können). Die bekannten, zu allen Jahreszeiten regelmäßig aus nördlicher bis nordwestlicher Richtung wehenden

³⁾ inzwischen veröffentlicht (*Poser*, 1949)

stärksten Winde Ungarns entstehen dann, wenn ein Sturmtief am Alpennordrand entlangzog und dann über die Wiener Pforte nach Ungarn eintritt; im einzelnen wird dabei die Windrichtung gerade in Ungarn weitgehend vom Relief der umliegenden Gebirge bestimmt und dadurch immer in gleichartige Bahnen gelenkt. So sind es durchaus die wandernden Sturmtiefs, die heute wie ehemals, den bekannten Bahnen folgend, jeweils die größten Windstärken Mitteleuropas auslösen und dabei in ihrer Richtung vollkommen mit denen der spätglazialen Dünen übereinstimmen. Liegt aber — was auch heute nicht selten vorkommt — ein zentrales Hoch über Süddeutschland und den Alpen, so herrschen in Mitteleuropa im ganzen Windstillen oder windschwaches Wetter mit sehr unregelmäßigen Windrichtungen. Hinzu kommt, daß man mit der Annahme eines solchen stabilen Alpenhochs dem vergleichsweise kleinen spätglazialen Eiskuchen der Alpen noch weit stärkere klimatische Sekundärwirkungen zutrauen müßte als dem auch damals noch viel größeren nordischen Inlandeis. Ein spätglaziales Alter des Lösses anzunehmen scheint mir zudem nicht möglich, da ja auf allen Niederterrassen Mitteleuropas so gut wie nirgends Löss auftritt. Dagegen besteht in bezug auf die Annahme vorherrschender Westwinde im Spätglazial und das Fehlen irgendwelcher Anzeichen für eine sekundäre Wirkung des nordischen Inlandeises auf das damalige mitteleuropäische Klima zwischen *Poser* und mir völlige Übereinstimmung.

Leider konnte *C. Troll* wegen einer Auslandsreise an der Tagung nicht teilnehmen; so entfiel auch der von ihm angekündigte Vortrag „Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation“, der aber im Augenblick der Tagung bereits gedruckt vorlag (*Troll*, 1948) und somit dort als Diskussionsgrundlage dienen konnte. Dies geschah im Anschluß an mehrere Vorträge, vor allem in bezug auf die sehr umfangreiche nichtdeutsche (angloamerikanische und französische) Literatur, die *Troll* in diesem Aufsatz der deutschen Fachwelt in kritischer Sichtung erschlossen hatte. Bei der Vielfalt der dabei berührten Probleme und angesichts der Tatsache, daß der Aufsatz in dieser Zeitschrift erschienen ist, sei an dieser Stelle von einer ausführlichen Wiederabgabe abgesehen.

Der Vortrag von *Schäfer* über „Erosion und Akkumulation im Eiszeitalter“ bestand deutlich aus zwei Teilen. Im ersten Teil wies *Schäfer* mit Recht auf die Tatsache hin, daß die Flüsse des eiszeitlichen Mitteleuropas — auch die gletscherlosen — nicht nur zu starker Seitenangung und somit Akkumulation, sondern gleichzeitig auch zu einer bedeutenden Tiefenerosion

fähig waren. Während man bisher (seit *A. Penck*s klassischer Darstellung) die bekannte Ineinanderschachtelung von vier (oder mehr) Eiszeit-Schotterterrassen mit dem Wechsel zwischen breiter eiszeitlicher Aufschotterung und schmaler interglazialer Tiefenerosion erklärt habe, sei in Wirklichkeit eine solche Eintiefung während der Warmzeiten nicht erfolgt, vielmehr sei der ganze Betrag, mit dem die jeweils jüngeren Eiszeiterrassen in die älteren eingeschnitten seien, ausschließlich einer gleichzeitig mit der eiszeitlichen Aufschüttung auf voller Sohlenbreite sich vollziehenden Tiefenerosion zuzuschreiben.

Die Tatsache, daß wasser- und gefällsreiche Flüsse auf breiten, schottererfüllten Wildbachsohlen ihr Bett gleichzeitig auch als Ganzes in voller Breite tiefer zu legen vermögen, wurde schon mehrfach betont (*Mortensen*, 1927, 1928; *Büdel*, 1944, 1948); daß *Schäfer* dieses Verhalten auch für die Flüsse des eiszeitlichen Mitteleuropa als allgemeines Gesetz aussprach, ist zweifellos ein Verdienst. Es ist dabei kein Schade, wenn eine solche neue Ansicht zunächst einmal so scharf formuliert wird, wie es auch hier der Fall zu sein scheint. Ohne Überspitzung dürfte sich die hier vorliegende Gesetzmäßigkeit etwa wie folgt ausdrücken lassen; die pleistozänen Warmzeiten waren (ähnlich wie die Postglazialzeit) auch für die Flußtätigkeit Perioden auffallend geringer Aktivität, während in den Kaltzeiten mit den großen Frühjahrs-Hochfluten und vor allem der außerordentlich verstärkten Schuttlieferung auch die heute so zahmen mitteleuropäischen Flüsse zu außerordentlichen morphologischen Leistungen nach Aufschüttung, Lateralerosion und Tiefenerosion fähig waren.

