

## Saaleeiszeit, Warthestadium und Weichseleiszeit in Norddeutschland <sup>1)</sup>

Von Paul Woldstedt, Bonn. Mit 4 Abb. im Text

**Zusammenfassung.** Die Saale-Eiszeit zerfällt in Norddeutschland in zwei größere Abschnitte, die als Drenthe und Warthe bezeichnet werden können. Dazwischen liegt ein länger dauerndes Interstadial, in dem der Eisrand bis ins Ostseegebiet zurückwich. Es folgt die Eem-Interglazialzeit mit ihren charakteristischen marinen und kontinentalen Ablagerungen. Die Weichseleiszeit war eine durch mehrere kleinere Schwankungen gegliederte Kaltzeit. Zwischen dem Verlauf der Letzten Vereisung und der Strahlungskurve von MILANKOVITCH besteht keine Übereinstimmung. Mit der Verwendung von Zahlenangaben nach der MILANKOVITCH-Kurve sollte man vorsichtig sein.

**Abstract.** The Saale-Glaciation has, in North-Germany, two major stages: the Drenthian (maximum extension) and the Warthe. Between these stages there is an interstadial of longer duration; the ice-border receded to the Baltic Sea. After the Warthe-stage followed the Eem-Interglacial with characteristic marine and continental deposits. The Weichsel-Glaciation was a cold period with minor interstadial fluctuations (like the Alleröd-Interstadial). There is no correspondence between the phases of the Weichsel-Glaciation and the MILANKOVITCH-curve. We are not entitled so far, to date Pleistocene events by the MILANKOVITCH-curve.

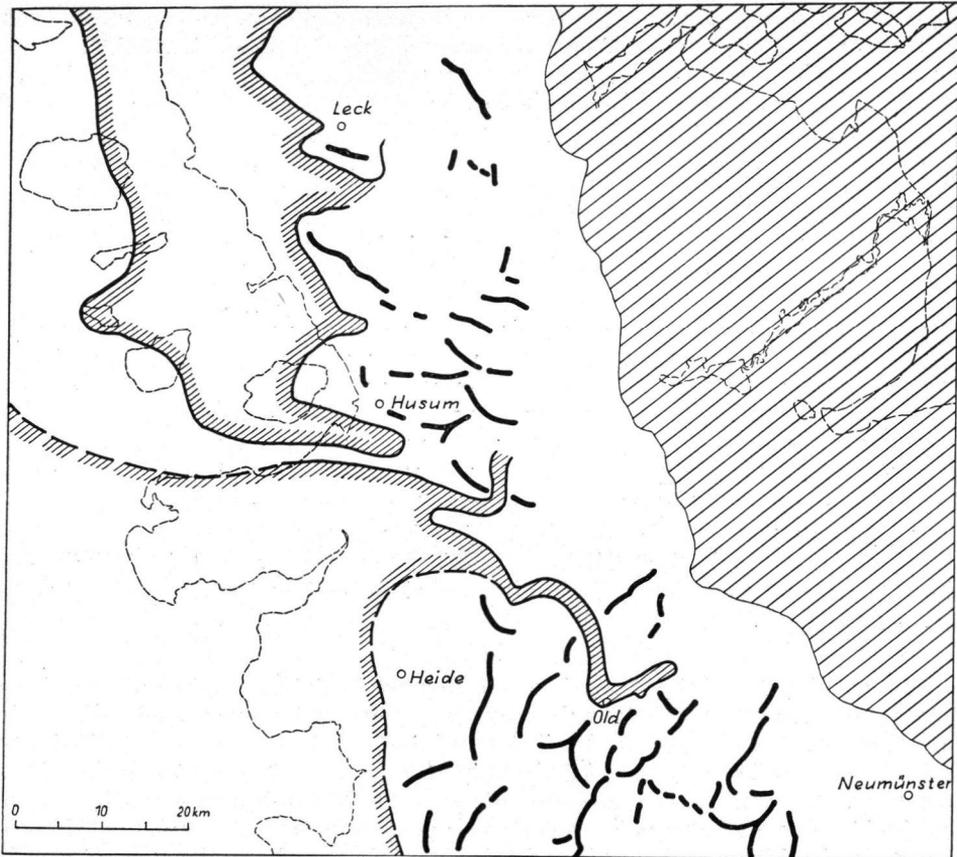
### I.

Lange Zeit haben die norddeutschen Quartärgeologen als äußere Grenze der Letzten Vereisung den großen Endmoränenzug angesehen, der von der Lüneburger Heide über den Fläming und den Niederlausitzer Grenzwall zum Trebnitzer Katzengebirge in Schlesien verläuft und der in seinem Zusammenhang zuerst von E. WERTH (1912) beschrieben worden ist. An Widerspruch gegen diese Grenzziehung hat es aber von Anfang an nicht gefehlt. Schon 1884 vertrat E. KLOCKMANN die Ansicht, daß die Letzte Vereisung nach Westen die Elbe und nach Süden das Baruther Tal nicht überschritten habe. Es handelt sich bei dieser Grenze um die von P. WOLDSTEDT (1925) als Brandenburger Stadium bezeichnete Linie. Später haben besonders O. TIETZE (1917) und W. WOLFF (1915) diese Grenze der Letzten Vereisung verfochten, die weiterhin K. GRIPP (1924) durch morphologische Einzelanalyse festlegte. Es kann heute als völlig gesichert gelten, daß das Brandenburger Stadium (bzw. seine Fortsetzung nach Osten und Nordwesten) die äußerste Grenze der Letzten oder Weichselvereisung bildet. Die Hauptargumente werden weiter unten nochmals kurz dargelegt.

War nun die von der Lünburger Heide über den Fläming zum Trebnitzer Katzengebirge verlaufende Zone aus dem Bereich der Weichselvereisung ausgeschieden, so entstand weiter die Frage: gehört sie nun einfach zur mittleren der drei in Norddeutschland unterschiedenen Vereisungen, d. h. zur Saalevereisung, oder bildet sie eine besondere, zwischen Saale und Weichsel liegende Vergletscherung? P. RANGE (1926), ferner H. NEUMANN (1933), U. REIN (1937) und S. THIELE (1939) sprachen sich in dem zuletztgenannten Sinne aus, während P. WOLDSTEDT (1927) zunächst an eine ältere Phase der Letzten Eiszeit dachte, 1929 jedoch die Ansicht vertrat, daß hier ein späteres Stadium der Saalevereisung vorliege. Er bezeichnete es als *Warthestadium*.

<sup>1)</sup> Einem mehrfach, besonders auch von ausländischer Seite, geäußerten Wunsche folgend, setze ich hier nochmals meine Anschauung über die Stellung des Warthestadiums und über andere, damit zusammenhängende Fragen auseinander.

In zahlreichen Arbeiten hat W. SOERGEL (zuletzt 1939) die Ansicht vertreten, daß die Letzte Eiszeit in drei Abschnitte zu gliedern sei, die er als W I, W II und W III bezeichnete. Die entsprechenden Abschnitte in Norddeutschland<sup>2)</sup> seien 1. das Warthestadium (W I), 2. die äußere Zone der Weichselvereisung (W II) und 3. die innere Zone der Weichselvereisung, d. h. das Pommersche Stadium (W III). Diese Anschauung ist weitgehend in das Schrifttum übergegangen, besonders auch in das ausländische, und hält sich dort mit erstaunlicher Hartnäckigkeit. Wir werden sehen, daß sie den Tatsachen nicht gerecht wird, sondern daß das Brandenburger Stadium die äußerste Grenze der Letzten Vereisung darstellt. Im folgenden bezeichnen wir diesen Bereich der Letzten Vereisung in Norddeutschland als Weichselvereisung.



Küste des  
Eem-Meeress

Endmoränen  
des Warthe-  
Stadiums

Gebiet der  
Weichsel-  
Vereisung

Abb. 1. Weichsel-Vereisung, Endmoränen des Warthe-Stadiums und Eem-Meer (dieses nach einer von E. DITTMER zur Verfügung gestellten Karte) in Schleswig-Holstein (die Küste westlich Heide ist von mir vermutungsweise ergänzt worden).

