

## Zum Problem der Zahl der quartären Klimaschwankungen

von Uojen Ložek, Prag

mit Tafeln I–II

### Einleitung

Die meisten quartärstratigraphischen Systeme werden auf den Klimawandel gestützt. Demgemäß stellt die Gesamtzahl der Klimaschwankungen sowie deren Korrelation mit der Faunen- und Florenentwicklung eines der Grundprobleme dar, die der Quartärgeologe zu lösen hat. Eine richtige Würdigung und Erfassung der einzelnen Klimaphasen ist daher von außerordentlicher Bedeutung und wird in den meisten quartärgeologischen Schriften behandelt. Beste Möglichkeiten bieten in dieser Hinsicht folgende Bildungen bzw. Phänomene:

1. Vereisungen und ihre Produkte.
2. Schwankungen des Meeresspiegels.
3. Klimagebundene Sediment- und Bodenabfolgen.

Aus der Geschichte ist bekannt, daß die Ansichten über die Zahl und Bedeutung der Klimaschwankungen beträchtliche Veränderungen erfuhren und daß auch heute die Verhältnisse bei weitem noch nicht klar sind. Vom einstigen Monoglazialismus gelangt man über den Bi- und Quadriglazialismus zur Vorstellung einer höheren Zahl von Vereisungen, d. h. zum Polyglazialismus, der in der ursprünglichen Auffassung von W. Soergel, F. Zeuner und B. Eberl eigentlich eine weiter entfaltete Variante des Penck & Brücknerschen Quadriglazialismus darstellte, in der die einzelnen Glaziale einen Rang von höheren Rahmeneinheiten erhielten, die in niedere Einheiten (Stadiale) unterteilt wurden. So kam eine Kompromißlösung zustande, die gewissermaßen die Unterschiede zwischen verschiedenen Kategorien von Klimaschwankungen, vor allem zwischen den Interglazialen und Interstadialen verwischte.

Im gegenwärtigen Schrifttum sind einerseits skeptisch aufgefaßte Systeme von 6–7 Kaltzeiten (Woldstedt 1969, Flint 1971, Moskvitin 1965), andererseits polyglazialistische Vorstellungen zu finden, die mit einer höheren Zahl von Klimaschwankungen ersten Ranges rechnen, mag es sich nur um bestimmte Abschnitte des Quartärs (Cepek 1968) oder um das gesamte Quartärsystem handeln (Kukla 1970).

Die Einzelschwankungen sind allerdings oft unzureichend belegt<sup>1</sup>, so daß ein kritisch arbeitender Forscher lieber ein System von zwar geringerer Zahl, jedoch sicher belegter Schwankungen bevorzugt (Frenzel 1967). Andererseits soll jedoch in Betracht gezogen werden, daß die Mehrzahl solcher Systeme auf Vereisungsgebiete gestützt wird, die keine idealen Bedingungen für eine genaue Erfassung sämtlicher Schwankungen bieten, während in manchen Sedimentserien der nichtvereisten Gebiete sicher mehrere Schwankungen zu unterscheiden sind. Es sei betont, daß diese Unterscheidung auf Methoden zurückgeht, die ebenso verlässlich sind wie die Beobachtungen an glaziären Serien, so daß früher oder später auf eine kritische Umwertung der Vereisungsstratigraphie eingegangen werden muß, wie es bereits A. Cepek (1968) begonnen hat. Das setzt allerdings voraus, daß entsprechende Befunde in hinreichender Zahl vorliegen und veröffentlicht werden.

<sup>1</sup> Vgl. z. B. die umstrittene Stellung des Mologo-Söksna- und Odincovo-Interglazials im Bereiche der russischen Tafel oder die Diskussionen über die Wärmezeit zwischen der Saale- und Warthe-Vereisung.

Deshalb möchte mein Beitrag eine kritische Stellung zu den bisherigen Systemen auf Grund von Beobachtungen an verschiedenen klimagebundenen Serien, vor allem an den Lößabfolgen, einnehmen und die Mindestzahl von Klimaschwankungen ersten Ranges zeigen, die wirklich belegbar sind, so daß mit ihnen ernsthaft zu rechnen ist.

### Die Grundbegriffe

Sollen verlässliche Ergebnisse erzielt werden, so sind zunächst die Klimaschwankungen ihrer Ordnung nach zu definieren. Von höchster Bedeutung sind dabei die warmen Schwankungen I. Ranges, die Inter-glaziale, denen in der allgemeinen Quartärchronologie die Hauptrolle zukommt und die von den untergeordneten Wärmeschwankungen, den Interstadialen, möglichst genau zu unterscheiden sind. Diese stellen im wesentlichen nur eine rahmenmäßige Bezeichnung dar, die nicht nur wirkliche wärmere Teilschwankungen, sondern oft auch diejenigen Abschnitte von Schwankungen I. Ordnung umfaßt, die paläontologisch nicht einwandfrei charakterisiert werden können. Demgemäß werden in die Gruppe der Interstadiale meist alle wärmeren Schwankungen gestellt, die man nicht näher präzisieren kann.

