

**Schriften des
Naturwissenschaftlichen Vereins
für Schleswig-Holstein**

Band XXIX
Heft 2

Im Auftrage des Vereins
herausgegeben von **Ekke W. Guenther**

Kiel 1959
Kommissions-Verlag Lipsius & Tischer

INSTITUT FÜR UR- UND PRÄHISTORIE
AN DER UNIVERSITÄT KIEL

8524/49

XXVIII 325

Hochschuldozent
Dr. Fritz Tidder

Zur Gliederung des Jungpleistozäns im mitteleuropäischen Periglazialgebiet.

Von Ekke W. GUENTHER, Kiel.

Mit 2 Abbildungen.

1. Abgrenzung und Gliederung des Eiszeitalters

Die Begrenzung einer geologischen Formation ist die Frage einer Übereinkunft. Auf dem Geologenkongreß in London 1948 wurde die Untergrenze des Eiszeitalters (Pleistozäns, Diluviums) vor das erste Auftreten nordischer Mollusken (z. B. *Cyprina islandica*, *Buccinum undatum*) im Mittelmeergebiet gelegt. Sie liegt damit unterhalb des Callabriano in Italien, innerhalb oder dicht unterhalb der Villafranchiano-Schichten.

Die Obergrenze des Pleistozäns liegt in dem Zeitraum des endgültigen Rückschmelzens der großen Gletscherzungen aus Norddeutschland. Nur Toteis, das nicht mehr in Zusammenhang mit dem Eisnachschiebung stand, erhielt sich unter Schutt begraben noch längere Zeit. Zwischen Glazialzeit (Eiszeitalter) und Postglazialzeit (Nacheiszeit) hat man eine Übergangsphase, die „Spätglazialzeit“ eingeschoben, in der in Norddeutschland ein noch eisnahes Klima herrschte. Dieses wurde vorübergehend durch zwei wärmere Phasen (Bölling und Alleröd) unterbrochen. Durch den Nachweis von Artefakten in einer Moräne bei Grömitz (BRÜCKNER 1954) konnte wahrscheinlich gemacht werden, daß noch im ersten Abschnitt des Spätglazials, in der ältesten Dryaszeit, die Eiszungen ein letztes Mal den schleswig-holsteinischen Raum erreichten (GUENTHER 1955).

Der Klimaablauf des Eiszeitalters schien noch vor wenigen Jahren in allen Einzelheiten bekannt zu sein. Man glaubte, die einzelnen Eisvorstöße vom Beginn des Pleistozäns an mit absoluten Alterszahlen genau datieren zu können.

Mit dem Ziele der Durchgliederung des Eiszeitalters hatte W. SOERGEL (1924) die Schotterterrassen der Ilm untersucht. Aus der Anzahl der unter kaltem Klima aufgeschütteten Terrassen glaubte er 11 Kaltzeiten, die durch 10 wärmere Phasen voneinander getrennt waren, nachweisen zu können. Da nach anderen geologischen Befunden nicht wahrscheinlich war, daß es sich um lauter selbständige, durch wirkliche Warmzeiten (Interglazialzeiten) voneinander getrennte Vereisungen handelte, fügte SOERGEL seine Gliederung dem PENCK'schen System (PENCK-BRÜCKNER 1909) mit 4 Hauptvereisungen (Günz, Mindel, Riß, Würm) ein. Hierdurch gliederte er diese in jeweils mehrere Eisvorstöße, die durch Eisrückschmelzphasen eines vorübergehend wärmeren Klimas (Interstadialzeiten) getrennt waren. Wie das Beispiel der Göttweiger Verlehmungszone zeigt, ist es nicht immer einfach zu entscheiden, ob ein Bodenhorizont eines wärmeren Zeitabschnittes als Interglazial oder als Interstadial aufzufassen ist.

Im klassischen Untersuchungsgebiet von PENCK konnte EBERL (1928 u. 1930) mit Hilfe von Schotteruntersuchungen eine kalte Phase, die der Günzzeit voran-

ging, aufstellen. Er nannte sie „Donau“-Vereisung. Damit schien man der unteren Grenze des Pleistozäns nahegekommen zu sein.

Die Gliederung von PENCK entstand unter Auswertung von geologischen Untersuchungen im alpinen Vereisungsgebiet. Im norddeutschen Bereich kennt man bisher nur drei Hauptvereisungen, wobei man zumeist Elster = Mindel, Saale = Riß und Weichsel = Würm setzt.