<sup>2)</sup> Ursprünglich hatte W. SOERGEL (1919) eine noch wesentlich weitere Ausdehnung der Letzten Vereisung in Norddeutschland angenommen, und zwar bis in die Gegend von Halle und Oschersleben. Später hat er hiervon nicht mehr gesprochen.

## II.

Es dürfte allseitige Übereinstimmung darüber herrschen, daß die letzte echte Interglazialzeit im Bereich der Nordeuropäischen Vergletscherung die Eem-Interglazialzeit war. In ihrem Optimum erfüllte ein warmes Meer nicht nur die Nordsee (samt dem Englischen Kanal), sondern auch die Ostsee, welche durch Kattegat und Skagerrak mit dem Weltmeer in Verbindung stand. Es läßt sich nun einwandfrei nachweisen, daß die Ablagerungen dieses Eem-Meeres eingeschaltet sind zwischen die Bildungen des Warthestadiums (im weiteren Sinne; siehe unten) und die der Weichselvereisung, d. h. also, daß zwischen Warthe und Weichsel eine echte Interglazialzeit liegt.

In Schleswig-Holstein erstreckt sich (vgl. Abb. 1) im Eidergebiet eine tief ins Land greifende Bucht des die Nordsee erfüllenden Eem-Meeres von Westen her bis nahe an die Grenze der Weichselvereisung. Sie durchbricht dabei die Endmoränen des Warthestadiums, die also vorher gebildet sein müssen. Die Ablagerungen dieses Eem-Meeres, die von H. L. HECK (1932), E. DITTMER (1941, 1951) und G. v. d. BRELIE (1951) untersucht worden sind, füllen den größten Teil des Letzten Interglazials aus. Zusammen mit den terrestrischen Bildungen im Liegenden und im Hangenden vermitteln sie ein Bild der Vegetationsfolgen vom Schlusse der Vorletzten Eiszeit bis zum Beginn der Letzten Eiszeit. Das von H. L. HECK (1932) gegebene Pollendiagramm (vgl. z. B. Abb. 10 in WOLDSTEDT 1950) zeigt alle typischen Züge der Letzten Interglazialzeit, wie sie uns zuerst K. JESSEN (1928) kennen-gelehrt hat.

Über den Ablagerungen des Eem-Meeres ist weder hier noch an irgendeiner anderen Lokalität außerhalb des Bereiches der Weichselvereisung jemals eine echte Grundmoräne angetroffen worden. Was sich außerhalb des Bereiches der Letzten Vergletscherung über den Eemablagerungen findet, sind sandige, meist glazifluviale Ablagerungen u. dgl., gelegentlich auch periglaziale Bildungen. Im Bereich der Weichselvereisung dagegen sind die Eembildungen stets bedeckt von den Ablagerungen der Letzten Vereisung. So kann gar keine andere Schlußfolgerung gezogen werden als die, daß die letzte echte Interglazialzeit, die Eem-Interglazialzeit, sich einschaltet zwischen die Weichselvereisung und das Warthestadium, d. h. daß dieses letztere keinesfalls zur Letzten Vereisung gerechnet werden darf.

## III.

Dieser Schluß ergibt sich auch aus folgender Feststellung. Wo die marinen Eembildungen in ihrer küstennahen Fazies untersucht worden sind, zeigen sie das typische Pollendiagramm der Letzten Interglazialzeit (vgl. u. a. H. L. HECK 1932, L. VERMEER-LOUMAN 1934, H. GROSS in P. WOLDSTEDT 1949). Das gleiche Diagramm findet sich in zahllosen kontinentalen Interglazialbildungen wieder. Diese sind im Bereich der Letzten Vereisung von Grundmoräne oder anderen Ablagerungen der Weichselvereisung bedeckt, im Bereich außerhalb aber nur von periglazialen Bildungen. Hier sind es die meist sehr oberflächennahen Interglaziale vom Bröruptyp (A. JESSEN u. a. 1918).

Die kontinentalen Interglazialbildungen stellen zum weitaus größten Teil die Ausfüllungen von ehemaligen Glazialseen dar, d. h. von Hohlformen, die durch die jeweils vorhergehende Vereisung geschaffen worden waren. So ergibt sich eine charakteristische regionale Verteilung der Interglazialbildungen (vgl. Abb. 2). Die von dem Weichseleis geschaffenen und entweder schon ganz oder nur teilweise ausgefüllten Seen im Bereich der Letzten Vereisung zeigen das Pollendiagramm der Nacheiszeit, d. h. der gegenwärtigen Interglazialzeit, während, wie schon gesagt wurde, die Bildungen der Letzten Interglazialzeit in die-

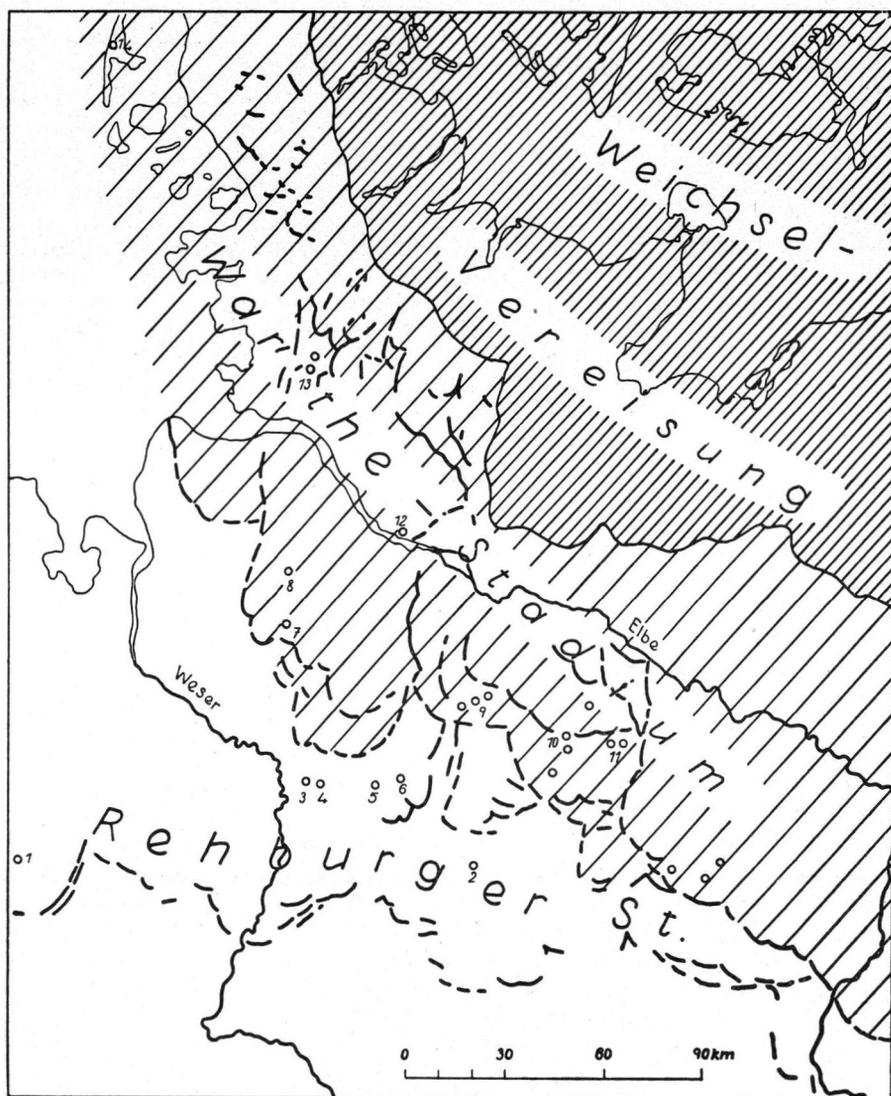


Abb. 2. Weichsel-Vereisung, Warthe-Stadium und Rehburger Stadium in Schleswig-Holstein und Niedersachsen. o Vorkommen von sog. Brörup-Interglazialen, 1. Quakenbrück. 2. Gr. Hehlen. 3. Neddenaverbergen. 4. Lehringen. 5. Honerdingen. 6. Mengebostel. 7. Godenstedt. 8. Hesedorf. 9. Ob. Luhetal (Kieselgur). 10. Ülzen. 11. Rosche. 12. Schulau. 13. Grünental. 14. Westerland.