Eine Definition von Klimaschwankungen muß in Erwägung ziehen, daß es sich um Verschiebungen der Klimazonen in nord-südlicher Richtung handelt und daß diese durch weitere Faktoren, vor allem durch die Gesamtform und Morphologie der Kontinente beeinflusst werden. Es ist zu beachten, daß sich eine und dieselbe Warmzeit in verschiedenen Klimazonen recht unterschiedlich äußern kann, d. h. etwa entsprechend den gegenwärtigen Verhältnissen am betreffenden Fundort. Heute ist z. B. Mitteleuropa größtenteils durch die Vorherrschaft von Laubmischwäldern gekennzeichnet, während der Norden gleichzeitig eine Nadelholztaiga und der Südosten ausgedehnte Steppenflächen aufweist; ähnlich lagen die Dinge auch in den pleistozänen Warmzeiten (Frenzel 1968).

Daraus ergibt sich, daß die Definition relativ sein muß, was dadurch erzielt wird, daß sie auf einen Vergleich mit den gegenwärtigen Verhältnissen an Ort und Stelle zurückgeführt wird. Eine echte Warmzeit (= warme Phase I. Ranges) kann demgemäß als derjenige Zeitabschnitt definiert werden, dessen Gipfelphase durch eine Flora und Fauna gekennzeichnet ist, die in ihren Klimaansprüchen und ihrem Artenreichtum den gegenwärtigen Lebensgemeinschaften entsprechen bzw. diese übertreffen, und dessen Böden, verglichen mit den gegenwärtigen, eine gleiche bzw. höhere Entwicklungsintensität aufweisen. Paläontologische Kriterien werden hier absichtlich hervorgehoben, da sie bisher noch immer verlässlicher bleiben als verschiedene Befunde aus der anorganischen Natur (Ložek 1966). Eine Zwischenstellung nehmen die Bodenbildungen ein, die durch Organismen stark beeinflusst sind. Ihre Auswertung muß allerdings sehr kritisch durchgeführt werden, vor allem in Anbetracht dessen, daß verlässliche Ergebnisse nur dort zu erwarten sind, wo typologisch präzise bestimmte Böden aus demselben Ausgangsmaterial in derselben Klimazone miteinander verglichen werden. Diese Voraussetzung ist am besten im Falle der Bodenbildungen aus echtem Fluglöß in trockenwarmen Gebieten Mitteleuropas erfüllt (Kubišna 1956).

Beim erwähnten Verfahren sind einige Tatsachen zu berücksichtigen, welche die Aussagekraft der paläontologischen Kriterien wesentlich beschränken können. Während in Gebieten, in denen die Warmzeiten durch warmfeuchte Wälder und die Kaltzeiten durch rauhe kontinentale Steppen vertreten sind, der Unterschied zwischen der Warm- und Kaltzeit sehr scharf ist und auf den ersten Blick in Erscheinung tritt, wird dieser Gegensatz in dauerhaft steppenartigen Gebieten weniger deutlich bzw. mehr oder weniger verwischt. Das geht auf die Ansprüche vieler Steppenbewohner zurück, die eine ausgeprägte Eurythermie aufweisen und daher meist imstande sind, die Kaltzeiten in demselben Raum zu überleben, in dem sie noch heute auftreten<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Z. B. auf den gegenwärtigen Steppen im SO des europäischen Teiles der UdSSR lebt eine ganze Reihe Arten, die in Mitteleuropa die Kaltzeiten kennzeichnen – das Steppemurmeltier, die Saiga-Antilope, verschiedene Wühl-

Geeignete Bedingungen für den oben erörterten Zweck bieten nur einige Sedimentarten. Beste Möglichkeiten sind dort zu finden, wo in zyklisch aufgebauten Sediment- und Bodenserien Horizonte einer größeren Zahl von Klimaschwankungen I. Ranges in direkter Superposition verfolgbare sind (Taf. II; 2). Im Bereiche der subaerischen Bildungen weisen derartige Bedingungen zweifellos vor allem die Lößserien auf (Kukla 1970).

### Die bisherigen Vorstellungen

Im gegenwärtigen Quartärschrifttum kommt die Hauptrolle denjenigen Systemen zu, die sich auf die Zahl der Vereisungen stützen, welche durch echte Warmzeiten voneinander getrennt sind. Diese bilden somit Leithorizonte erster Klasse (Van der Vlerk 1955, Frenzel 1967). Das bekannteste und oft weltweit angewendete System der nordeuropäischen und alpinen Vereisungen, rechnet mit drei bis vier ausgeprägten Glazialen, denen in der ältesten Zeit zwei bis drei Kaltzeiten vorangehen (Woldstedt 1969). Diese Vorstellung stellt praktisch eine moderne Auffassung des klassischen Penck & Brücknerschen Systems dar, das um den ältesten Abschnitt ergänzt wurde. Es überlebt auch noch heute die Ansicht, daß im jüngeren Abschnitt die Glaziale zwei Paare bilden, die voneinander durch das sog. Große Interglazial (M/R) getrennt sind, das von Penck und Brückner (1909) vor allem auf Grund geomorphologischer Befunde aufgestellt wurde, paläontologisch jedoch kaum zu belegen ist. Ähnlich ist auch das System, das von der Vereisung Nordamerikas ausgeht.