Außerdem sind bei der Behandlung dieser Frage wohl noch eine Reihe weiterer Punkte zu beachten. Der erste ist eine scharfe Trennung von gletschergespeisten und gletscherfreien Flußgebieten, d. h. von Flüssen, die an Moränengrenzen wurzeln und sich daher beim Eisrückgang notwendig (aus aklimatischen Gründen) tief in ihre eiszeitlichen Sander- und Schotterfluren einschneiden müssen, und gletscherfreien Flüssen, deren morphologisches Verhalten in den Kalt- und Warmzeiten nur durch den klimatischen Rhythmus bestimmt wird. Bei den gletscherfreien Flüssen besteht m. E. ein bedeutender Unterschied zwischen großen und kleinen Flüssen, der in kurzem an anderer Stelle genauer begründet werden soll. Völliges oder fast völliges Fehlen einer interglazialen ebenso wie einer postglazialen Tiefenerosion gibt es nur an ganz kleinen Bächen und Flüssen. Größere Flüsse wie Rhein und Donau, aber auch schon Weser oder Neckar waren auch noch im Postglazial — ebenso natürlich in den Inter-

glazialzeiten — zu einer recht ansehnlichen Umgestaltung und insbesondere auch Zertalung ihrer in der vorhergehenden Kaltzeit gebildeten breiten Schotterfluren imstande. Diese interglaziale Zertalung ist hier auf jeden Fall Schuld daran, daß die erosive Seiten- und Tiefenarbeit der nächstfolgenden Kaltzeit sogleich in einem tieferen Niveau einsetzte als die der vorhergehenden. An der Entstehung des klassischen Bildes mehrerer ineinandergeschachtelter Eiszeiterassen, wie es alle unsere größeren Mittelgebirgsflüsse wie Maas, Mosel, Rhein, Weser, Leine, Elbe und auch noch deren bedeutendere Nebenäste wie Ahr, Neckar, Main, Lahn, Saale und Elster so deutlich zeigen, hat somit zweifellos die interglaziale Eintiefung in geringerem oder größerem Grade mitgewirkt, selbst wenn natürlich der Großteil der dann bis zum Ende der nächsten Kaltzeit vollzogenen seitlichen und Tiefenausräumung erst während dieser Kaltzeit selbst vor sich ging. Hierin hat Schäfer sicher recht.

Neben manchen wohl eine Modifizierung erfordernden Punkten bot so dieser erste Teil des Schäferschen Vortrages sehr viele schöne neue Beobachtungen und anregende Ideen. Im zweiten Teil versuchte er, auf Grund durchgehender Terrassengliederungen eine neue Einteilung des ganzen Eiszeitalters aufzuzeigen, und glaubte, auf diese Weise insbesondere die Interglazialzeiten durch Einführung weiterer Kaltzeiten aufgliedern zu können. Einem solchen Versuch steht zweifellos das Bedenken entgegen, daß die Analyse der Moorprofile aus den beiden letzten Interglazialen keinen Raum für die Zwischenschaltung echter Kaltzeiten innerhalb dieser Wärmeperioden läßt. Vielmehr haben auch die jüngsten pollenanalytischen Untersuchungen der Interglazialzeit erneut die große klassische Gliederung des Eiszeitalters in vier Kalt- und drei Warmzeiten befestigt.

Fragen der Gliederung des Eiszeitalters war vornehmlich auch der Vortrag über „Stand und Aufgaben der Quartärforschung in Deutschland“ gewidmet, mit dem Paul Woldstedt die ganze Tagung einleitete. Sein Ziel war die Herausstellung der brennenden Einzelfragen der Eiszeitforschung, die gerade auf mitteleuropäischem Boden noch der Lösung harren.

Ungeklärt ist immer noch die Tatsache, daß den einwandfrei erwiesenen vier Eiszeiten der Alpen nur drei sicher nachgewiesene Eiszeiten in Norddeutschland gegenüberstehen. Dabei kann man das Warte-Stadium nicht als eigene Eiszeit, sondern nur als eine jüngere Phase der Saaleeiszeit auffassen. Da sich in ähnlicher Weise das Jowan in Nordamerika nur als ein jüngeres Stadium der Illinoian-Eiszeit erwies, so stimmen jetzt wenigstens Nordamerika und die Alpen in der Groß-

gliederung des Eiszeitalters überein. Für die älteste dieser vier Eiszeiten konnten aber in Norddeutschland äquivalente Ablagerungen noch nicht gefunden werden.