ser Zone normalerweise unter Grundmoräne verdeckt liegen. Außerhalb des Bereichs der Weichselvereisung aber zeigen die verlandeten ehemaligen Seen, deren Hohlformen durch die Vorletzte Vereisung geschaffen waren, das Pollendiagramm der Letzten oder Eem-Interglazialzeit. Sie sind überall nur von periglazialen Bildungen überdeckt und liegen so meist nahe der Oberfläche. Als Beispiel können etwa die Kieselgurbildungen des oberen Luhetals gelten. Die subglaziäre Rinne, in der die einzelnen Kieselgurbecken hintereinander liegen, wurde überhaupt erst durch den Warthe-Gletscher geschaffen. Die von U. REIN (in WOLDSTEDT 1949)

und SELLE (in WOLDSTEDT 1950, Abb. 17) mitgeteilten Pollendiagramme zeigen das typische Bild der Letzten Interglazialzeit mit ihren deutlich gegliederten Vegetationsabschnitten. Aber auch zahlreiche andere Beispiele sind im Bereich des Warthestadiums vorhanden. Sie beweisen, daß die Letzte Vereisung dieses Gebiet nicht erreicht hat, d. h. daß zwischen Weichselvereisung und Warthestadium eine echte Interglazialzeit, und zwar die Eem-Interglazialzeit, liegt.

#### IV.

Die Fortführung dieser Betrachtung zeigt aber auch, daß zwischen Warthestadium und Saaleeiszeit keine echte Interglazialzeit liegt. Wäre das der Fall, d. h. bezeichnete der äußere Rand des Warthestadiums die Grenze einer besonderen Vereisung, so sollte man erwarten, daß die verlandeten Seen außerhalb des Warthestadiums, soweit ihre Hohlform von einer noch älteren Vereisung geschaffen worden war, ein wieder anderes Pollendiagramm zeigen würden, nämlich das der nächstälteren Interglazialzeit. Tatsächlich zeigen sie aber (mit ganz geringen Ausnahmen) wieder das typische Diagramm der Eem-Interglazialzeit. Als Beispiele können u. a. Honerdingen, Lehringen, Neddenaverbergen, Mengebostel, Gr. Hehlen, Quakenbrück usw. genannt werden. Sie alle liegen weit außerhalb des Warthestadiums und zum größten Teil auch noch außerhalb des Lamstedter Vorstoßes, auf den wir unten noch zu sprechen kommen.

Wichtiger aber ist noch etwas anderes. Die unbezweifelbarsten Anzeichen echter Interglazialzeiten sind die marinen Transgressionen, die mit dem Freiwerden der in den Vereisungen festgelegten Wassermassen zusammenhängen. Der Flandrischen, bis zum Litorinameer führenden Transgression der Nacheiszeit entspricht die Eem-Transgression der Letzten Interglazialzeit. Die nächste davor liegende Transgression ist die der Holsteinsee. Sie aber liegt, wie sich sowohl in Holstein (W. WOLFF 1915, H. O. GRAHLE 1936) wie auch im holländischen Friesland (P. TESCH 1939, A. BROUWER 1949) ohne jeden Zweifel ergibt, vor der Saalevereisung, d. h. zwischen Saale und Elster. Läge zwischen Warthe und Saale eine echte Interglazialzeit, so müßten wir, wie ich früher schon angeführt habe (1947), irgendwo die Spuren einer entsprechenden interglazialen Transgression finden. Sie ist bisher an keiner einzigen Stelle nachgewiesen worden. Bis zu dem Nachweis einer solchen marinen Transgression zwischen Saale und Warthe in Nordwesteuropa muß man also annehmen, daß nur ein — wahrscheinlich längeres — Interstadial zwischen Saale und Warthe vorhanden war, aber keine echte Interglazialzeit.

#### V.

Wir kommen danach zu folgendem Ablauf der Ereignisse im Nordeuropäischen Vereisungsgebiet. Nach der Transgression des Holstein-Meeres, die in der Ostsee wahrscheinlich mindestens bis Rügen ging (vgl. P. WOLDSTEDT 1954, Abb. 97), verschlechterte sich das Klima allmählich wieder, und entsprechend wich das Meer wieder zurück. Die Saalevereisung drang vor. Ihr erster merkbarer Halt in Norddeutschland war anscheinend das Rehburger Stadium. Wir müssen es nach neueren Untersuchungen (vgl. u. a. RICHTER, SCHNEIDER & WAGER 1951, G. KELLER 1953) wohl als später überfahrenes Vorrückungsstadium auffassen, nicht als Rückzugsstadium, wie von mir noch 1950 angenommen wurde. Auch in den Niederlanden sind entsprechende Beobachtungen gemacht worden.

Während des Rehburger Stadiums wurde die Weser, deren Lauf vorher von der Porta in nordwestlicher Richtung auf die Nordsee gegangen war, abgelenkt und verlief in dieser Zeit zwischen Rehburger Stadium und Wiehengebirge nach Westen. Dann fand ein weiterer Vorstoß des Saaleeises statt, der bis ins Nieder-

rheingebiet ging. Wahrscheinlich aber war dies nur eine verhältnismäßig kurze Episode. Später erfolgte ein Totwerden der ganzen peripheren Eismasse zwischen Niederrhein und Weser-Wiehengebirge. Es kam zu den zahlreichen Toteisbildungen, die gerade diesen Raum charakterisieren: die Os- und Kameszüge im Münsterlande, am Südhange vom Osning und im Wesertal zwischen Porta und Hameln. Aber auch nördlich des Weser-Wiehengebirges hielt sich das lebende Eis wahrscheinlich nicht mehr lange. Es erfolgte wohl bald ein weiteres Zurückschmelzen bis ins Ostseegebiet hinein.

Dieses Zurückgehen bis ins Ostseegebiet ist daraus zu erschließen, daß der später, nach einer unbekanntem Zeitdauer, wieder vorstoßende Gletscher ein Ostseegletscher mit starker Durchmischung der Geschiebebestände war (vgl. J. HESEMANN 1939). Der neue Vorstoß ging bis zur Lamstedter Endmoräne in Nordwestdeutschland (Abb. 2), in einzelnen Gebieten vielleicht auch noch etwas weiter (ILLIES 1952). Ihrem Hauptendmoränenzug gehört z. B. die Wingst bei Lamstedt an. Es handelt sich hier also um eine Vorstaffel des Warthestadiums, die — darin stimme ich mit ILLIES überein — zeitlich dem Warthestadium sehr viel näher steht als dem Saalemaximum. Die Lamstedter Endmoräne findet nördlich der Elbe ihre Fortsetzung in Endmoränen des westlichen Holsteins (vgl. meine Übersichtskarte von Norddeutschland 1935). Nach einem neuen, wahrscheinlich nur kurzen Rückzug kam es dann zum eigentlichen großen Warthevorstoß. Dessen Hauptendmoränenzone ist ein im großen und ganzen geschlossener Zug, der sich aber doch in einzelnen Gebieten, so besonders in Schleswig-Holstein und in der Lüneburger Heide, in zahlreiche hintereinander liegende Staffeln auflöst. Den Lamstedter Vorstoß kann man zum Warthestadium im weiteren Sinne rechnen<sup>3)</sup>.