Hingegen unterscheiden die klassischen polyglazialistischen Systeme eine höhere Zahl von Warm- und Kaltzeiten. W. Soergel (1924) geht von der Voraussetzung aus, daß in der Periglazialzone jeder Kaltzeit eine morphologisch ausgeprägte Flußterrasse entspricht. Dies führt zu einem System, das eine weit höhere Zahl von Klimaschwankungen unterscheidet als die auf die Vereisungen sich stützenden Systeme. Soergel (1939) und andere Polyglazialisten, z. B. Zeuner (1959) oder Eberl (1930), lösen diese Unstimmigkeit durch die Einführung von Kalt- und Warmzeiten II. Ranges, die als Stadiale und Interstadiale bezeichnet werden. Bei einigen Interstadialen wird allerdings mit einer Intensität gerechnet, die praktisch einem Interglazial entspricht (z. B. „Würm 1/2“), wodurch ein Begriffschaos zustandekommt. Auch heute sind wir Zeugen von ähnlichen Diskussionen, z. B. über die Warmzeit zwischen der Saale s. str. (Drenthe-) und Warthe-Vereisung. Einige Autoren sind der Meinung, daß in diesem Abschnitt eine echte Warmzeit vorhanden war (Picard 1960), während andere nur über ein Interstadial sprechen, wobei sie unter Druck verschiedener Befunde zulassen, daß in diesem Falle ein „großes Interstadial“ vorliegt (Kopp & Woldstedt 1965).

Derartige Unklarheiten gehen vor allem darauf zurück, daß im Gebiet, aus dem ein solcher Horizont beschrieben wurde, hinreichende paläontologische bzw. andere Belege fehlen, welche die Beschaffenheit der neu aufgestellten Klimaschwankungen eindeutig charakterisieren könnten. Man muß stets verschiedene ungünstige Umstände in Betracht ziehen, auf die man in bestimmten Gebieten oder Systemen stoßen kann. Z. B. das Terrassensystem, auf das Soergel seine Überlegungen gestützt hat, kann über die klimatische Intensität der betreffenden Warmzeiten kaum etwas aussagen, abgesehen davon, daß andere Autoren die betreffenden Schotterstufen auf andere Weise interpretieren können.

In Anbetracht dieser Sachlage sind solche Sediment- und Bodenfolgen zu suchen, die möglichst vollständige und Zieselarten usw. (vgl. Životnyj mir SSSR, III – Zona stepej. Moskva-Leningrad 1950). – Entsprechende Beispiele sind allerdings auch unter den mitteleuropäischen Xerothermen zu finden. Hier sei *Pupilla sterri* (Vth) erwähnt, die meist sonnige südschauende Kalkfelsen bewohnt und auf den ersten Blick als recht wärmebedürftig erscheinen kann. Fossile Befunde zeigen jedoch klar, daß gerade diese Art in den Kaltzeiten ihren Höhepunkt erreichte und daß die heutigen Vorkommen meist von Reliktcharakter sind. Im Sinne der „klassischen“ Vorstellungen könnte somit *Pupilla sterri* (Vth) als „Glazialrelikt“ bezeichnet werden, was allerdings etwas absurd klingt, falls ihre gegenwärtige Ökologie in Betracht gezogen wird.

dig und eindeutig den quartären Klimagang widerspiegeln, hinreichend fossilreich sind und wenigstens einige Zyklen in Superposition stratigraphisch zu verfolgen erlauben. Solche Möglichkeiten bieten auf dem Kontinent vor allem die Lößserien an Stellen ihrer vollen Ausbildung, z. B. in warmtrockenen Landschaften Mitteleuropas, im Meeresbereich dann die Tiefseeablagerungen (Kukla 1970). Verglichen mit diesen Sedimentfolgen müssen die glaziären oder fluviatilen Serien als recht unvollständig für die Zwecke einer Quartär-Vollgliederung angesehen werden, was auf zahlreiche Sedimentationslücken sowie auf den Mangel einer Möglichkeit zurückzuführen ist, die einzelnen Klimaschwankungen, namentlich die warmen, genau zu charakterisieren.