In vielen anderen Fragen ist jedoch die norddeutsche Glazialforschung mit ihrem ausgedehnten Untersuchungsfeld gegenüber der süddeutschen im Vorteil. Das gilt einmal von der Gliederung der Altmoränen. Sie ist in Norddeutschland schon sehr weit vorgeschritten, während in Süddeutschland eine ähnliche durchgreifende Gliederung in den untereinander nicht zusammenhängenden und jeweils sehr verschiedenartig gestalteten Altmoränengebieten der einzelnen Vorlandgletscher großen Schwierigkeiten begegnet (vgl. Weidenbach, 1939; Kimball-Zeuner, 1944, und Schwarzbach, 1948). Noch stärker fehlt es in Süddeutschland an einer systematischen Gliederung der interglazialen Ablagerungen; nur Einzelfundstellen, wie etwa die Höttinger Breccie oder das Interglazial von Schladming (Firbas, 1925), sind hier genauer untersucht worden. Demgegenüber konnte Woldstedt zusammen mit Rein und Selle über ausgedehnte neue pollenanalytische Untersuchungen aus dem letzten Interglazial in Norddeutschland, insbesondere in der Lüneburger Heide berichten. Diese Profile zeigen sämtlich eine ganz gleichartige Klimaentwicklung, die damit als die typische Klimafolge der letzten Zwischeneiszeit angesprochen werden darf. Wie C. Troll (1929) schon vor zwei Jahrzehnten auf Grund der damals eben bekannt gewordenen dänischen und polnischen Interglazialprofile hervorhob, war der Klimaablauf der letzten Zwischeneiszeit demjenigen der Nacheiszeit überraschend ähnlich. Die Übereinstimmung ist im ganzen so groß, daß man nicht ohne Grund im heutigen Klimazustand der Erde statt einer echten Nacheiszeit auch den Ausklang eines neuen Interglazials erblicken könnte. Im einzelnen zeigen sich dann freilich so charakteristische Abweichungen, daß man auch ohne Kenntnis der Herkunft der Proben allein aus ihrem Pollenspektrum letztinterglaziale und postglaziale Profile völlig sicher trennen kann. Nach Woldstedt zerfällt so die letzte Zwischeneiszeit in Nordwestdeutschland in sieben große Klimaperioden: 1. eine frühe Birken-Kieferzeit, 2. ein erstes, durch Vertreter des Eichen-Mischwaldes (Eiche-Ulme) gekennzeichnetes Temperaturmaximum, 3. eine erst danach sich einstellende Haselzeit, 4. ein Lindenmaximum mit einem zweiten Haselgipfel, 5. eine zweite Eichen-Mischwaldzeit mit viel Hainbuche, 6. einen Fichten- und insbesondere einen sehr auffälligen Tannengipfel und endlich 7. einen neuerlichen Kiefer-Birkenanstieg. Charakteristisch ist dabei insbesondere das relativ zur Nacheiszeit späte Auftreten der Hasel und das

starke Tannenmaximum in der zweiten „ozeanischen“ Phase kurz vor dem Ende des Interglazials. Zur Vervollständigung des Bildes der letzten Interglazialzeit ist einerseits der Vergleich mit den entsprechenden außerdeutschen Profilen und andererseits die Verknüpfung mit den Sedimenten des letztinterglazialen Eem-Meeres notwendig, wofür nach *Woldstedt* eine Möglichkeit im äußersten Südzipfel der von *Gripp* und *Dittmar* (1941) erkundeten, tief ins Festland eingreifenden nordfriesischen Eem-Bucht beim Fundort Eulenbüttel in Holstein besteht.

Sehr viel weniger eingehend ist — wie anderwärts — so auch in Deutschland vorläufig noch unsere Kenntnis des großen (Mindel-Riß-)Interglazials. Am besten sind hier bis heute noch die schon seit längerer Zeit durchforschten nichtdeutschen Vorkommen bekannt. Ganz allgemein weichen nach *Woldstedt* die Profile der vorletzten von denen der letzten Eiszeit durch das schwächere Hervortreten der Hasel, ein frühes Auftreten der Fichte und das Zusammenfallen des Eichen-Mischwäld- mit dem Hainbuchen- und Tannenmaximum ab. Merkwürdigerweise kommen nun Schichten solch gehäuft Maxima in den Profilen des großen Interglazials nicht selten in mehrfacher Wiederholung vor. Über die sekundären Ursachen, die eine solche Wiederholung bestimmter Profileile nachträglich erzeugen können, machte *Thomson* in einem Vortrag mit dem Titel „Der glaziale Abbau interglazialer Moore“ sehr wichtige Mitteilungen. Die Moorschichten aller Interglazialzeiten unterscheiden sich ja von denen der Nacheiszeit in jedem Falle dadurch, daß sie inzwischen noch den Klimawirkungen der nachfolgenden Kaltzeiten (Auffrier- und Kryoturbationsvorgänge) ausgesetzt waren. Die Art dieser Wirkungen kann man in Anklängen schon in der heutigen Arktis beim Wiederabbau der (zumeist aus der postglazialen Wärmezeit stammenden) Tundramoore im Zuge der seitherigen Klimaverschlechterung beobachten. Dabei werden besonders durch die Palsenbildungen häufig tiefliegende Moorschichten an die Oberfläche gefördert. Die gleichen Umschichtungen haben auch die interglazialen Torflager in den folgenden Kaltzeiten erfahren. So kann eine Warmzeitschicht aus tieferen Moorteilen an der Oberfläche nochmals — in normaler oder verkehrter Lagerung — auftreten und so eine irrümliche zweite Warmzeit innerhalb des betreffenden Interglazialprofils vortäuschen. Eine richtige Deutung solcher Profile ist also nur möglich, wenn man solche Sekundärwirkungen sicher erkennen kann. Dennoch ist nach *Woldstedt* die typische Klimafolge des großen Interglazials bereits so gut bekannt, daß man auch seine Profile

meistens allein nach ihrem pollenanalytischen Aufbau von solchen aus der letzten Interglazialzeit und der Nacheiszeit unterscheiden kann. Schwieriger ist die Einordnung anderer Ablagerungen, wie etwa der Kieselgurlager in eines der beiden norddeutschen Interglaziale. Ebenso wenig gelang bisher eine unmittelbare Verknüpfung zwischen Torfschichten des großen Interglazials und den gleichzeitigen Ablagerungen der Holstein-See.