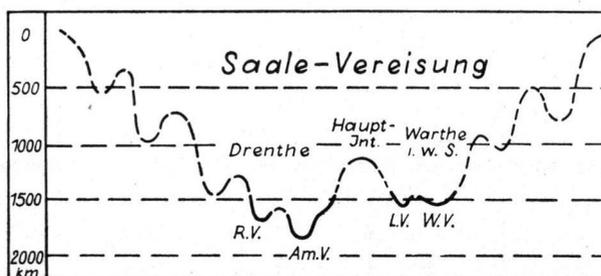


Abb. 3. Die Bewegung des Eisrandes der Saale-Vergletscherung, schematisch („Ver-eisungskurve“). R.V. = Rehbürger, Am.V. = Amersfoorter, L.V. = Lamstedter, W.V. = (engerer) Warthe-Vorstoß.

Abb. 3 stellt in einer Kurve („Ver-eisungskurve“) den jeweiligen Stand des Eisrandes während der Saalevereisung dar. Dabei ist die Entfernung von einem (theoretischen) Zentrum etwa in Ängermannland zugrundegelegt. Die Darstellung zeigt, daß die Saalevereisung, soweit wir ihren Verlauf überblicken können, in zwei Hauptabschnitte zerlegt werden kann: einen älteren mit der Maximalausdehnung bis zum Niederrhein und einen jüngeren mit einer Ausdehnung bis zum westlichen Schleswig-Holstein und zur westlichen Lüneburger Heide. Den ersten Abschnitt könnte man, um einen von van der VLERK & FLORSCHÜTZ (1950) gebrauchten Ausdruck („Drenthien“) weiter zu benutzen, als *Drenthe*-Ab-

<sup>3)</sup> Ich halte es für verfrüht, jetzt schon in Norddeutschland von „Alt“- , „Mittel“- und „Jungriß“ zu sprechen. Zunächst muß für das Alpengebiet der wirklich regionale Charakter dieser Einteilung bewiesen werden. Weiter scheint in Norddeutschland eher eine Zweiteilung als eine Dreiteilung der Vorletzten Eiszeit charakteristisch zu sein.

schnitt bezeichnen<sup>4)</sup>. Der zweite Abschnitt umfaßt das Warthestadium im weiteren Sinne. Den dazwischen liegenden starken Rückzug des Gletschers, der, wie schon gesagt wurde, wohl sicher bis ins Ostseegebiet ging, möchte ich vorläufig einfach als „Hauptinterstadial“ der Saaleeiszeit bezeichnen. Wenn es gelingt, dieses Interstadial irgendwo genauer durch Ablagerungen oder dergl. zu fassen, läßt sich vielleicht ein bezeichnender Name finden.

## VI.

In diesen Zeitraum zwischen dem Rückzug des Drenthe-Eises und dem Lamstedter Vorstoß möchte E. KOLUMBE (1953) eine bei Hemmoor gefundene Torfbildung stellen. Es handelt sich um zwei Torfbänke mit zwischengelagerter,  $\frac{1}{2}$  m mächtiger Beckensandschicht. Das Pollendiagramm wird beherrscht von *Picea* und *Pinus*, in zweiter Linie von *Alnus* und *Betula*. Der Eichenmischwald erreicht in einer kürzeren, im Profil ziemlich tief liegenden Phase 17%, *Corylus* etwa 10%. Außerdem treten mit geringen Werten *Abies* und *Carpinus* auf. Das Profil ist nicht vollständig, da es unten bereits mit sehr hohen *Picea*-Werten (62%) und 3% Eichenmischwald beginnt.

Die Lagerungsverhältnisse der Torfschichten sind in keiner Weise klar. Ein tieferer „Geschiebemergel“ unter dem Torf wird als saaleeiszeitlich angesehen. Ein Beweis dafür wird nicht gegeben. Über den Torfbändern soll ein „sandiger Geschiebelehm“ vorhanden sein, der mit „gleitender“ Grenze in Mittelsand übergeht. Geschiebelehm und Mittelsand werden dem Lamstedter Vorstoß zugeordnet, was sicher möglich, aber nicht bewiesen ist. Die Frage, ob es sich bei dem überlagernden „sandigen Geschiebelehm“ um eine Fließerde handeln könnte, wird nicht erörtert. Das ganze Vorkommen liegt in der Nähe eines Salzstockes, sodaß überhaupt Vorsicht geboten ist. Das Diagramm selber hat am ehesten Ähnlichkeit mit denen der Elster-Saale-Interglazialzeit (vgl. WOLDSTEDT 1954, S. 228ff.). Hohe *Picea*-Werte, besonders im ersten Teil, dagegen niedrige Werte des Eichenmischwaldes und der Hasel (etwa 10%) sind charakteristisch. Meist allerdings sind die Eichenmischwaldwerte doch etwas höher als hier. Vor allem ist auch *Carpinus* gewöhnlich stärker vertreten.

Alles in allem genommen erscheint es vielleicht möglich, daß das Diagramm in die Phase zwischen Saalemaximum und Lamstedter Vorstoß gehört; doch fehlt bisher jeder exakte Beweis dafür. Ich halte diese Einordnung auch für ziemlich unwahrscheinlich. Sollte sie aber doch zutreffen, dann müßten wir von einem „Interglazial“ sprechen. Denn Eichenmischwald (bis 17%) und verhältnismäßig hohe Erlenwerte zeigen zweifellos interglaziale Verhältnisse an, keine „interstadialen“. Wenn das aber zutrifft, dann ist wieder zu fragen: Wo ist die entsprechende interglaziale marine Transgression? Solange die stratigraphische Einordnung des Hemmoorer Vorkommens in den Abschnitt zwischen Saalemaximum und Lamstedter Vorstoß nicht völlig gesichert ist und solange eine echte marine Transgression für diesen Abschnitt nicht nachgewiesen ist, solange haben wir mit einer Interstadial- und nicht mit einer Interglazialzeit zwischen Saalehauptphase („Drenthe“) und Warthe zu rechnen.

## VII.

Immer wieder ist hingewiesen worden auf den Gegensatz der Formen, der zwischen dem Warthestadium und der Außenzone der Saalevereisung bestehe.

<sup>4)</sup> In einer brieflichen Mitteilung an mich hat kürzlich G. LÜTTIG auf die Notwendigkeit hingewiesen, eine besondere Bezeichnung für diesen im deutschen Schrifttum bisher meist als Saale-Hauptphase bezeichneten Abschnitt einzuführen.

Dieser Formenunterschied ist wohl in gewissem Sinne vorhanden. Er verliert aber bei genauerem Zusehen erheblich an Wert. Zunächst einmal dürfen nur gleichwertige Formen miteinander verglichen werden. Man kann nicht eine Endmoränenlandschaft mit einer Grundmoränenebene vergleichen. Man kann auch nicht eine vom Eise später überfahrene Endmoräne, wie es etwa das Rehburger Stadium ist, vergleichen mit einer später nicht mehr überfahrenen Endmoräne, wie es die Warthe-Endmoränen im größten Teil ihrer Erstreckung sind. Wenn man unter Berücksichtigung dieser Gesichtspunkte die Formen vor und hinter dem Warthestadium vergleicht, dann zeigt sich, daß die Unterschiede nicht so groß sind, wie sie von einzelnen Beobachtern angegeben werden. Tatsächlich sind manche Formen im Gebiet der Saalevereisung sogar erstaunlich frisch, so z. B. die Kamesbildungen zwischen Porta und Hameln, ferner Oser und Kames an der Südwestseite des Osnings (vgl. H. KELLER 1952). Schon früher habe ich (1932) auf entsprechende frische Osformen in Niederschlesien hingewiesen.