Die Parallelisierung von nord- und süddeutschen Eisvorstößen bereitet noch immer erhebliche Schwierigkeiten. So wird ein Warthestadium — sofern es überhaupt als eigene Vereisung anerkannt wird — in Norddeutschland zumeist als letzter großer Eisvorstoß der Rißzeit angesehen. Dies läßt sich durch folgende Schlußfolgerung wahrscheinlich machen. Im letzten Interglazial (Eem-Interglazial, Riß/Würm-Zwischeneiszeit) hat die Nordsee in Schleswig-Holstein molluskenreiche Ablagerungen hinterlassen. Es ist kein Fall bekannt, daß eemzeitliche Meeressedimente in Moränen der Warthevereisung eingeschuppt sind, vielmehr scheint dieses Meer sich einer bereits vorhandenen Küstengestaltung, an der auch Warthemoränen beteiligt waren, mit einzelnen Meeresbuchten eingepaßt zu haben (DITTMER). In Süddeutschland wird verschiedentlich ein erster großer Kältevorstoß der Würmvereisung, der also jünger ist als das Eem-Interglazial und der durch die wärmere Phase des Göttweiger Interstadials von der Hauptwürmzeit abgetrennt ist, als Warthestadium bezeichnet. Ob dieser Kältevorstoß das skandinavische Eis bis nach Norddeutschland führte und hier Moränen hinterließ, ist noch umstritten. Es besteht nicht die Notwendigkeit, daß sich Kälteperioden im alpinen und skandinavischen Vereisungsgebiet sowie im dazwischen liegenden Periglazialgebiet völlig gleich ausgewirkt haben.

Den Klimaänderungen müssen die Eisschwankungen — vor allem der skandinavischen Vereisung — zum Teil sehr verzögert gefolgt sein.

Die Bewegungen der Gletscherstirn werden durch die miteinander interferierenden Kräfte des Eisnachschiebens und des Abtaus bedingt. Das Ausmaß des Eisnachschiebens wird beeinflusst durch Eisdicke, Weglänge, Temperatur, Beschaffenheit und Morphologie des Gletscherbodens und die zum Teil hiervon abhängige Geschwindigkeit der Eisbewegung.

K. GRIPP, der sich (in einem Vortrage im Sommer 1958) mit ähnlichen Fragen beschäftigte, sprach bei der letzten skandinavischen Vereisung von einer Weglänge von 800—1000 km und einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von ± 2 km je Jahr. Daraus resultiere, daß Klimaänderungen im Nährgebiet sich mit einer Verzögerung von 400—1000 Jahren an der Gletscherstirn bemerkbar machten.

Das Rückschmelzen wird nicht nur durch verringerte Zufuhr aus dem Nährgebiet, sondern auch durch eine Verlagerung der Grenze Nährgebiet/Zehrgebiet gletscheraufwärts und durch eine verstärkte Abschmelzung im gesamten Zehrgebiet beeinflusst. Der Gehalt der Gletscher an Gesteinsschutt beeinträchtigt den Schmelzprozeß.

Daraus erhellt, daß zahlreiche sich zum Teil gegenseitig beeinflussende Einwirkungen, die nicht alle klimabedingt sind, die Bewegungen der Gletscherstirn beeinflussen. Der Schluß von Eisrandlagen auf das gleichzeitige Klima ist also nicht ohne weiteres statthaft.

2. Die Strahlungskurve und die Radiokarbon-(C¹⁴)-Methode

Wenige Monate nach ihrer Veröffentlichung schien die SOERGEL'sche Gliederung eine überraschende Bestätigung zu erfahren. In Belgrad hatte M. MILANKOVIĆ aus periodischen Änderungen bestimmter Erdbahnelemente (Ekliptik-schiefe, Exzentrizität, Perihel-Aphel) eine Kurve der Sonneneinstrahlungsenergie für die letzten 650000 Jahre zurückberechnet. Diese ließ in ihrer Auswertung (KÖPPEN, 1930) einen Klimaablauf erkennen, der mit den SOERGEL'schen Ergebnissen weitgehend übereinstimmte.

Eine Berichtigung der Ausgangsgrundlagen der MILANKOVIĆ-Kurve und ihrer klimatologischen Ausdeutung gaben BACSÁK und KRIVÁN (1939, 1945). Besonders beachtet und neu untersucht wurde die Einstrahlungsvariation zwischen den geographischen Wendekreisen. Wichtig schien eine konsequente Unterscheidung der alpinen und skandinavischen Vereisung. Der jüngste Abschnitt der Vereisungskurve nach BACSÁK für 55° nördl. Breite wird auf Abb. 1 dargestellt.

Die Abänderung der von WOERKOM (in SCHWARZBACH 1954) verbesserten Kurve sind für den hier behandelten Zeitabschnitt zu geringfügig, um besonders berücksichtigt zu werden.