### Bedeutung der Lößserien

Obwohl bereits in der Zeit zwischen den beiden Weltkriegen kompliziert aufgebaute Lößserien beschrieben wurden, in denen mehrere Zyklen in Superposition zu beobachten waren (Scherf 1938, Laskarev 1925), blieb die Bedeutung dieser Ablagerungen für die Großgliederung des Quartärs umstritten. Bis in die heutige Zeit hinein ist im Schrifttum eine Tendenz zu spüren, lediglich bei der Feingliederung der letzten Kaltzeit von den Lössen auszugehen. Hingegen wird die Bedeutung der Lößabfolgen für die Aufstellung eines auch die älteren Abschnitte umfassenden stratigraphischen Systems skeptisch angesehen, wie man sich aus Arbeiten verschiedenster Einstellung überzeugen kann (vgl. Charlesworth 1957, Woldstedt 1969, Liteanu & Ghenea 1966, aber auch Lüttig 1960 u. a.).

Vergleichende Komplexuntersuchungen der Lößserien in der Tschechoslowakei gaben jedoch den Ansichten recht, die vor allem von einigen ungarischen Fachleuten vertreten wurden (Auswertung von Paks – vgl. Scherf 1938, Kriván 1955 usw.), da sie zeigten, daß die Lößserien – im Falle, daß sie präzise und allseitig bearbeitet sind – solche Unterlagen für eine Vollgliederung des Quartärs bieten können, wie vielleicht keine anderen Kontinentalablagerungen (Demek & Kukla 1969).

Als Hauptergebnis ist die Aufstellung eines klimabedingten Sedimentations- und Bodenbildungszyklus in Korrelation mit der Weichtierfauna sowie mit weiteren Hilfskriterien zu betrachten (Kukla 1961, Ložek 1964). Das ursprüngliche Schema wurde durch zahlreiche weitere Geländeuntersuchungen in verschiedenen Teilen Europas bestätigt und präzisiert. Es sei allerdings betont, daß eine erfolgreiche Erforschung nur dort möglich ist, wo ausgedehnte Aufschlüsse zur Verfügung stehen, in denen man die gegenseitigen Beziehungen sowie die fazielle Ausbildung verschiedener Horizonte in längeren Abschnitten verfolgen kann. Nur auf diese Weise können geläufige, immer sich wiederholende Fehler vermieden werden, die vor allem darin liegen, daß in beschränkten Aufschlüssen alte Schichten oft in viel jüngere Zeitabschnitte eingeordnet werden (vgl. Taf. I; 2), was zur falschen, jedoch weit verbreiteten Vorstellung führt, daß ältere Löss- und Böden so selten und unvollständig ausgebildet sind, daß auf diese kein stratigraphisches System gestützt werden kann!

Ebenso fehlerhaft und völlig unbegründet zieht man oft die pedologischen Kriterien den paläontologischen, besonders malakozoologischen Befunden vor. Als Beispiel können warmzeitliche Molluskenfunde angeführt werden, die aus schlecht erhaltenen bzw. unvollständig ausgebildeten Bodenhorizonten bei Kärlich (Remy 1959) (Taf. I; 1) und im Kaiserstuhlgebiet (Khodary Eissa 1968) stammen und die trotz der rein warmzeitlichen Prägung der eingebetteten Fauna als interstadial ausgewertet wurden, was allerdings zu einer falschen stratigraphischen Interpretation des gesamten Profils führte. Dasselbe gilt auch für den Paudorfer Boden in Paudorf und Aigen, der leider nie paläontologisch untersucht worden ist und demgemäß lange Jahre als Stratotyp eines Interstadials dienen konnte, dem er nie angehörte (Fink 1969b)!

## Verlauf des Quartärklimas im Lichte der Untersuchungen an Lößserien

Die für klimabedingte Sedimentationszyklen der Lößserien bezeichnenden Gesetzmäßigkeiten (Kukla 1961) haben sich namentlich in der jüngeren Hälfte des Quartärs als recht beständig herausgestellt und weisen praktisch, wenigstens in der typischen Zone, kaum Ausnahmen auf. Sie erlauben deshalb eine völlig konsequente Würdigung der einzelnen Horizonte im Sinne genauer Definitionen. Die erwähnten Untersuchungen, die von einer konsequenten Anwendung der zyklischen Gesetzmäßigkeiten ausgehen, führten zu einigen Ergebnissen, auf die man sich bei der Aufstellung einer Quartär-Vollgliederung bereits mit Sicherheit stützen kann:

1. Im Aufschluß von Červený kopec bei Brno (Brünn) können in direkter Superposition die Ablagerungen und Böden von mindestens 9 Zyklen I. Ranges verfolgt werden (Kukla 1970). Eine spätaltpleistozäne Weichtierfauna mit der Leitart *Zonitoides sepultus* Lžk (Tabelle 1) tritt erst an der Unterkante des Bodenkomplexes PK X auf – also relativ sehr tief<sup>3</sup>.