Im ganzen jedoch, das muß ohne weiteres zugegeben werden, wirken die Formen außerhalb des Warthestadiums älter. Aber das ist ja auch gerade das, was wir auf Grund der Ereignisse erwarten müssen. Denn dies äußere Gebiet lag ja viel länger unter periglazialer Einwirkung als das Warthestadium. Das Zurückweichen des Eisrandes vom Saalemaximum bis zur Ostsee wurde bewirkt durch eine wahrscheinlich länger dauernde interstadiale Erwärmung. Es ist möglich, daß der vermutlich während des Saalemaximums vorhandene Dauer-Frostboden während des Rückzuges verschwand. Aber sicher war er während des Lamstedter und des Warthedorstoßes wieder vorhanden. In diesem langen Zeitraum stand das ganze Gebiet außerhalb unter intensiver periglazialer Einwirkung. Diese zeigt ja gerade im Westen ein besonders starkes Ausmaß, weil hier ein besonders häufiger Frostwechsel herrschte. So ist es kein Wunder, daß die Außenzone der Saalevereisung wesentlich stärkere Anzeichen der Umlagerung, Denudation, Solifluktion usw. aufweist. Sie hat ja eine Periode periglazialer Wirkung mehr erfahren als das Warthestadium. Das letztere stand nur einmal, nämlich während der Weichseleiszeit, unter periglazialer Einwirkung, die Gebiete außerhalb dagegen zweimal, im Warthestadium (einschließlich des Lamstedter Vorstoßes) und in der Weichseleiszeit.

In einer Arbeit über die Böden des Warthestadiums der Lüneburger Heide im Vergleich zu denen westlich davon und zu den Böden der Weichselvereisung betont E. MÜCKENHAUSEN (1939) den starken Unterschied, der im Podsolierungsgrad der Böden vor und hinter der Warthe-Grenze bestände. Westlich der Warthe-Grenze, d. h. in diesem Falle innerhalb des Lamstedter Vorstoßes, sind nach MÜCKENHAUSEN „stark podsoliierte Waldböden“, östlich der Warthe-Grenze „schwach bis mittel podsoliierte Waldböden“ auf den Grundmoränenflächen entwickelt. MÜCKENHAUSEN kommt zu dem Ergebnis, daß in der Bodenentwicklung das Warthestadium der Weichselvereisung näher stehe als dem Gebiete außerhalb der Warthe-Grenze.

Mit der von ILLIES entwickelten und auch hier vertretenen Anschauung einer verhältnismäßig engen Verknüpfung des Warthestadiums mit dem Lamstedter Vorstoß ist die Auffassung von MÜCKENHAUSEN schwer in Einklang zu bringen. Es entsteht deshalb die Frage, ob die Unterschiede im Podsolierungsgrad nicht durch andere Ursachen hervorgebracht sein können. In Frage kämen primäre Unterschiede in der Zusammensetzung der Grundmoränen und weiter Unterschiede des Klimas, besonders die Abnahme der Niederschläge nach Osten hin. Weitere vergleichende Untersuchungen in sehr verschiedenen Gebieten beiderseits der Warthe-Grenze könnten hier Klarheit schaffen.

## VIII.

Nach dem Eem-Interglazial kam es dann zur Letzten Vereisung, die ihr Maximum am Brandenburger Stadium erreichte. Die Frage, wieweit eine Gliederung dieser Weichseiszeit anzunehmen ist, ist in den letzten Jahren viel diskutiert worden. Zwei extreme Ansichten stehen sich gegenüber. Die eine, hauptsächlich von J. BÜDEL (zuletzt 1953) vertreten, leugnet eine Gliederung der Letzten Eiszeit in mehrere Kaltphasen, die durch wärmere Abschnitte getrennt waren. Demgegenüber betont die andere, besonders von SOERGEL vertretene Anschauung (vgl. auch ZOTZ 1951) eine Gliederung der Letzten Eiszeit durch ausgeprägte warme Abschnitte. Auch die in dem vorliegenden Bande erscheinende Arbeit von F. E. ZEUNER vertritt diesen Standpunkt. Nach den genannten Autoren soll sich die „Interstadialzeit WI/W II“ kaum von der letzten echten Interglazialzeit unterscheiden haben. Von ZEUNER wird ein dem gegenwärtigen ähnlicher hoher Meeresspiegel für diese Zeit angenommen.

Aber gegen diese Anschauung erheben sich doch einige Bedenken. Wenn wir zwischen den hohen Meeresspiegeln der Letzten Interglazialzeit, d. h. denen des Eem-Meeress, und dem Meeresspiegel der jüngeren Postglazialzeit wirklich noch einen würminterstadialen Hochstand des Ozeanspiegels gehabt hätten, dann müßten wir diesen doch irgendwo in Nordwesteuropa finden. An der ganzen Nordseeküste von Holland bis Jütland, die durch zahllose Bohrungen genau untersucht ist, treffen wir überall einerseits die Ablagerungen des Eem-Meeress an, andererseits die Bildungen der postglazialen Transgression, aber auch nicht an einer Stelle eine Spur der vermuteten interstadialen Transgression.

Nun könnte man daran denken, in der sog. Skärumsede-Serie die geforderte „interstadiale“ Transgression zu sehen. Diese sehr mächtige marine Serie zeigt (vgl. JESSEN, MILTHERS u. a. 1910) zu unterst ganz warme, lusitanische Formen, um nach oben hin immer kälter zu werden und schließlich in den älteren Yoldienton überzugehen. In den späteren Teil dieser Serie gehören offenbar die Cyprinen- und Yoldientone am Frischen Haff in Westpreußen. Das von H. GROSS aufgestellte Pollendiagramm dieser Tone (Abb. 3 in WOLDSTEDT 1949) zeigt aber das ganz typische Bild der zweiten Hälfte der Letzten Interglazialzeit (Eem). Es hieße den Tatsachen Gewalt antun, wenn man darin etwas anderes, etwa das gesuchte „Interstadial“, sehen wollte.

Man könnte weiter daran denken, in der zweiten Wärmezeit der sog. Herningprofile (JESSEN & MILTHERS 1928), d. h. in den Abschnitten I und m, kontinentale Ablagerungen dieser Warmzeit zu sehen. Dann läge der erste Würmvorstoß zwischen der Hauptwärmezeit und der zweiten. Aber auch gegen diese Auffassung erheben sich starke Bedenken. Die sog. Herningprofile mit zwei Warmzeiten sind ganz verschwindende Ausnahmen in der großen Zahl der letztinterglazialen Vorkommen. Wenn wir wirklich eine allgemein verbreitete zweite Wärmezeit nach dem Eem-Interglazial gehabt hätten, dann müßte das Profil mit zwei Wärmezeiten das Normalprofil sein und nicht eine seltene Ausnahme. So wird man bei den wenigen Vorkommen mit zweiter Wärmezeit am ehesten an periglaziale Umlagerung denken müssen (P. WOLDSTEDT 1949, P. W. THOMSON 1951).

Nach dem Gesagten scheinen mir keinerlei beweiskräftige Unterlagen vorhanden zu sein für die Annahme einer warmen „Interstadialzeit“ innerhalb des Würmkomplexes. Aber auch die von BÜDEL vertretene Ansicht einer so gut wie gar nicht gegliederten Würmeiszeit scheint mir nicht das Richtige zu treffen. BÜDEL zeichnet in seine Klimakurve (1953, Abb. 4) allerdings das Alleröd-Interstadial ein, nimmt aber im übrigen Verlauf der Würmeiszeit nur ganz geringe

Schwankungen an. Gerade das Alleröd-Interstadial macht es aber wahrscheinlich, daß wir auch im übrigen Ablauf der Würmkaltzeit mit Schwankungen ähnlichen Ausmaßes zu rechnen haben. Tatsächlich sind ja auch im Nordeuropäischen Vereisungsgebiet noch ältere Schwankungen festgestellt worden, z. B. das Bölling-Interstadial in Jütland, die Menturrer Schwankung in Ostpreußen usw. W. SELLE (1952, 1953) hat durch pollenanalytische Untersuchung im Randgebiet der Lüneburger Heide das Vorkommen von mehreren interstadialen Schwankungen während der Letzten Eiszeit nachgewiesen. Alle diese Interstadiale zeigen grundsätzlich den gleichen Ablauf wie die Allerödschwankung, nämlich erst eine Birken- und dann eine Kieferndominanz. Wir müssen danach damit rechnen, daß die Letzte Eiszeit — und ebenso die früheren Kaltzeiten — durch Schwankungen gegliedert waren. Die größeren Endmoränenzüge des Nordeuropäischen Vereisungsgebietes bezeichnen wahrscheinlich alle neue Vorstöße nach Wärmeschwankungen, die selber natürlich sehr verschiedenes Ausmaß gehabt haben können. Um über dieses Ausmaß eine Vorstellung zu erhalten, gehen wir von der Alleröd-Schwankung aus.