Als weiteres ungelöstes Problem führte *Woldstedt* die immer noch nicht befriedigende Übereinstimmung zwischen der geologisch-stratigraphischen und der prähistorischen Einteilung des Eiszeitalters an. Vor allem muß auffallen, daß in England und Frankreich so außerordentlich viele urgeschichtliche Funde bereits in das älteste — das Günz-Mindel-Interglazial — eingeordnet werden, während in Deutschland außer dem ganz vereinzelt Unterkiefer von Mauer fast keine menschlichen Reste in diese früheste Warmzeit gestellt zu werden pflegen. Man darf wohl hinzufügen, daß auch die heute vielfach zu einer „absoluten“, jahresmäßigen Gliederung des Eiszeitalters benutzte Milankowich'sche Strahlungskurve hierfür keinen sicheren Anhalt bietet, solange ihre Grundlagen noch so umstritten sind, wie das unlängst insbesondere *Firbas* (1947) und *Schwarzbach* (1948) dargetan haben und wie es letzten Endes trotz aller Ausdeutungsversuche auch aus dem auf der Tagung gehaltenen Referat von *Wundt* über „Die Eisbilanzkurve und die Gliederung der Eiszeit“ hervorging.

Zu diesem Hauptteil des Vortrages von *Woldstedt* brachte der inhaltsreiche Vortrag von *Firbas* über „Die Bedeutung der Pollenanalyse für die Quartärforschung“ äußerst wertvolle Ergänzungen. Er betrachtete dabei vornehmlich das früheste Spätglazial und die letzten Phasen der Nacheiszeit, d. h. also die kühleren Zeitabschnitte vor und nach der großen mittleren Wärmeperiode des Holozäns.

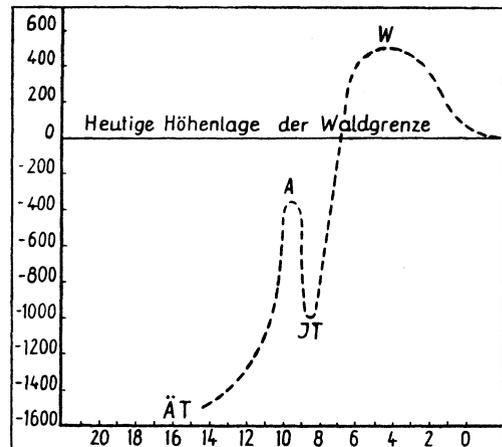
Für die Klimafolge des Spätglazials, d. h. der letzten pollenanalytisch bereits erfaßbaren Phasen der Würmeiszeit, ergaben sich durch die getrennte Untersuchung der Nichtbaumpollen ganz neue Ergebnisse. Hohe Prozentzahlen von *Helianthemum*- und *Artemisia*-Arten in den beiden kälteren Abschnitten des mitteleuropäischen Spätglazials der „älteren“ und der „jüngeren“ Tundrenzeit zeigen an, daß die eiszeitlichen Tundren im Gegensatz zu den hocharktisch-ozeanischen Tundren der Gegenwart stark steppenhaft-kontinentale Züge trugen, d. h. also, daß die Kälte der Eiszeiten mindestens in unseren Breiten auch mit größerer Trockenheit gepaart war. Dies Ergebnis stimmt gut mit dem Ergebnis überein, das wir oben aus der eiszeitlichen Lößverbreitung gewan-

nen. In der älteren Tundrenzeit erheben sich dabei die Anteile von *Artemisia* in dem heutigen stark ozeanischen Oberschwaben auf fast 20% der gesamten Pollenmenge (Firbas, 1948 a). In der folgenden Diskussion hob Firbas noch besonders hervor, daß selbst in kontinentalen Teilen der gegenwärtigen Tundrenregion, so etwa in Labrador, nach Werner (1947) der Anteil von *Artemisia* an der Gesamtpollenmenge weit unter 1% bleibt. Es müssen also damals in der mitteleuropäischen Tundra die für diese trockenheitsliebende Pflanzengruppe geeigneten Standorte ungleich weiter verbreitet gewesen sein als in der heutigen. Wahrscheinlich stammen außerdem jene hohen *Artemisia*-Anteile nicht nur von denjenigen Unterarten dieser Gruppe, die auch in den gegenwärtigen Tundragebieten gelegentlich vorkommen, sondern von anderen noch stärker trockenheitsliebenden *Artemisia*-Arten.

Sehr charakteristisch sind ferner die Schwankungen der *Artemisia*-Anteile in den einzelnen Perioden der Spät- und Nacheiszeit. Von einem Betrag von 20% in der „älteren Tundrenzeit“ sinkt der Anteil der *Artemisia*-Pollen im Zeitraum der ersten Wiederbewaldung Mitteleuropas im warmen Alleröd-Interstadial sofort auf unter 3% herab. Er steigt dann in der „jüngeren Tundrenzeit“, in der mit einem letzten Kälterückfall der Wald noch einmal fast ganz aus Mitteleuropa verschwand, sofort wieder auf beinahe 8% an, um dann mit dem Übergang zur eigentlichen postglazialen Wärmezeit (und damit zur endgültigen Wiederbewaldung) bis heute stets unter einem Prozent zu bleiben. Dies zeigt, daß auch der jüngste Nachklang eiszeitlicher Klimazustände in der „jüngeren Tundrenzeit“ noch mit einem gewissen Trockenheitsrückfall verbunden war.