Die auf den Untersuchungen von MILANKOVIĆ und von SOERGEL basierende Vollgliederung des Eiszeitalters ist seit einiger Zeit einer starken Kritik ausgesetzt. Diese betrifft vor allem drei Punkte:

1. Es scheinen sehr viel mehr Einflüsse auf die Klimaschwankungen einzuwirken, als MILANKOVIĆ in seine Berechnungen einbezog. Dabei ist keineswegs sicher, ob die von MILANKOVIĆ berechneten Faktoren einen entscheidenden oder auch den bei der Auswertung der Kurve angenommenen Einfluß ausüben.
2. Detailuntersuchungen einzelner Profile lassen zum Teil keine überzeugende Übereinstimmung mit der Vollgliederung erkennen.
3. Es zeigt sich keine Übereinstimmung zwischen der absoluten Altersdatierung der MILANKOVIĆ-Kurve und einer Klimakurve, deren Zeiten mit Hilfe von C¹⁴-Untersuchungen gewonnen wurde.

Der letzte, in besonderem Maße entscheidende Einwand soll zunächst überprüft werden. Abb. 1 zeigt links die Vereisungskurve nach BACSÁK und KRIVÁN mit der Altersdatierung nach der Sonneneinstrahlungstheorie. Die Gliederung weicht in Einzelheiten von den Kurven von MILANKOVIĆ, SOERGEL und WUNDT ab, das grundsätzliche Alter der einzelnen Kältevorstöße ist gleich.

Eine Temperaturkurve, die mit Hilfe der Radiokarbonmethode datiert ist, findet sich rechts daneben. Sie läßt etwa die halben Zeitwerte der Strahlungskurve erkennen. Eine Parallelisierung der auf verschiedenen Voraussetzungen beruhenden Kurven ist nicht möglich. Ist die Zeitberechnung mit Hilfe der Radiokarbonmethode richtig, muß jede auf die Strahlungskurve zurückzuführende Altersangabe innerhalb des Pleistozäns, wie sie im Schrifttum bisher fast ausschließlich zur Anwendung kam, falsch sein.

Mit geologischen Methoden ist nicht zu klären, welche der beiden Berechnungsmethoden richtige Werte liefert.

3. Geologische Untersuchungsmethoden

Geologisch-stratigraphische und paläontologische Untersuchungen erlauben lediglich Schlüsse auf die Aufeinanderfolge des Geschehens, auf das relative und

nicht auf das absolute Alter einzelner Ereignisse. Wichtig geworden sind vor allem Arbeiten aus den Periglazialgebieten, das ist der Raum, der während Kaltzeiten nicht vom Eise überfahren war, sich jedoch durch ein arktisches bis subarktisches Klima auszeichnete. Die paläontologische und stratigraphische Untersuchung von Schotterablagerungen, Höhlensedimenten und Lössen ermöglichte eine zunehmend eingehendere Deutung der klimatischen Vorgänge, vor allem während des letzten Abschnittes des Pleistozäns. Lössen und Höhlensedimente, die älter als das Eem-Interglazial sind, finden sich selten.

Schottermaterial wurde in Bach und Flußtäälern vorwiegend in kalten Zeiten abgelagert. Bei fehlender oder mangelhafter Vegetation bereitete die physikalische Verwitterung reichlich Gestein auf. Über dem gefrorenen Untergrund (Dauerfrostboden) taute im Sommer eine obere Gesteinsschicht und geriet, auch an sehr flachen Hängen, in Abwärtsbewegung. Vor allem in der Zeit der Schnee- und Eisschmelze wurde der Schutt unter fortschreitender Abrundung und Verkleinerung durch die Wasserläufe in die Täler transportiert. Hier kamen mächtige Schotterdecken zur Ablagerung.

In den Zeitabschnitten eines wärmeren Klimas dagegen stand weit weniger grober Schutt zum Abtransport zur Verfügung, da einmal die chemische Verwitterung vorherrschte und zudem der Boden durch eine geschlossene Vegetationsdecke vor Abtransport geschützt war. I. SCHAEFER (1951) unterscheidet eine frühglaziale Zeit der Erosion, eine hoch und spätglaziale Zeit der Accumulation und Seitenerosion und eine interglaziale Zeit einer geringen Seiten- und Tiefenerosion.

In Höhlen, die sich vorwiegend in Kalkfelsen finden, wurden die Temperaturgegensätze des freien Geländes abgepuffert. In verschiedenen Teilen einer Höhle kamen auch verschiedenartige Sedimente zur Ablagerung. Gesteinsschutt bildete sich bei Lösung durch Wasser in den Gesteinsschichten der Wände und Decken. Die Bruchstücke sind zumeist gerundet und zeigen Lösungsspuren. Zackiger Gesteinsschutt entstand vorwiegend unter Einwirkung von Spaltenfrost und weist auf ein kaltes Entstehungsklima. Kalksinterbildung ist abhängig von Temperatur, Wassermenge und Belüftung. Lehmiges Material wurde eingeschleppt, eingeweicht oder durch Tiere und Menschen eingeschleppt. Häufig finden sich Resttone, die bei der chemischen Lösung der Kalke übrig blieben. Umlagerungsvorgänge treten in Höhlen zurück.