Der Unterschied in der Höhenlage der Baumgrenze zwischen der Alleröd-Schwankung und der Jüngeren Tundrenzeit beträgt nach F. FIRBAS (1947) etwa 600 m. Es fragt sich, welcher Temperatur-Unterschied dem etwa entspricht. Wald- und Schneegrenze laufen einander nicht einfach überall parallel (vgl. FIRBAS 1947). Wir gehen von folgenden Werten für die Würmeiszeit aus: maximale Absenkung der Schneegrenze 1200 m, maximale Absenkung der Waldgrenze 1800 m, maximale Temperatur-Absenkung  $12^{\circ}\text{C}$ . Dann würde einer Absenkung der Waldgrenze um 600 m eine Temperaturabsenkung von etwa  $4^{\circ}\text{C}$  entsprechen, ein Wert, der sicher nicht zu hoch gegriffen ist.

Nehmen wir Schwankungen bis zu dieser Größenordnung für die Letzte Eiszeit an — und dazu sind wir m. E. auf Grund des Vorhandenseins der Alleröd-Schwankung berechtigt —, so ergibt sich das in Abb. 4 wiedergegebene Bild (das natürlich nur ein Schema ist).

Dieses Bild einer durch kleinere Schwankungen gegliederten Kaltzeit entspricht am besten den verschiedenartigen Beobachtungen, die wir über den Ablauf der Letzten Eiszeit in den verschiedensten Gebieten der Nordhalbkugel haben. Es zeigt sich in dem Abwechseln von Trans- und Regressionen beim Gang des Ozeanspiegels während der Letzten Eiszeit; es zeigt sich in den Höhlenprofilen mit ihrem Wechsel von stärkerer und schwächerer Frostschuttbildung; es

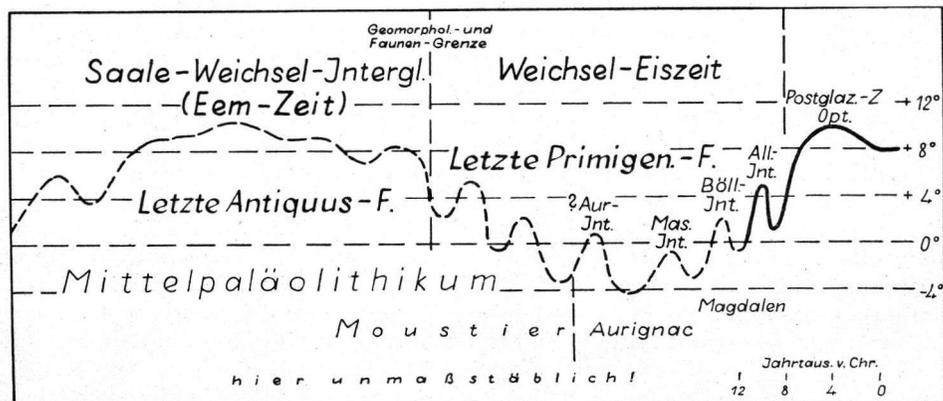


Abb. 4. Klimakurve der Letzten Interglazialzeit und Letzten Eiszeit, schematisch. Weitere Erklärung im Text.

zeigt sich schließlich in zahlreichen Lößprofilen mit ihren Naßböden und (einzelnen) Leimenzonen. Wahrscheinlich ist nicht alles, was bisher in Lößprofilen als „interstadiale“ Bodenbildung aufgefaßt worden ist, wirklich als solche anzuerkennen. Es sind sicher auch echte Interglazialbildungen darin enthalten, und es wird nötig sein, den größten Teil unserer Lößprofile wieder von neuem zu untersuchen. Aber es erscheint mir ebenso wenig gerechtfertigt zu sagen, daß es „nur einen Würmlöß“ gibt. Dem widerspricht schon das Auftreten, wenn auch geringmächtiger und nur lokal verbreiteter, spätglazialer Löss, wie sie besonders E. SCHÖNHALS (1944a, b) beschrieben hat. In viel größerem Umfang treten solche jüngeren Löss in Nordamerika auf, wo auf Wisconsin-Ablagerungen Lößdecken von mehreren Metern Mächtigkeit weit verbreitet sind (vgl. die Karte: Pleistocene Eolian Deposits of United States etc., 1952); sie müssen also zu jüngeren Wisconsin-Stadien gehören.

Die Großeinteilung der Letzten Eiszeit bleibt so, wie sie BÜDEL (1950) herausgearbeitet hat, d. h. erst die feucht-kalte Zeit der verbreiteten kryoturbaten Bewegungen, dann die trocken-kalte Lößzeit, schließlich die Abschmelzzeit. Aber es sind dem kleinere Zyklen überlagert, die grundsätzlich den großen Zyklus wiederholten, aber natürlich in abgeschwächtem Maße. Sehr schön kommt dies zum Ausdruck in den eingehenden Untersuchungen von Th. VAN DER HAMMEN (1951, 1952) in den Decksanden der Niederlande.

Wir müssen uns noch darüber klar werden, was eine Wärmeschwankung von etwa  $4^{\circ}\text{C}$  während des Maximums einer Eiszeit bedeutete. Der Dauerfrostboden ging zurück. Ob er, auch in der Tiefe, ganz verschwand, wird von der Länge der Wärmeschwankung abhängig gewesen sein. Die Winter waren immer noch sehr kalt und sehr lang. Die Vegetation stieß langsam vor, darunter wohl auch Baumbirken und Kiefern. Zu einer dichteren Bewaldung konnte es, wenn nicht die Wärmeschwankung länger dauerte, kaum kommen, geschweige denn zur Einwanderung von Laubbäumen. Die regionale Lößbildung wurde wahrscheinlich unterbrochen, konnte aber sicher in einzelnen Gebieten weitergehen. Denn wir hatten auch damals ausgedehnte Frühjahrs- und Sommer-Hochwässer, sowohl vom zurücktauenden Eisrand wie vom Mittelgebirge her. Am Nordrand des Vatnajökulls haben wir solche Lößbildungen heute bei einem Temperaturjahresmittel von etwa  $-1$  bis  $0^{\circ}\text{C}$ .

Wir haben also für die Letzte Vereisung wahrscheinlich mit einer Reihe von Stadien bzw. Neuvorstößen zu rechnen, die durch wärmere Interstadiale von der Art der Alleröd-Schwankung getrennt waren. Ein solches Interstadial liegt wohl auch zwischen Frankfurter und Pommerschem Stadium. Die meisten Erscheinungen des hierher gerechneten Masurischen Interstadials sind allerdings keine echten Interstadialablagerungen, sondern Bildungen, die mit dem Austauen von Toteis zusammenhängen. Aber es bleiben anscheinend doch einzelne echte Interstadialbildungen übrig (z. B. solche aus dem Instertal; vgl. B. KÖRNKE 1930). Wahrscheinlich ist mit ähnlichen Interstadialen vor der Maximalausdehnung der Weichselvereisung zu rechnen. Hierher gehört wohl das sog. Aurignac-Interstadial, das wir aus mittel- und süddeutschen Höhlen- und Lößprofilen kennen. Es hat sich mit Sicherheit bisher in Norddeutschland nicht nachweisen lassen, liegt aber mit einiger Wahrscheinlichkeit kurz vor dem Brandenburger Stadium.