Die Temperatur-Entwicklung während der Spät- und Postglazialzeit konnte Firbas nach seiner hierüber bereits vorliegenden Veröffentlichung (1947) aus den gleichzeitigen Verschiebungen der oberen Waldgrenze in den Gebirgen Mitteleuropas ableiten. Beim Ausklang der letzten Hauptphase der Würmeiszeit (d. h. in der zum Spätglazial überleitenden „älteren Tundrenzeit“) lag hier die Waldgrenze noch rund 1450 m unter der heutigen. Ihre Depression war also damals noch größer als die der Schneegrenze, was ebenfalls am leichtesten mit einer größeren Trockenheit des Klimas in den Kaltzeiten erklärt werden kann. In der Alleröd-Zeit lag die Waldgrenze in Mitteleuropa nur noch knapp 400 m unter der heutigen. Im Südostteil Mitteleuropas herrschte damals schon die Kiefer, daran schloß sich nach NW ein Kiefer-Birken-Mischgebiet, das endlich im Bereich der Nordseeküste in ein reines Birken-

waldgebiet übergang; auf einer Linie, die etwa von Südenland über den Oslofjord nach Mittelschweden verlief, lag damals die polare Wald- und Baumgrenze. Der Rand des nordischen Inlandeises muß damals also auch schon mindestens bis Mittelschweden zurückgewichen sein; vermutlich fällt dieses warme Alleröd-Interstadial damit an das Ende der gotiglazialen Periode. Dementsprechend wäre der starke Kälterückfall in der darauffolgenden jüngeren Tundrenzeit zeitlich etwa dem Beginn der finiglazialen Periode zuzuordnen (mittelschwedische Endmoränen—Salpausselkä). Die Waldgrenze in Mitteleuropa sank neuerdings rund 1000 m unter die heutige, so daß damals nur in den tiefsten, südlichsten Lagen der Wald noch ausdauern konnte. Auf dem Höhepunkt der postglazialen Wärmezeit lag die Waldgrenze dagegen schon 400 m über der heutigen. Dieser Hochstand dauerte bekanntlich etwa bis



Verschiebung der oberen Waldgrenze im Spät- und Postglazial Mitteleuropas nach F. Firbas

Abzisse: Jahrtausende

Ordinate: Höhen in Metern über und unter der heutigen Waldgrenze.

AT = Ältere Tundrenzeit (frühes Spätglazial)

A = Allerödzeit (warme Zwischenzeit im mittleren Spätglazial)

JT = Jüngere Tundrenzeit (ausgehendes Spätglazial)

W = Postglaziale Wärmezeit

zur Bronzezeit, der seitherige Klimarückgang wird bekanntlich in der jüngsten Zeit durch die Wiederausbreitung der Fichte charakterisiert. Dieser letzte Vorgang konnte nun von Firbas⁴⁾ zeitlich genau festgelegt werden: er setzt in den Hochmooren der Sudeten und der übrigen böhmischen Randgebirge gleichzeitig mit dem ersten starken Auftreten der Getreidepollen ein. Durch eindeutige Schlußfolgerungen konnte Firbas zeigen, daß

⁴⁾ inzwischen veröffentlicht (Firbas 1948 b)

auf der Höhe jener Gebirge eine stärkere Ausbreitung von Getreidepollen erst mit der hochmittelalterlichen Rodungsperiode möglich wurde. Damit rückt die letzte Phase dieses Klimarückgangs in eine sehr junge historische Zeit. Eine zusammenfassende Darstellung aller durch die Pollenanalyse bisher gewonnenen Ergebnisse über die Klimaentwicklung vom Ausgang des Jungtertiärs bis zur Gegenwart aus der Hand von *Firbas* ist demnächst zu erwarten.

Die durch die Pollenanalyse erzielten Ergebnisse müssen sich der Natur der Sache nach in erster Linie auf die Vegetations- und Klimageschichte der Interglazialzeiten sowie der Spät- und Nacheiszeit beschränken. Die Gliederung der Kaltzeiten erfolgte bisher im ganzen noch nach den Gletscherstadien. Wir sahen indessen schon oben (S. 88), daß die Phasen der großen Vorlandgletscher und Inlandeismassen kein richtiges Bild von der tatsächlichen Klimafolge innerhalb der Kaltzeiten bieten können, da sie ja den primären Klimaschwankungen nur mit starker Verzögerung folgen.

In dem einzigen den eiszeitlichen Gletscherwirkungen gewidmeten Vortrag berichtete *Gripp* über „Die Jungmoränenfolge in Schleswig-Holstein“, insbesondere auf der Halbinsel Wagrien, und zeigte, daß dort — an der Stirn des großen würmeiszeitlichen Ostseegletschers — das Brandenburger, Frankfurter und Pommersche Stadium einander nicht nur in der üblichen Reihenfolge sehr naherücken, sondern sich auch wechselseitig überdecken, so daß die äußerste Rاندlage streckenweise auch von jüngeren Stufen gebildet wird. An einer Stelle habe dabei ein jüngeres Gletscherstadium ein besonders hohes Endmoränengebiet eines älteren wie einen Nunatak umflossen. *Grahmann* gab endlich in einer kurzen Mitteilung zum Thema „Bestimmung in der Quartärforschung“ einige sehr begrüßenswerte Anregungen zur eiszeitlichen Terminologie. Vor allem schlug er vor, für die vier großen Kaltzeiten überall nur die in den Alpen geprägten klassischen Ausdrücke Günz-, Mindel-, Riß- und Würmeiszeit zu verwenden und damit auch die norddeutschen Lokalbezeichnungen Elster-, Saale- und Weichseleiszeit aufzugeben. Ferner regte er an, die fast nur noch im Deutschen gebrauchten Ausdrücke „Diluvium“ und besonders das mehrdeutige „Alluvium“ durch die international üblichen Ausdrücke „Pleistozän“ und „Holozän“ zu ersetzen. Sein weiterer Vorschlag einer Neubenennung der Interglazialzeiten nach thüringischen Flüssen (statt der bisher üblichen Bezeichnungen „Günz-Mindel-“, „Mindel-Riß-“ oder großes und „Riß-Würm-“ oder letztes Interglazial) fand zwar weniger Anklang, doch wurde

der große Wert einer möglichst allgemein verbindlichen und eindeutigen Fachsprache gerade für so ein weit verzweigtes Forschungsgebiet voll gewürdigt.