Lößprofile zeigen oft einen mehrfachen Wechsel von Lössen und alten Bodenbildungen. Anwehung von Lößstaub findet in vegetationsarmen, also vorwiegend kalten Zeitphasen statt. Kaum ein Sediment ist gegen Umlagerungsvorgänge, z. B. durch Solifluktion, als Schlammstrom oder durch Wassertransport (z. B. Niederschlag) ähnlich empfindlich wie Löß. Die feinstratigraphische Untersuchung hat daher zunächst die Aufgabe, umgelagerte und in ihrer äolischen Ablagerungsform erhaltene Lössen zu trennen. Bodenbildungen sind Zeugen eines wärmeren Klimaabschnittes.

4. Das Lößprofil von Riegel

In der Umgebung von Riegel, am NO-Ende des Kaiserstuhls finden sich vielgliedrige Lößprofile. In einer Lößdecke von mehr als 25 m Mächtigkeit, das Gebiet war zur Zeit der Lößanblasung die Leeseite des Kaiserstuhls (HERION 1921,) sind mehr als sechs übereinander liegende, voralluviale Böden eingeschlossen.

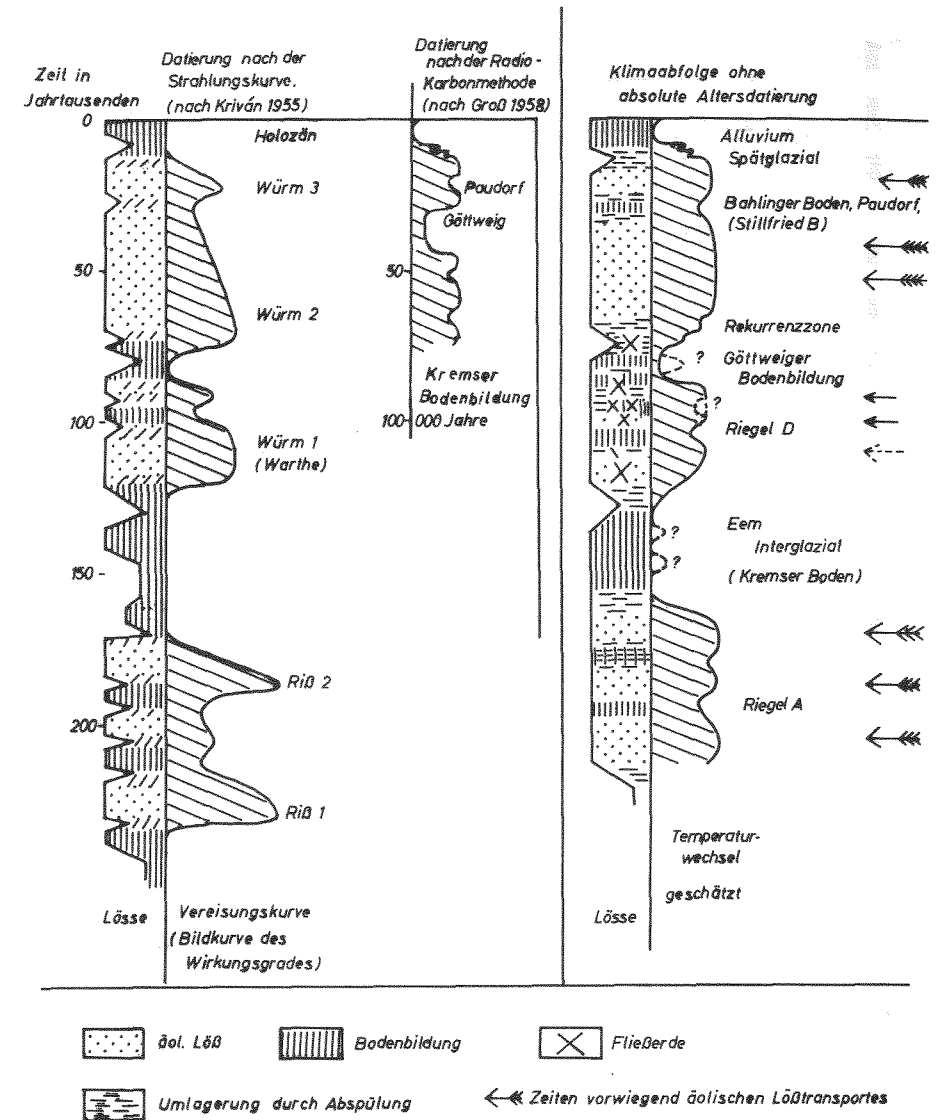


Abb. 1. Altersdatierung des obersten Pleistozäns nach der Strahlungskurve, nach der Radio-karbonmethode und eine mit Hilfe von Lößuntersuchungen durchgeführte Gliederung.