Wenn wir auf Grund der gemachten Ausführungen eine Temperaturkurve für die Letzte Eiszeit zeichnen, dann mag sie etwa so aussehen, wie es Abb. 4 zeigt. Eine solche Temperaturkurve ist natürlich zu unterscheiden von einer Vereisungskurve, die die jeweiligen Abstände des Eisrandes vom Vergletscherungszentrum darstellt (Abb. 3).

## IX.

Bei der vielfach angenommenen Gliederung der Letzten Eiszeit in W I, W II und W III, die im wesentlichen auf W. SOERGEL zurückgeht, sollen die drei Abschnitte den Minima der Strahlungskurve von MILANKOVITCH vor 115 000, 72 000 und 25 000 Jahren entsprechen. Es muß aber mit aller Entschiedenheit betont werden, daß es in der Letzten Eiszeit in Norddeutschland (und dasselbe gilt für das alpine Gebiet) keine drei Weichsel- oder Würmstadien gibt, die jeweils etwa 40—50 000 Jahre auseinanderlägen, wie es der Strahlungskurve entsprechen würde. Sondern wir hatten in beiden Gebieten eine im wesentlichen einheitliche Kaltzeit, die nur schwächer durch Interstadiale gegliedert war. Bis diese Untergliederung durch Interstadiale nicht in allen Vereisungsgebieten einwandfrei geklärt ist, sollte man — darin stimme ich völlig mit J. BÜDEL (1953) überein — überhaupt nicht mehr von W I, W II und W III sprechen. Es ist unter diesen Bezeichnungen bisher so Verschiedenes verstanden worden, daß ein heillosen Wirrwarr entstanden ist. Man benenne die einzelnen Vorstöße und Interstadiale zunächst mit lokalen Namen. Dann wird sich später vielleicht eine Parallisierung über größere Gebiete ergeben.

Es muß dementsprechend festgestellt werden, daß die so oft hervorgehobene Übereinstimmung der MILANKOVITCH-Kurve mit dem Ablauf des Eiszeitalters weder in diesem Falle, noch in so und so vielen anderen vorhanden ist (vgl. die Ausführungen in M. SCHWARZBACH 1950 sowie in P. WOLDSTEDT 1954, S. 336ff.). Wir sollten daraus die Konsequenz ziehen, keine Zahlenangaben in der Quartärgeologie zu verwenden, die auf die Strahlungskurve von MILANKOVITCH zurückgehen. Der maßgebende Einfluß der MILANKOVITCH-Kurve auf den Rhythmus der Eis- und Interglazialzeiten ist bisher nicht einwandfrei bewiesen. Zahlenangaben, die sich darauf stützen, täuschen eine Genauigkeit vor, für die einstweilen die realen Unterlagen fehlen.

## X.

Schließlich noch einige Bemerkungen zu der von J. BÜDEL (1953, Abb. 4) gegebenen Darstellung. BÜDEL trennt von der Alt- und Mittelriß-Kaltzeit die Jungriß-Kaltzeit durch eine echte Interglazialzeit ab. Er glaubt, daß die Eem-Zeit hierher gehöre. Nach den oben gemachten Ausführungen ist das unmöglich. Eem-Zeit und Letzte Interglazialzeit sind identisch. Ich glaube, darüber braucht nicht weiter diskutiert zu werden. In Norddeutschland fehlt bisher der Nachweis einer echten Interglazialzeit zwischen Altriß (Saale) und Jungriß (Warthe). Aber auch im alpinen Gebiet ist der sichere Nachweis erst noch zu erbringen, wenn auch morphologische Hinweise vorhanden sind.

In der Darstellung von BÜDEL (1953, Abb. 4) wird ein grundsätzlicher Faunenwechsel am Ende der Interglazialzeit angenommen, die vor der Jungriß-Kaltzeit liegt. Bis hierher sei der *Elephas antiquus* gegangen, dann sei er durch *E. primigenius* abgelöst.

Der typische *Elephas primigenius* hat während der beiden letzten Kaltzeiten gelebt, darüber besteht wohl Einigkeit. Das sind die Riß- und die Würm-Kaltzeit. In Norddeutschland kommt *E. primigenius* z. B. am Ende des Interglazials von Wiedenbrück vor (H. WEHRLI 1941), über dem Geschiebesande der Saalevereisung liegen. Für Süddeutschland sei u. a. an die in diesem Bande behandelten Vorkommen von Steinheim a. d. Murr erinnert. Aber es besteht auch Einigkeit darüber, daß *E. primigenius* in der Letzten Interglazialzeit wieder abgelöst wurde durch den wärmeliebenden *E. antiquus*. Die beiden Elefantenarten waren im Jüngeren Pleistozän eben mehr Fazies- als Leitfossilien. Der jüngste norddeutsche Fund eines letztinterglazialen *E. antiquus* ist der von Lehringen bei Verden, wo er mit

der Eibenlanze gejagt wurde (vgl. K. D. ADAM 1951). Sowohl was die Lagerung wie was das Pollendiagramm von Lehringen (U. REIN 1938) anbelangt, kann gar kein Zweifel darüber bestehen, daß es sich hier um die letzte echte Interglazialzeit in Norddeutschland handelt.

In seiner Kurve über den Verlauf des jüngeren Teils des Eiszeitalters läßt BÜDEL schließlich das Moustier enden mit der Jungriß-Eiszeit, während das Aurignac mit der Letzten Eiszeit verknüpft sein soll. Über die Kulturen der „Letzten“ Interglazialzeit wird nichts gesagt. Ich glaube, auch hier wird BÜDEL auf starken Widerspruch stoßen. Daß ein naher zeitlicher Kontakt zwischen dem ausgehenden Moustier und dem neu eindringenden Aurignac (im weiteren Sinne, d. h. dem Châtelperron) vorhanden war, darüber besteht wohl bei allen Vorgeschichtlern Einigkeit. Haben doch einzelne sogar das Châtelperron unmittelbar aus dem Moustier ableiten wollen. Wenn auch diese Ansicht kaum aufrechterhalten werden kann, so wird doch an einem nahen zeitlichen Kontakt der genannten Kulturen, d. h. der des aussterbenden Neandertalers auf der einen Seite und der des neueindringenden *Homo sapiens* (Brünn-Rasse) auf der anderen Seite, nicht gezweifelt. Und dieser Kontakt hat, wie besonders W. SOERGEL immer wieder betont hat, in der ersten Hälfte der Würm-Eiszeit stattgefunden; auch darüber besteht, glaube ich, heute weitgehend Einigkeit.

Fassen wir zusammen, so ergibt sich für das jüngere Pleistozän folgendes Bild: Die letzte echte Interglazialzeit war die Eem-Interglazialzeit, deren charakteristischer Vegetationsablauf in großen Teilen von Europa immer wieder zu erkennen ist. Hierher gehören im alpinen Gebiet die Interglaziale von Großweil und Pfefferbichl (H. REICH 1953), in der Schweiz wahrscheinlich der größte Teil der sog. Schieferkohleninterglaziale. Mit dem Ende dieser Interglazialzeit stirbt *Elephas antiquus* aus. Die Letzte Eiszeit (Würm, Weichsel) ist eine durch kleinere Schwankungen gegliederte Kaltzeit, deren klimatischer Ablauf etwa durch die in Abb. 4 wiedergegebene Kurve dargestellt werden kann. *Elephas primigenius* kehrt aus nördlicheren Gebieten nach Mitteleuropa zurück, um mit der ausklingenden Eiszeit nach Sibirien zu wandern und dort auszusterben. Den ersten Abschnitt der Letzten Eiszeit erlebte noch der aussterbende Neandertaler, um dann abgelöst zu werden von dem wahrscheinlich aus dem Nordosten eindringenden *Homo sapiens*.