Eine nach den naturwissenschaftlichen Grundlagen wie nach der kulturellen Stellung hin erschöpfende Darstellung von *Grahmann* über „Markkleeberg und andere alt-paläolithische Fundplätze“ leitete auch die fünf Vorträge zur eiszeitlichen Urgeschichte ein, die den letzten Hauptteil der Tagung bildeten. Sie sollen hier nur kurz genannt werden. Die ältere Stufe von Markkleeberg konnte *Grahmann* ins große Interglazial, die jüngere in die ältere Rißeiszeit einordnen. Über „Neue paläolithische Funde in Niedersachsen“, besonders in der engeren Umgebung des Tagungsortes Hannover, berichtete *Jakob-Friesen*, über „Das Magdalenien im nordwestdeutschen Flachland“ unter Vorführung einer ungeheuren Materialfülle *Schwabedissen*, während ein nachträglich noch eingeschobener Vortrag von *Gisela Asmus* dem — entgegen einer vielfach herrschenden Lehrmeinung — doch unzweifelhaft sehr starken, eine unmittelbare Abstammung ausschließenden Gegensatz zwischen der Neandertalrasse und den diese ablösenden jüngeren menschlichen Entwicklungsstufen gewidmet war. Sehr aufschlußreich und anregend war der Vortrag von *Rust* „Über einige neue Erkenntnisse aus dem Leben des Jungpaläolithikers“, der sich in Fortsetzung der bekannten früheren Arbeiten des Redners auf neue Ausgrabungen in den von ihm entdeckten klassischen Fundstätten bei Hamburg (Meiendorf und Ahrensburg) stützte. Das jüngere Magdalenien kann dort in drei Stufen gegliedert werden, die sich der allgemeinen Klimagliederung des Spätglazials gut einfügen. Die ältere Meiendorfer Stufe, die der älteren Tundrenzeit angehört, war dort durch schweifende Jäger vertreten, die nur im Sommer in der Nähe des daniglazialen Eisrandes der Renjagd nachgingen und ausschließlich in beweglichen Zelten wohnten. Durch eine Reihe neuartiger, sehr feiner Fundauswertungsmethoden gelangte *Rust* zu einleuchtenden Ergebnissen über das tägliche Leben und sogar die kultischen Bräuche und transzendenten Vorstellungen jener Bevölkerung. Die zweite (Ahrensburger) Stufe fällt schon in das warme Alleröd-Interstadial; die Jäger dieser Zeit verfolgten außer dem Ren bereits den Elch als Standwild, sie wohnten in festen Winterzelten von birnenförmigem Grundriß mit Herdstelle, gepflastertem Vorplatz und angeschlossenem Vorratszelt, die nach einer Diskussionsbemerkung *Posers* eine ganz überraschende Ähnlichkeit mit den heutigen Winterzelten der ostgrönländischen

Eskimos zeigen. Die Ausstattung dieser Wohnungen einschließlich der Art des Zeltbaus konnte *Rust* durch minutiöse Untersuchung der bergenden Moorschichten bis in Einzelheiten aufklären. In einer dritten, offenbar der jüngeren Tundrenzeit zugehörigen Stufe finden sich dagegen wieder ausschließlich von der Renjagd lebende schweifende Jäger, die in Holstein lediglich in Sommerzelten wohnten.

Es ist klar, daß auf einer solchen Tagung nicht alle, ja nicht einmal alle aktuellen Zweige der Eiszeitforschung gleichmäßig vertreten sein können, denn neben dem notwendigerweise begrenzten Programm ist die Auswahl der behandelten Themen eben auch vom Zufall der Vortragsmeldungen abhängig. Noch weniger kann in einem kurzen Bericht wie in diesem die Summe der behandelten Fragen erschöpfend wiedergegeben werden. Manche wichtige Zweige der Eiszeitforschung, so z. B. die in letzter Zeit stark vorgeschrittenen Untersuchungen über die Gliederung der inter- und postglazialen Meeressedimente an allen Küsten Europas wurden auf der Tagung nur gelegentlich gestreift (s. S. 84 u. 92). Auch auf den beiden seit 1945 abgehaltenen Tagungen der nordwestdeutschen Geologen (am 29./30. 5. 1947 in Norderney und am 19. 5. 1948 im Dieksanderkoog) wurden aus diesem Fragenkomplex nur einige neue Ergebnisse zur postglazialen Geschichte der Nordsee behandelt. Für die nächste Quartärtagung wäre daher ein Bericht sehr erwünscht, der die hier vorliegenden neuen Ergebnisse kritisch sichtet und mit dem neueren Stand der übrigen Eiszeitforschung in Beziehung bringt.