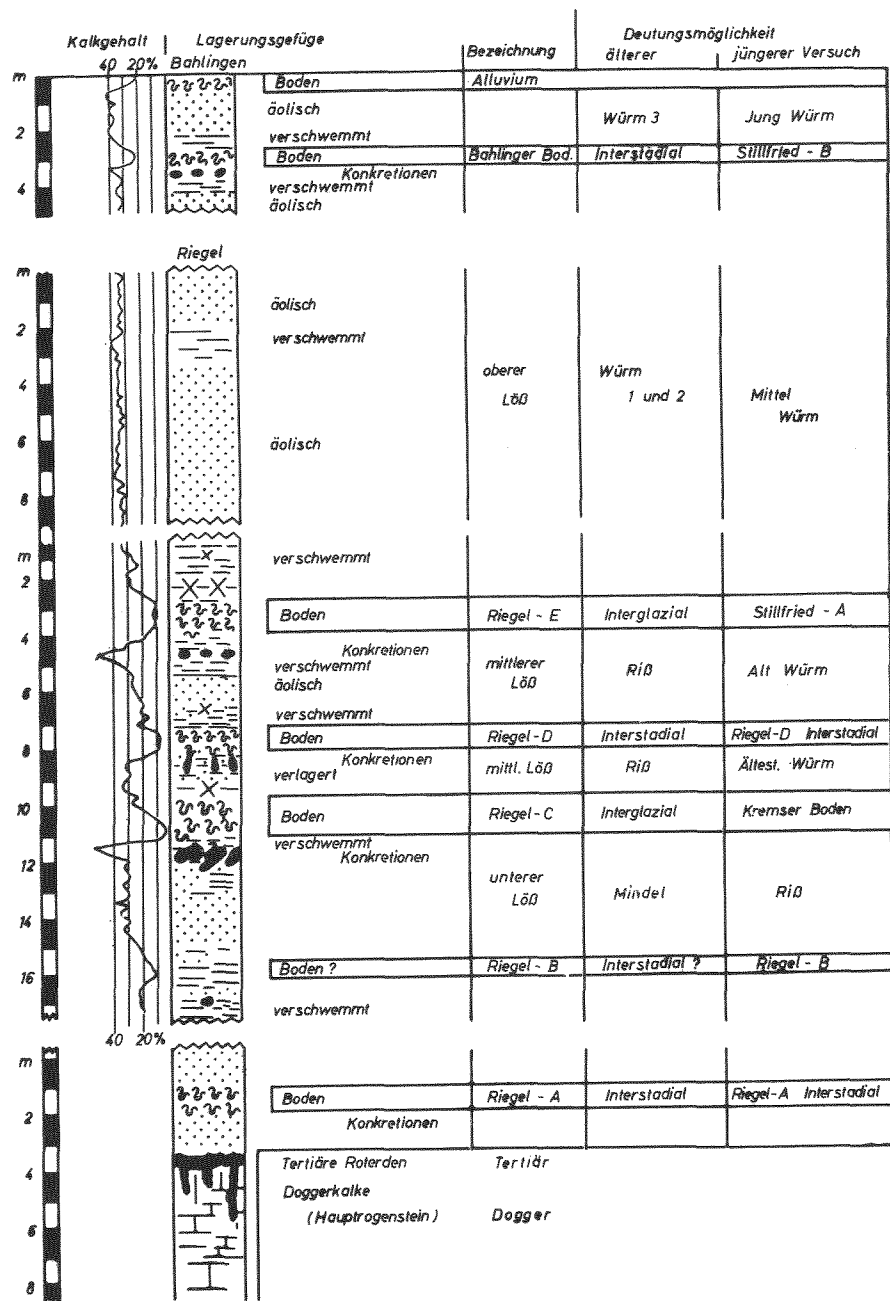


Abb. 2. Das Lößprofil des nordwestlichen Kaiserstuhls und Möglichkeiten der Deutung.

Vergleiche mit anderen Gebieten, z. B. Ebersbrunn bei Krems (Wiener Becken), vielleicht dem Donauufer bei Belgrad und Vorkommen aus der Tschechoslowakei, deuten an, daß Riegel keine Sonderentwicklung zeigt.

Die linke Seite von Abb. 2 enthält die aus mehreren Teilprofilen des Riegeler Gebietes zusammengesetzte Kalkgehaltskurve und ein Profil der Lagerungsverhältnisse. Der oberste Teil des Profils zeigt einen Lößabschnitt bei Bahlingen etwa 2 km südlich des Riegeler Berges. Der unterste Teil, dessen Kalkkurve noch fehlt, enthält einen von Dr. SCHREINER am Riegeler Berg zuerst aufgezeigten Boden.