2. Im klassischen Aufschluß von Krems-Schießstätte in Niederösterreich treten im Liegenden eines Bodenkomplexes mit reicher Molluskenfauna biharischen Typus (sehr ähnlich den Weichtierbeständen von Stránská skála bei Brünn!), der früher als „Göttweiger Verlehmungszone“ angesehen wurde, mindestens noch drei Bodenkomplexe mit warmzeitlichen altpleistozänen Faunen auf, von denen die oberste noch biharischen Charakters ist, die beiden tieferen jedoch viele exotische und ausgestorbene Elemente führen, unter denen der Schnecke *Gastrocopta serotina* Lžk die Hauptrolle zukommt. Diese zwei Horizonte sind schon vorbiharisch und können dem Jungvillafranchium bzw. Villányium gleichgestellt werden<sup>4</sup>.

3. Nach der Aufschüttung der Terrasse, die im Flußsystem von Labe-Vltava mit dem Hauptvorstoß der Elster-Vereisung verknüpft ist, kann man in den jüngeren Lößserien 4 Zyklen I. Ranges mit Interglazialhorizonten an der Basis von PK III, IV, V und VI unterscheiden. Es ist nicht ausgeschlossen, daß die Zahl der Zyklen in diesem Abschnitt noch höher ist.

Wie die Profile in den Ziegeleigruben von Horky im Jizera-Tal (Bild 1) (Ložek 1964) und von Ústí nad Labem- Krásné Březno (Aussig-Schönpriesen) (Šibrava 1967a) zeigen, liegen noch in der Höhenspanne 20–

<sup>3</sup> Die an mehreren Stellen veröffentlichte Stratigraphie dieser Fundstelle wurde von R. Ruske (1965) einer Kritik unterzogen, der die Basisböden von PK IV und PK V nicht in Interglaziale, sondern lediglich in Interstadiale stellen möchte. Dazu muß allerdings Stellung genommen werden, nicht nur was die stratigraphische Interpretation, sondern auch was die methodischen Aspekte anbelangt, da gerade in diesem Fall ein klassisches Beispiel vorliegt, wie eine kurze oberflächliche Beobachtung irreführen kann. Ruske, auf Grund einer kurzen Begehung des Profils, bei der er Gelegenheit hatte, nur einen kürzeren Abschnitt der betreffenden Komplexe an einer gut zugänglichen Stelle zu besichtigen (an der allerdings beide Komplexe bereits auszukeilen beginnen!), kam zum Schluß, daß die Basisböden das Parabraunerdestadium nicht erreichen und daher keine Interglazialbildungen darstellen können. Dabei hat er nicht bemerkt, daß hangabwärts beide PK nicht nur mächtiger, sondern auch intensiver ausgebildet werden und typische Parabraunerden an der Basis führen, was ihre interglaziale Entstehung hinreichend beweisen sollte. Abgesehen davon wurden in der letzten Zeit an der Unterkante von PK IV auch eine hochinterglaziale Schneckenfauna (massenhaft *Helix pomatia* L., *Bradybaena fruticum* [Müll.], *Euomphalia strigella* [Drap.] und *Monachoides incarnata* [Müll.]; vereinzelt *Cochlodina laminata* [Mtg.], *Discus perspectivus* [Mühl.] und *Vallonia costata* [Müll.]) sowie Steinkerne der wärmebedürftigen Holzart *Celtis* sp. nachgewiesen, so daß der Interglazialcharakter von PK IV auch durch eindeutige paläontologische Funde belegt ist. – Das Verfahren von R. Ruske ist ein typisches Beispiel einer inkonsequenten Beurteilung von Produkten des klimabedingten Lößserienzyklus und kann nur zu einem nutzlosen Chaos führen, das in Wirklichkeit einen kritischen Zugang zu dieser Problematik verhindert.

<sup>4</sup> Die stratigraphische Problematik von Krems-Schießstätte und von anderen Fundstellen in der Umgebung ist viel komplizierter und wird gegenwärtig von einem ganzen Forscher-Team unter Führung von J. Fink eingehend bearbeitet, wie es bereits J. Fink (1969a) angekündigt hat. Die hier angeführten Angaben sind daher vorläufig und sollen lediglich zeigen, daß auch im Bereiche des Alt- bzw. Alttestpleistozäns eine ganze Reihe von Klimaschwankungen zu unterscheiden ist. Es sei bemerkt, daß die betreffenden Böden durch Lößhorizonte mit typischer kaltzeitlicher Fauna voneinander getrennt sind, die im Vergleich mit jüngeren Lößgesellschaften einige abweichende Merkmale aufweisen – z. B. das Fehlen einer der gemeinsten Lößarten des jüngeren Pleistozäns – *Succinea oblonga* Drap.

Tabelle 1. Molluskenfauna von der PK X-Basis im Aufschluß Červený kopec.