Ungeachtet solcher Lücken war dennoch die Fülle der auf dieser Tagung mitgeteilten und diskutierten Ergebnisse besonders groß⁵⁾. Es zeigte sich dabei, daß die deutsche Eiszeitforschung die schon vor dem Beginn des zweiten Weltkriegs beschrittenen neuen Wege trotz aller Hemmnisse der dazwischenliegenden Zeit erfolgreich weiter-

⁵⁾ Mit besonderer Spannung darf man daher dem vorgesehenen Sammelband entgegensehen, der sämtliche Tagungsvorträge in vielfach noch erweiterter und präziserer Form bringen wird.

gehen konnte. Dabei trat die enge Verbundenheit aller beteiligten Fachrichtungen noch stärker als bisher zutage. Sie beruht auf der Erkenntnis, daß die beim Austausch der Ergebnisse zutage tretenden Beziehungen zwischen diesen sehr viel mehr zu bieten vermögen als nur die Summe der Einzel Forschungen, daß daher jeder den anderen braucht und daß somit nur eine allseitige Betrachtung der hier vorliegenden Fragen das große Gesamtproblem der für die Entstehung unserer heutigen Welt so entscheidenden Periode des Eiszeitalters zu lösen vermag. Wenn heute von wissenschaftlicher wie von öffentlicher Seite vielfach der sichtbare Zerfall der Wissenschaft in beziehungslose Einzeldisziplinen und die immer stärkere Auflösung der Universitas Litarum — vielfach mit Recht — beklagt wird, so müßte mit um so größerem Nachdruck darauf hingewiesen werden, daß ebenso wie in manchen anderen Bereichen gerade auch in der Eiszeitforschung sich ganz offensichtlich die umgekehrte Entwicklung vollzieht. Hier haben sich gerade in den letzten Jahrzehnten eine ganze Reihe von früher weit getrennten Fachwissenschaften wie Astronomie, Geophysik des Erdkörpers, Gletscherkunde, Klimatologie, physische Geographie, Bodenkunde, Geologie, Paläontologie, Pflanzengeographie, Zoologie, Anthropologie, Urgeschichte und Völkerkunde bei aller Trennung der Methoden in der Ausrichtung auf ein gemeinsames Ziel immer stärker zu einer einheitlichen Eiszeitforschung vereinigt.

Es darf den Veranstalter der Tagung, *Paul Woldstedt*, mit besonderer Befriedigung erfüllen, daß gerade diese Seite der Quartärforschung in Hannover sehr stark zutage trat. Sie erfordert um so dringlicher eine Zusammenarbeit aller dieser Fachrichtungen auf internationaler Basis. Alle Teilnehmer der Tagung waren sich daher auch einig in dem Wunsch, möglichst bald wieder die Fäden zu knüpfen, die vor dem letzten Kriege die Quartärforscher der ganzen Welt in der „INQUA“ besonders eng verbanden. So will auch die „Deutsche Quartärvereinigung“ nichts anderes als eine aus der besonderen augenblicklichen Lage Deutschlands geborene räumliche Untergruppe dieser allgemeinen Quartärvereinigung sein.

Literatur

Aario, L., Die spätglaziale Entwicklung der Vegetation und des Klimas in Finnland. Geol. Rdsch. 34. 1944.

Bastin, A., u. *Caillaux, A.*, Action du vent et du gel au Quaternaire dans la région bordelaise. Bull. Soc. Géol. d. France, Ser. 5, T. XI. 1941.

Blagoweschtschensky, s. Gritschuk, P. W. 1946.

Bobek, H., Die Rolle der Eiszeit in Nordwestiran. Zs. f. Gletschkd. 25. 1937.

—, Die gegenwärtige und eiszeitliche Vergletscherung im zentral-kurdischen Hochgebirge. Zs. f. Gletschkd. 27. 1940.

Brusch, M., Die Höhenlage der heutigen und der eiszeitlichen Schneegrenze in Europa, Vordcrasien und Nordafrika. Gött. Geogr. Abh. (in Vorbereitung). 1949.

Büdel, J., Eiszeitliche und rezente Verwitterung und Abtragung im ehemals nicht vereisten Teil Mitteleuropas. Pet. Mit. Erg. H. 229. 1937.