Die Kalkkurve zeigt deutlich die entkalkten Bodenhorizonte und eine jeweils darunter liegende Kalkanreicherungszone, was darauf hindeutet, daß die Böden an Ort und Stelle entstanden sind. Das „Textur“-Profil unterscheidet zwischen verschwemmten, geflossenen, in der äolischen Ablagerungsform erhaltenen Lössen und Bodenhorizonten. Lößkonkretionen (Lößkindel) sind eingezeichnet. Fast alle Böden sind von Lößkindeln unterlagert und an Ort und Stelle entstanden. Unter „Deutungsmöglichkeiten“ sind ein älterer und ein jüngerer Deutungsversuch angegeben. Der ältere Versuch bemüht sich um eine Einordnung entsprechend der Intensität der Bodenbildungen (GUENTHER 1953). Zwei Böden, die im badischen Oberlande mehrfach aufgeschlossen sind (Abb. 2. Riegel C und E) zeichnen sich durch eine besondere Mächtigkeit und Entkalkung aus. Ein Vergleich mit der alluvialen Bodenbildung und mit einem Profil von Ebersbrunn im Wiener Becken zeigt folgende Werte:

	Mächtigkeit der Verlehmungszone		Geringster Kalkgehalt	
	Bad. Oberland	Ebersbrunn	Bad. Oberland	Ebersbrunn
Alluvium	± 1,00 m	± 1,00 m	± 5%	± 2%
Riegel E	± 1,50 m	± 1,00 m	± 10%	0
Riegel C	2,50—3,00 m	± 1,00 m	± 2%	0

Es lag nahe, die beiden Bodenbildungen Riegel C und E wirklichen Interglazialzeiten zuzuordnen, wodurch die ältesten Schichten des Profils zwangsläufig in die Mindelzeit zu stellen wären.

Die Deutung, die PIFFL (1955) bei der Beschreibung der Lößfolge von Ebersbrunn im Wiener Becken für möglich hielt, entspricht dieser Einordnung.

Vergleiche mit österreichischen und tschechoslowakischen Profilen, in denen sich menschliche Kulturreste und Fossilien fanden (BRANDTNER 1954, SCHWABEDISSEN 1956, PROŽEK-LOŽEK 1957 und GROSS 1957) ermöglichen jedoch eine andere Zuordnung. (Abb. 2 Deutungsmöglichkeit jüngerer Versuch).

5. Zur Gliederung des Jungpleistozäns im mitteleuropäischen Periglazialgebiet

Unter Zuhilfenahme der Ergebnisse zahlreicher Untersuchungen von verschiedenen Autoren hat GROSS (1957, 1958) eine Übersicht über die geologische Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den angrenzenden

Gebieten gegeben. Vorausgesetzt, daß die Ergebnisse in den Grundzügen den wirklichen Verhältnissen entsprechen, gibt die jüngere Deutung des Riegeler Profils, ergänzt durch bisher nicht veröffentlichte, feinstratigraphische Untersuchungen aus Deutschland und Österreich die Möglichkeit, die Kenntnis des Klimaablaufs des Jungpleistozäns zu erweitern.

Die rechte Seite von Abb. 1 zeigt eine Temperaturkurve, wobei die Werte nach den klimagesteuerten Entstehungsbedingungen der einzelnen Schichten geschätzt sind. Die Längen der Kurvenabschnitte sind nach den durchschnittlichen Mächtigkeiten von Lößschichten verschiedener Profile angegeben. Hierbei sind, da die Ablagerung von Lößschichten völlig unregelmäßig von statten ging, Fehldeutungen möglich. Der Kurvenausschlag der wärmeren Zeitabschnitte ist nach der Intensität der Bodenbildung geschätzt.

Links schließt an die Temperaturkurve ein Durchschnittslößprofil an. Angegeben sind Bodenbildungen, Fließerden, flächenhaft abgespülte, feinstgeschichtete und in der äolischen Ablagerungsform erhaltene Lössе. Die Einkerbungen weisen auf Zeiten verstärkter Abtragung, die Pfeile an der rechten Seite der Temperaturkurve auf vorherrschend windtransportierende Zeiten hin. Die Anzahl der Fiedern an den Pfeilen kennzeichnet die Bedeutung des Windtransportes für den betreffenden Schichtabschnitt. Alle diese Beobachtungen erlauben Schlüsse auf den Klimacharakter einer Schicht.

Das Profil läßt folgenden Ablauf erkennen: Der Abschnitt unterhalb der Kremser Bodenbildung zeigt vorwiegend verwehten und wenig sekundär umgelagerten Löß. In ihm eingeschlossen ist Riegel A, eine nicht sehr intensive Bodenbildung. Riegel B, das ebenfalls innerhalb dieses Schichtabschnittes liegt, besteht aus einem nur wenig entkalkten, schwach braungefärbten, feinstgeschichteten Horizont, vielleicht einer schwachen Bodenbildung, vielleicht auch einem umgelagerten älteren Boden.