Ökologische Gruppe	Arten	Ökologische Gruppe	Arten
1	<i>Aegopinella „nitens-minor“</i> <i>Clausilia</i> cf. <i>cruciata</i> Stud. <i>Discus ruderatus</i> (Fér.) <i>Ena montana</i> (Drap.) <i>Monachoides incarnata</i> (Müll.) <i>Vertigo pusilla</i> (Müll.) <i>Zonitoides sepultus</i> Ložek	4	<i>Abida frumentum</i> (Drap.) <i>Truncatellina</i> cf. <i>claustralis</i> (Grd.)
		5	<i>Uallonia pulchella</i> (Müll.) <i>Uallonia costata</i> (Müll.)
		6	<i>Cochlicopa lubricella</i> (Porro) <i>Euomphalia strigella</i> (Drap.)
2	<i>Arianta arbustorum</i> (L.) <i>Cepaea</i> cf. <i>hortensis</i> (Müll.) <i>Bradybaena fruticum</i> (Müll.)	7	<i>Euconulus fulvus</i> (Müll.) <i>Limacidae</i> sp. div. <i>Perpolita hammonis</i> (Ström) <i>Punctum pygmaeum</i> (Drap.)
3	<i>Monachoides vicina</i> (Rssm.) <i>Perforatella bidentata</i> (Gm.)	8	<i>Collumella edentula</i> (Drap.) <i>Carychium tridentatum</i> (Rs.)
	Bruchstücke von <i>Celtis</i> -Steinkernen	9	<i>Succinea/Oxyloma</i> sp.

Ökologische Gruppen: 1 – Wald, 2 – Wald bis mittelfeuchte offene Standorte, 3 – Feuchter Wald, 4 – Warm-trockene offene Standorte, 5 – Offene Standorte im weitesten Sinn; Offene und Waldstandorte: 6 – trocken, 7 – mit-telfeucht bzw. verschiedener Art, 8 – feucht; 9 – Sümpfe, Ufer, nasse Standorte.

Anmerkungen: *Cepaea* cf. *hortensis* – es könnte auch *C. nemoralis* (L.) in Frage kommen.

*Clausilia* cf. *cruciata* Stud. u. *Truncatellina claustralis* (Grd.) unterscheiden sich in einigen Merk-malen von den gegenwärtigen.

Obwohl die vorliegende Fauna auf den ersten Blick eine warmzeitliche Molluskengemeinschaft darstellt, unter-scheidet sie sich in vielen Zügen von jüngeren Gesellschaften entsprechender Art. Vertreter der Gruppen 3, 8 und 9 weisen auf einen sehr feuchten Standort hin, stratigraphisch kommt der altpleistozänen Leitart *Zonitoides sepul-tus* Lžk. die höchste Bedeutung zu. Auch der starke Anteil von *Monachoides vicina* ist im betreffenden Raum für das Altpleistozän bezeichnend.

30 m über dem heutigen Fluß die Interglazialhorizonte von PK V, PK IV und PK III, die also tief unter dem Niveau, das mit dem Elster-Hauptvorstoß korrespondiert, situiert sind. In Ústí gibt es auch An-zeichen für das Vorhandensein von PK VI an der Basis<sup>5</sup>. Entsprechend liegen im Hangenden des mit der Saale-Eiszeit korrespondierenden Niveaus noch zwei paläontologisch belegte Interglaziale, wie es am be-sten das Profil in der Ziegelei von Sedlec bei Kutná Hora erkennen läßt (Taf. II; 1).

Aus den Befunden, die im Punkt 3 zusammengefaßt sind, ergibt sich, daß im nacheiszeitlichen Ab-schnitt mindestens 4 vollentwickelte Zyklen I. Ranges, d. h. Interglazial-Glazial, vertreten sind, was mit den neuen Beobachtungen im nordeuropäischen Bereich gut übereinstimmt, wie es noch weiter erörtert sein soll.

<sup>5</sup> Die liegende Terrasse mit der Basis 18 m über dem Elbefluß wird von V. Šibrava (1967a) noch ins Elster-Ka-taglazial eingestuft.