#### Schriftennachweis

- ADAM, K. D.: Der Waldelefant von Lehringen. - Quartär 5, Bonn 1951.
- VON DER BRELIE, G.: Die junginterglazialen Ablagerungen im Gebiet des Nord-Ostsee-Kanals. - Schr. natw. Ver. Schlesw.-Holst. 25, Kiel 1951.
- BROUWER, A.: Pollenanalytisch en geologisch onderzoek van het Onder- en Midden-Pleistocene van Noord-Nederland. - Leidse geol. Mededel. 14, 1949.
- BÜDEL, J.: Die Klimaphasen der Würmeiszeit. - Naturwiss. 37, 1950. - - Die „periglazial“-morphologischen Wirkungen des Eiszeitklimas auf der ganzen Erde. - Erdkunde 7, Bonn 1953.
- DITTMER, E.: Das nordfriesische Eem. - Kieler Meeresforschungen 1941. - - Das Eem des Treenetals. - Schr. natw. Ver. Schlesw.-Holst. 25, Kiel 1951.
- FIRBAS, F.: Über die späteiszeitlichen Verschiebungen der Waldgrenze. - Naturwiss. 34, 1947.
- [GEOL. SOC. AMERICA:] Pleistocene Eolian Deposits of United States etc. 1 : 2,5 Mill. 1952.
- GRAHLE, H.-O.: Die Ablagerungen der Holstein-See. - Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. 172. 1936.
- GRIFF, K.: Über die äußerste Grenze der letzten Vereisung in Norddeutschland. - Mitt. geogr. Ges. Hamburg 36, 1924.

- VAN DER HAMMEN, Th.: Late-glacial flora and periglacial phenomena in the Netherlands. - Leidse geol. Mededel. **17**, 1951. - - Dating and correlation of periglacial deposits in middle and western Europe. - Geol. en Mijnbouw N.S. **14**, 1952.
- HECK, H. L.: Die Eem- und ihre begleitenden Junginterglazial-Ablagerungen bei Oldenbüttel in Holstein. - Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. **140**, 1932.
- HESEMANN, J.: Diluvialstratigraphische Geschiebeuntersuchungen zwischen Elbe und Rhein. - Abh. natw. Ver. Bremen **31**, 1939.
- ILLIES, H.: Eisrandlagen und eiszeitliche Entwässerung in der Umgebung von Bremen. - Abh. naturw. Ver. Bremen **33**, 1952.
- JESSEN, A., MILTHERS, V., NORDMANN, V., HARTZ, N. & HESSELBO, A.: En Boring gennem de kvartäre Lag ved Skårumhede. - Danmarks geol. Unders. I. R. **25**, 1910.
- JESSEN, K. & MILTHERS, V.: Stratigraphical and Paleontological Studies etc. - Danm. geol. Unders. II. R. **48**, 1928.
- KELLER, G.: Zur Frage der Osning-Endmoräne bei Iburg. - Neues Jb. Geol. Paläontol. Mh. **1952**. - - Die Beziehung des Rehburger Stadiums südlich Anklam (Kr. Berenbrück) zur saaleeiszeitlichen Grundmoräne. - Eiszeitalter u. Gegenwart **3**, 1953.
- KLOCKMANN, F.: Die südliche Verbreitungsgrenze des Oberen Geschiebemergels. - Jb. preuß. geol. Landesanst. **4**, 1884.
- KÖRNKE, B.: Geologische Untersuchungen über die hydrographische Entwicklung im nördlichen Ostpreußen. - Abh. preuß. geol. Landesanst. N. F. **127**, 1930.
- KOLUMBE, E.: Nachweis einer Wärmezeit zwischen Alt- und Mittel-Riß in Niedersachsen. - Mitt. geol. Staatsinst. Hamburg **22**, 1953.
- MÜCKENHAUSEN, E.: Die Böden des Warthestadiums in Nordhannover. - Abh. naturw. Ver. Bremen **31**, 1939.
- NEUMANN, H.: Die Gliederung des Diluviums der Altmoränenlandschaft Schleswig-Holsteins. - Schr. geol. paläontol. Inst. Kiel **1**, 1933.
- RANGE, P.: War Deutschland drei- oder viermal vom Inlandeis bedeckt? - Z. deutsch. geol. Ges. **78**, 1926.
- REICH, Helga: Die Vegetationsentwicklung der Interglaziale von Großweil-Ohlstadt und Pfefferbichl im bayrischen Alpenvorland. - Flora **140**, Jena 1953.
- REIN, U.: Die Warthe-Vereisung in der Lüneburger Heide. - Schr. geol. paläont. Inst. Univ. Kiel **6**, 1937. - - Die Vegetationsentwicklung des Interglazials von Lehningen. - Z. deutsch. geol. Ges. **90**, 1938.
- RICHTER, W., SCHNEIDER, H. & WAGER, R.: Die saaleeiszeitliche Stauchzone von Itterbeck-Uelsen (Grafschaft Bentheim). - Z. deutsch. geol. Ges. **102**, 1951.
- SCHÖNHALS, E., Jungglazialer Löß auf Rügen. - Ber. Reichsamt f. Bodenforsch. Wien **1944**. - - Spätglazialer Löß in Lettland. - Neues Jb. f. Min. etc. B, Mh, **1944**.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. - Stuttgart 1950.
- SELLE, W.: Die Interstadiale der Weichselvereisung. - Eiszeitalter u. Gegenwart **2**, 1952. - - Gesetzmäßigkeiten im pleistozänen und holozänen Klimaablauf. - Abh. naturw. Verein Bremen **33**, 1953.
- SOERGEL, W.: Löss, Eiszeiten und paläolithische Kulturen. - Jena 1919. - - Das diluviale System. - Berlin 1939.
- TESCH, P.: De mariene inschakeling in de „Hoogterras-afzettingen“ in het westen en noorden van Nederland. - Geol. en Mijnbouw **1**, 1939.
- THIELE, S.: Das Diluvium der Insel Sylt. - Schr. naturw. Ver. Schleswig-Holst. **23**, 1939.
- THOMSON, P. W.: Das Interglazial von Wallensen im Hils. - Eiszeitalter und Gegenwart **1**, 1951.
- TIETZE, O.: Die äußersten Endmoränen der jüngsten Vereisung Norddeutschlands. - Geol. Rundschau **7**, 1917.
- VERMEER-LOUMAN, G. G.: Pollen-analytisch onderzoek van den West-nederlandschen bodem. - Diss. Amsterdam 1934.
- VAN DER VLERK, J. M. & FLORSCHÜTZ, F.: Nederland in het Jjstijdvak. - Utrecht 1950.
- WEHRLI, H.: Interglaziale und vor-saaleeiszeitliche Ablagerungen in der Münsterschen Bucht. - Z. deutsch. geol. Ges. **93**, 1941.
- WERTH, E.: Die äußersten Jungendmoränen in Norddeutschland. - Z. f. Gletscherkunde **6**, 1912.

WOLDSTEDT, P.: Die großen Endmoränenzüge Norddeutschlands. - Z, deutsch. geol. Ges. **77**, 1925. - - Über die Ausdehnung der letzten Vereisung in Norddeutschland. - Sber. preuß. geol. Landesanst. **2**, 1927. - - Über Endmoränen der Saale-(Riß-) Vereisung in Schlesien. Z. deutsch. geol. Ges. **84**, 1932. - - Die Strahlungskurve von Milankovitch und die Zahl der Eis- und Zwischeneiszeiten in Norddeutschland. - Geol. Rundschau **35**, 1947. - - Über die stratigraphische Stellung einiger wichtiger Interglazialbildungen im Randgebiet der nordeuropäischen Vergletscherung. - Z. deutsch. geol. Ges. **99**, 1949. - - Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. - Stuttgart 1950. - - Das Eiszeitalter, Bd. 1. - 2. Aufl. Stuttgart 1954.

WOLFF, W.: Das Diluvium der Gegend von Hamburg. - Jb. preuß. geol. Landesanst. **36**, 1915.

ZOTZ, L.: Altsteinzeitkunde Mitteleuropas. - Stuttgart 1951.

Manusk. eingeg. 15. 3. 1954.

Anschrift des Verf.: Prof. Dr. Paul Woldstedt, Bonn, Argelanderstraße 118.