Die Kremser Bodenbildung (Riegel E) zeichnet sich durch eine besonders tiefgründige Entkalkung aus. Fauna und Flora dieser Zeit sind von verschiedenen Fundpunkten bekannt. Das Klima war zeitweise wärmer als heute. Das Profil von Ehringsdorf zeigt Unterbrechungen im Absatz des Travertins (Pariser, Pseudopariser), woraus auf ein vorübergehend anderes Klima geschlossen wurde (GUENTHER 1958).

Über dem Kremser Boden findet sich mitunter ein Umlagerungshorizont. (Flächenhafte Abspülung und Fließerden.)

Der Abschnitt zwischen Kremser und Göttweiger Bodenbildung zeichnet sich immer wieder durch verlagerte Horizonte aus. Die Sedimente lassen Schlüsse auf eine nicht zu kalte, aber sehr niederschlagsreiche Zeit zu, in der es nur selten zur Verwehung von Lößstaub aber zu starken Verschwemmungen und Kryoturbationen kam. Ein nicht sehr kräftiger Bodenhorizont (Riegel D) ermöglicht eine Gliederung in zwei Abschnitte, ein unterstes und ein unteres Würm.

Eine schwach verlehnte Lage innerhalb von Würm 1 beschreiben PROŠEK und LOŽEK (1957) aus der Tschechoslowakei und auch BRANDTNER machte in Österreich entsprechende Beobachtungen. Der Riegel-D-Bodenhorizont ist wegen der beträchtlichen Umlagerungsvorgänge der Zeitphase nur in seltenen Fällen erhalten.

Die Zeit der Entstehung der Göttweiger Bodenbildung zeichnete sich durch ein lang andauerndes, gemäßigttes Klima aus, das in einigen Gebieten einer wirk-

lichen Warmzeit (Interglazialzeit) wohl recht nahe kam. Dies führt zu fortlaufenden Verwechslungen mit dem letzten Interglazial, der Eemzeit.

Verschiedene Lößprofile zeigen im Bereich der Göttweiger Bodenbildung zwei Böden, die durch einen verlagerten Lößhorizont getrennt sind. Ähnliche Beobachtungen machten PROŠEK-LOŽEK und BRANDTNER. Vielleicht spricht dies für eine vorübergehende Unterbrechung der bodenbildenden Zeit.

Die der Göttweiger Bodenbildung folgende Zeit beginnt mit einem Umlagerungshorizont, der Rekurrenzzone STEINMANN'S (1893). Neben Fließerden sind durch flächenhafte Abspülungen umgelagerte Schichten zu beobachten. Anschließend beginnt eine Zeit mit einer in bestimmten Gebieten beträchtlichen Lößverblasung. Möglicherweise handelt es sich um einen nur kürzeren Zeitraum, der jedoch stellenweise erhebliche Sedimentdecken entstehen ließ. Die Länge des Kurvenabschnittes oberhalb der Göttweiger Zone ist zu Schlüssen auf den Zeitraum der Entstehung der Schicht wenig geeignet. Ein trockenes, kaltes Klima ist wahrscheinlich.

Im oberen Abschnitt dieses jüngeren Lösses liegt eine schwache Bodenbildung, die in der Umgebung des Ortes Bahlingen am Kaiserstuhl etwa 2 m unter der Oberfläche mehrfach gut aufgeschlossen ist. Sie entspricht vielleicht der Paudorfer Bodenbildung, dem Stillfried-B-Horizont.

6. Die Strahlungskurve und die mit Hilfe geologischer Untersuchungen gefundenen Temperaturkurven.

Die mit Hilfe geologischer Untersuchungen gefundene Kurve des Temperaturwechsels im jüngeren Pleistozän zeigt in der Aufeinanderfolge warmer und kalter Phasen, eine deutliche Gliederung. Die Längen der einzelnen Abschnitte entsprechen jedoch sicher nicht in allen Fällen den Zeitlängen. Es ist zu berücksichtigen, daß Sedimentablagerung immer nur zeitweise stattfand. Erhebliche Schichtlücken, die in den Lößprofilen meist nicht zu erkennen sind, unterdrücken das klimatische Geschehen während der Zwischenzeiten. Während an einer Stelle innerhalb kurzer Zeiträume mächtige Sedimentdecken entstanden, wurde vielleicht an anderer Stelle Material abtransportiert. Örtliche Verschiedenheit ist gerade bei Lößuntersuchungen zu berücksichtigen. So kann eine einigermaßen gesicherte Klimakurve nur nach Ausdeutung zahlreicher genau analysierter Profile aus einem größeren Gebiet gewonnen werden.