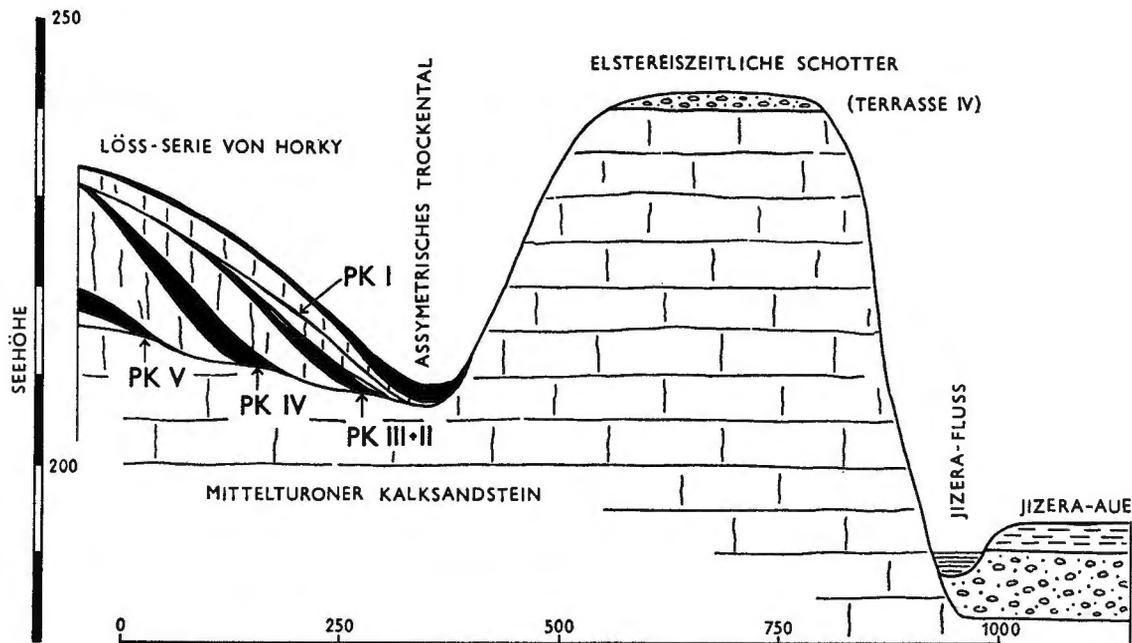


Bild 1. Lagerungsverhältnisse der Lössserie von Horky im Jizera-Tal.

Die Lössserie umfaßt drei vollausgebildete Zyklen I. Ordnung und liegt in einem Trockental, das jünger als das mit dem Elster-Hauptvorstoß korrespondierende Niveau ist. (Bezeichnung der Terrasse nach Balatka & Sládek.)

In der Gegenwart entfaltet sich auch eine Aktion von paläomagnetischen Korrelationen (Demek & Kukla 1969, Kukla 1970), welche die Richtigkeit der hier vorgelegten Interpretation der Lösserien ebenfalls bestätigt. Die Grenze zwischen der Brunhes-Epoche, die noch heute andauert, und der vorangehenden inversen Matuyama-Epoche fällt ins Biharium und liegt in der Lössserie von Červený kopec im Abschnitt von PK X. Der Brunhes-Epoche entsprechen demgemäß wenigstens 8 Zyklen I. Ordnung.

Abschließend sollen die Hauptkenntnisse zusammengefaßt werden, die bisher von den Untersuchungen an Lösserien abgeleitet werden konnten und die bereits als verlässliche Basis bei der Ermittlung der Zahl von klimatischen Schwankungen I. Ranges dienen können:

1. In der gesetzmäßigen Abfolge von Sediment- und Bodenbildungen, die für die Lösserien bezeichnend ist, spiegelt sich der zyklische Wandel des Quartärklimas am vollständigsten ab.
2. Die Sediment- und Bodenbildung sowie die Zusammensetzung der Weichtierfauna lassen den Rang der einzelnen Schwankungen genau erkennen und zwar in der gesamten verfolgbaren Zeitspanne, d. h. auch im alten bzw. ältesten Pleistozän (Ložek 1969).
3. Gegenwärtig bieten die Lösserien Belege für wenigstens 12 Zyklen. Dies ist allerdings als minimale Abschätzung zu betrachten, da die neuesten Untersuchungen im Kremser und Brünnener Raum auf mindestens 15 Zyklen hindeuten.
4. Im postelsterzeitlichen Abschnitt sind mindestens 4 Zyklen belegt.
5. Eine relativ hohe Zyklus-Zahl lassen auch die sog. Plateau-Lösse im ungarischen, jugoslawischen und bulgarischen Donau-Gebiet erkennen (Pécsi & Hahn 1969, Marković-Marjanović 1964, Minkov 1968).

### Korrelation dieser Ergebnisse mit anderen Systemen

Die vorgelegte stratigraphische Analyse von Lößserien belegt die Richtigkeit des polyglazialistischen Systems, wenn auch in einer Auffassung, die von den klassischen Soergelschen bzw. Zeunerschen Vorstellungen etwas abweicht. Grundlegend ist die Tatsache, daß eine höhere Zahl von Klimaschwankungen I. Ranges ermittelt werden kann, als die bisherigen Vereisungssysteme, namentlich im nordeuropäischen und zum Teil auch im Alpenraum erkennen lassen. Wie bereits hervorgehoben, bieten die Lößserien viel verlässlichere Stützen für eine Abschätzung der Mindestzahl von Warm- und Kaltzeiten als die unvollkommenen glaziären Serien, so daß die gegenseitige Parallelisierung bzw. die Erklärung einiger Unstimmigkeiten vor allem von einem kritischen Blick auf die bisherige Stratigraphie der Vereisungsgebiete ausgehen muß, obwohl diese bisher immer als klassische Ausgangsgebiete der Quartärstratigraphie gegolten haben.