- , Die morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- , Die klima-morphologischen Züge der Polarländer. Erdkd. II, 1—3. 1948.
- , (1949): Die räumliche und zeitliche Gliederung des Eiszeitklimas. Die Naturwissenschaften, 49.
- Cailloux, A.*, Les actions éoliennes périglaciaires en Europe. Mem. Coc. Géol. de France, Nouv. Ser., Mémoire Nr. 46. Paris. 1942.
- , Sur quelques sables et grès de la région de Barcelona. Publ. del Instituto Geologico „Miscelanea Almera“. Barcelona. 1945.
- Defant, A.*, Die Windverhältnisse im Gebiet der ehemaligen österreichisch-ungarischen Monarchie. Jahrbuch der Zentralanst. f. Met. u. Geodynamik N. F. 57, Wien. 1924.
- Dittmar, E.*, Neue Ergebnisse zur Erforschung des nordfriesischen Eems. Forsch. u. Fortschr. 17. 1941.
- Dücker, A.*, Die Windkanter des norddeutschen Diluviums in ihren Beziehungen zu periglazialen Erscheinungen und zum Decksand. Jahrb. d. Preuß. Geol. Land. Anst. 54. 1933.
- , Über Strukturboden im Riesengebirge. Ein Beitrag zum Bodenfrost- und Lößproblem. Zs. Dt. Geol. Ges. 89. 1937.
- Firbas, F.*, Zur Waldentwicklung im Interglazial von Schladming an der Enns. Beih. Bot. Zentralbl. XLI. 1925.
- , Vegetationsentwicklung und Klimawandel in der mitteleuropäischen Spät- und Nacheiszeit. Die Naturwissenschaften, 27. 1939.
- , Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. Die Naturwissenschaften 34. 1947.
- , Über das Verhalten von *Artemisia* in einigen Pollendiagrammen. Biol. Zentralbl. 67. 1948 (a). H. 1/2.
- , Über das Alter der Fichtenstufe in den Mittelgebirgen nördlich der Alpen und über den Ausklang der postglazialen Wärmezeit. Nachr. Akad. Wiss. Göttingen, Math.-Phys. Kl. 1948 (b).
- Flint R. F.*, Glacial Geology and the Pleistocene Epoch. New York und London. 1948.
- Florschütz, F.*, Über spätpleistozäne Flugsandbildungen in den Niederlanden. Comptes rendus du Congrès Int. de Géogr. Tom II. Amsterdam. 1938.
- Gaertner, H. R. v.*, Fließerde und Löß im südlichen Solling. In Vorbereitung. 1949.
- Gams, H.*, Neue Beiträge zur spätglazialen Vegetations- und Klimageschichte. Bioklimat. Beibl. 1941.
- , Die Wälder Südrusslands und ihre Geschichte. Forstarchiv Nr. 19. 1943.
- Grahmann, R.*, Die Entwicklungsgeschichte der Kaspischen und des Schwarzen Meeres. Mitt. Ges. Erdk. Lpz. 54. 1937.
- Gripp, K.*, Diluvialmorphologische Probleme? Zs. d. Dt. Geol. Ges. 84. 1932.
- , Entstehung und künftige Entwicklung der deutschen Bucht. Arch. d. dt. Seewarte usw. 63,2. 1944.
- Gripp, K. u. Dittmar, E.*, Die Entstehung Nordfrieslands. Die Naturwissenschaften 29. 1941.
- Gritschuk, P. W.*, Zur Vegetationsgeschichte des europäischen Rußland im Quartär. In „Problems of Quaternary“, Vorträge bei der Moskauer Quartärtagung im Februar 1941, ersch. i. d. Arb. d. Geogr. Inst. d. Akad. 37. 1946. Dort auch weitere Vorträge von *Blagoweschtschensky, Malejew u. a.* (Nach freundlicher Mitteilung von Prof. Dr. *H. Gams*, Innsbruck.)
- Hyypä, E.*, Über das spätglaziale Klima in Finnland. Geol. Rdsch. 32. 1942.
- Jaranoff, D.*, Das Klima des Mittelmeergebietes während des Pliozäns und des Quartärs. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Kimball, D.*, u. *Zeuner, F. E.*, The Terraces of the Upper Rine and the Age of the Magdalenian. Univ. of London, Inst. of. Archéol. Occas. Pap. 7. 1944.
- Louis, H.*, Die Spuren eiszeitlicher Vergletscherung in Anatolien. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Mensching, H.*, Talauen und Schotterfluren im Niedersächsischen Bergland. Gött. Geogr. Abhd. (in Vorbereitung). 1949.
- Mortensen, H.*, Die Oberflächenformen der Winterregengebiete. Morphologie der Klimazonen. Düss. Geogr. Vortr. u. Erört., hrsg. v. *F. Thorbecke*. III. 1927.
- , Das Formenbild der chilenischen Hochkordillere in seiner diluvial-glazialen Bedingtheit. Zs. Ges. f. Erdkd. Bln. 1928.
- Pfannenstiel, M.*, Die diluvialen Entwicklungsstadien und die Urgeschichte von Dardanellen, Marmara-Meer und Bosphorus. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- Poser, H.*, Äolische Ablagerungen und Klima des Spätglazials in Mittel- und Westeuropa. Die Naturwissenschaften 35, 1948.
- Schwarzbach, M.*, Das diluviale Klima während des Höchststandes einer Vereisung. Ztschr. Dt. Geol. Ges. 92. 1940.
- , Eiszeiten — absolute Zeitrechnung — biologische Entwicklung. Geol. Rdsch. 35. 1948.
- Troll, C.*, Neue Probleme der Eiszeitforschung. Geogr. Anzeiger. 1930.
- , Strukturboden, Solifluktion und Frostklimate der Erde. Geol. Rdsch. 34. 1944.
- , Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. Erdkd. I. 1947.
- , Der subnivale oder periglaziale Zyklus der Denudation. Erdkd. II. 1948.
- Weidenbach, F.*, Grundsätzliche Bemerkungen zur Ausdeutung eiszeitlicher Erscheinungen. Jahresber. u. Mitt. d. Oberrh. geol. Ver. XXVIII. N. F. 1939.
- Werner, C. G.*, Pollen-Diagramm from Labrador. Geogr. Analer. 1947.
- Woldstedt, P.*, Das Eiszeitalter. Stgt. 1929.
- , Über Stand und Aufgaben der Eiszeitforschung in Deutschland. Zs. f. d. ges. Naturwiss. 1936.

ÜBER KÜNSTLICHE BEWASSERUNG UND ÜBER FROSTRAUCHERN IM NÖRDLICHEN GUDBRANDSTAL, NORWEGEN

W. Dege

Mit 10 Abbildungen

Tief eingebettet zwischen den weiten Hochflächen und ausgedehnten Gebirgsmassiven von Jotunheim, Rondane und Dovrefjell entlang des Gudbrandstal-Laagen und seines westlichen Ne-

benflusses, des Otta-Elf, liegen die Hofreihen und die Einzelhöfe der Gemeinden der ehemaligen Vogtei Nord-Gudbrandstal: Lesja und Dovre, Sel und Nord-Fron im Haupttal, Vaagaa, Lom und