Die Strahlungskurve nach MILANKOVIĆ, die Eisbilanzkurve von WUNDT und die Vereisungskurve von SOERGEL zeigen untereinander einen ähnlichen Klima-ablauf. In den Grundzügen findet sich auch einige Ähnlichkeit mit der durch Lößuntersuchungen gewonnenen Temperaturkurve. Den besten Vergleich ermöglicht jedoch die Auswertung der MILANKOVIĆ'schen Berechnung durch BACSÁK und KRIVÁN.

Für den letzten Abschnitt des Pleistozäns wäre allein nach diesen Vergleichen der Einwand, daß „Detailuntersuchungen keine überzeugende Übereinstimmung mit der Vollgliederung aufweisen würden“, nicht stichhaltig. Solange jedoch die Bestimmung des absoluten Alters mit Hilfe der Radio-Karbon-Methode völlig abweichende Datierungen ergibt, muß vermutet werden, daß die Ähnlichkeit der beiden Kurven auf reinem Zufall beruht.

Schriften

- BACSAK, G. v.: Die Chronologie der diluvialen Klimaschwankungen. — Manuskript, vervielfältigt, S. 1—32. — Budapest 1939.
- BRANDTNER, FR.: Jungpleistozäner Löß und fossile Böden in Niederösterreich. — Eiszeitalter u. Gegenwart 4/5, S. 49—82, 1954.
- BRÜCKNER, G. H.: Artefakte der jüngeren Hamburger Stufe in einer Grundmoräne bei Ostseebad Grömitz. — Meyniana, 2, S. 191—192, 1954.
- EBERL, B.: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorland. — Augsburg 1930.
- GROSS, H.: Die geologische Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den angrenzenden Gebieten. — Quartär 9, S. 3—39, 1957.
- GROSS, H.: Die bisherigen Ergebnisse von C¹⁴-Messungen und paläontologischen Untersuchungen für die Gliederung und Chronologie des Jungpleistozäns in Mitteleuropa und den Nachbargebieten. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 9, S. 155—187, 1958.
- GUENTHER, E. W.: Feinstratigraphische Untersuchung eines Lößprofils von Riegel am Kaiserstuhl. — N. Jb. Geol. Pal. Mh. S. 369—385, 1953.
- GUENTHER, E. W.: Diluviale Großsäuger aus Schleswig-Holstein und ihre zeitliche Einordnung. — Schrift. Naturw. Verein. Schleswig-Holstein. 27, S. 99—112, 1955.
- GUENTHER, E. W.: Feinstratigraphische Untersuchung einer Zwischenschicht und der Deckschichten der Travertine von Ehringsdorf. — Alt-Thüringen, Weimar 1958.
- HERION, H.: Die Lößlandschaft am Kaiserstuhl. Ungedr. Inaug. Diss. Freiburg 1921.
- KÖPPEN, W. u. WEGENER, A.: Die Klimate der geologischen Vorzeit. — Berlin 1924.
- KRIVÁN, P.: Die klimatische Gliederung des Mitteleuropäischen Pleistozäns. — Acta Geologica, Budapest 3, S. 257—382, 1955.
- PENCK, A. und BRÜCKNER, E.: Die Alpen im Eiszeitalter, — 1909.
- PIFFL, L.: Die Exkursion von Krems bis Absberg. — Beitr. zur Pleistozänforschung in Österreich, Wien, 1955.
- PROŠEK, FR. und LOŽEK, V.: Stratigraphische Übersicht des tschechoslowakischen Quartärs. — Eiszeitalter u. Gegenwart, 8, S. 37—90, 1957.
- SCHAEFER, J.: Über methodische Fragen der Eiszeitforschung im Alpenvorlande. — Zt. Deutsche geol. Ges., S. 287—310, 1951.
- SCHWABEDISEN, H.: Fällt das Aurignacien ins Interstadial oder ins Interglazial. — Germania 34, S. 12—41, 1956.
- SCHWARZBACH, M.: Das Klima der Vorzeit. — Stuttgart 1950.
- SCHWARZBACH, M.: Eine Neuberechnung von Milankovic's Strahlungskurve. — N. Jb. Geol. Pal. Monh. S. 257—260, 1954.
- SOERGEL, W.: Das Eiszeitalter. — Jena 1938.
- SOERGEL, W.: Die diluvialen Terrassen der Ilm und ihre Bedeutung für die Gliederung des Eiszeitalters. — Jena, 1924.
- STEINMANN, G.: Über die Gliederung des Pleistozäns im badischen Oberlande. — Mitt. Bad. geol. L. A. 2, 21, S. 745—791, 1893.
- WUNDT, W.: Die Eisbilanzkurve und die Gliederung der Eiszeit. — Quartär 5, S. 1—5, 1951