Bei einem Vergleich mit dem System der nordeuropäischen Vereisungen tauchen einige Grundprobleme auf, die stufenweise analysiert werden müssen:

#### a) Position des vorletzten Interglazials

In den letzten Jahren wurde diese Frage zum Gegenstand vieler Diskussionen, insbesondere im deutschen Fachschrifttum. Wie bereits erwähnt, ist vor allem K. Picard (1960) fest überzeugt, daß zwischen der Saale- und Warthe-Vereisung ein echtes Interglazial liegt (Treene). Hingegen nehmen andere Forscher eine kritische Stellung zu dieser Ansicht ein und sprechen höchstens von einem großen Interstadial (Kopp & Woldstedt 1965, Różycki 1965). Beweise für das Vorhandensein einer Warmzeit I. Ordnung in der Zeitspanne zwischen dem Holstein- und Eem-Interglazial vermehren sich jedoch von Jahr zu Jahr, wie es auch die Schlüsse von A. Cepek (1968) zeigen.

In den Lößserien kann mit dieser Warmzeit der Bodenkomplex PK IV, genauer dessen Basisglied, parallelisiert werden, wie es die Profile von Ústí nad Labem, Sedlec bei Kutná Hora oder von Horky im Jizera-Tal erkennen lassen. Es sei allerdings auch darauf hingewiesen, daß die an die Basis von PK IV gebundenen Schneckengemeinschaften auffallend artenärmer sind, als die Fauna von der PK III-Basis, die dem Eem zugeschrieben wird, oder die Funde von der Unterkante von PK V, die für holsteinzeitlich gehalten werden (vgl. dazu auch Mania & Mai 1969). Das soll allerdings nicht bedeuten, daß die Funde aus PK IV nicht deutlich interglazial wären, abgesehen von den relativ zahlreichen Nachweisen von Zürgelbaum (*Celtis*), der zweifellos eine hochwarmzeitliche Leitart darstellt.

Die Lößserien stellen allerdings auch den Begriff „großes Interstadial“ ins kritische Licht. In den Lößkomplexen treten deutlich ausgeprägte Interglazialhorizonte auf, deren Fauna von hochwarmzeitlichem Charakter ist. In ihrem nahen Hangenden ziehen sich meist Bodenhorizonte mit viel weniger anspruchsvollen Gemeinschaften, die jedoch deutlich wärmebedürftiger sind als die typisch kaltzeitliche Lößfauna und somit mit vollem Recht als interstadial bezeichnet werden können (Ložek 1964). Heute bietet schon ein klassisches Beispiel die Fauna von PK II. Es sei betont, daß diese Horizonte im unmittelbaren Hangenden der Interglazialschichten, also noch im frühglazialen Abschnitt liegen und nie zwei vollwertige große Kaltzeiten voneinander trennen (Ložek 1964). Die Lößserien lieferten bisher keine Befunde, die von der Existenz eines großen Interstadials zeugen würden, das positionsmäßig ein Interglazial ersetzen sollte. Im Gegensatz verlaufen die Zyklen mit überraschender Regelmäßigkeit, die auch in voneinander entfernten Gebieten zum Vorschein kommt und offenbar im gesamten Rahmen der gemäßigten Zone Europas gültig ist.

Abschließend kann man sagen, daß die Befunde aus den Lößserien für das Vorhandensein einer echten Warmzeit zwischen Holstein und Eem sprechen, wobei eine genauere Parallelisierung mit den von A. Cepek (1968) beschriebenen Schwankungen noch offen bleiben muß.

## b) Zahl der echten Warmzeiten nach dem Elster-Hauptvorstoß

Im nordeuropäischen Raum und an seiner Peripherie stellt der Hauptvorstoß der Elster-Vereisung einen bedeutsamen Trennhorizont dar, da er das „klassische“, d. h. durch direkte Vereisungen gekennzeichnete Pleistozän von älteren („präglazialen“) Phasen trennt, die zwar auch den Wandel Kaltzeit/Warmzeit erkennen lassen, jedoch ohne direkten Eingriff der Vereisungen. Dank des Umstandes, daß es sich auf ausgedehnten Flächen um den ersten Eisvorstoß handelt, stellen die Produkte aus diesem Zeitabschnitt einen bedeutenden stratigraphischen Stützpunkt dar. Ursprünglich wurden nach dieser ersten Vereisung nur zwei Warmzeiten, Holstein und Eem, unterschieden, zu denen gegenwärtig auch die oben diskutierte Warmzeit zwischen Saale und Warthe kommen muß<sup>6</sup>.

Verfolgen wir die Lößserien, die in Erosionsräumen lagern, die jünger als die mit der Elster-Eiszeit parallelisierten Terrassen sind, sehen wir, daß die Zahl der entsprechenden Warmzeiten noch höher sein muß, mindestens vier, wahrscheinlich jedoch noch mehr. Die angeführte Zahl stimmt mit der eingehenden Gliederung überein, die in den letzten Jahren in Norddeutschland aufgestellt wurde (Cepek 1968) und im holsteinwarmzeitlichen Abschnitt zwei selbständige Interglaziale, Holstein s. str. (= Edderitz) und Dömnitz unterscheidet, die durch die Fuhne-Kaltzeit voneinander getrennt sind und denen in den Lößserien die in PK VI und PK V repräsentierten Warmzeiten entsprechen dürften (Tabelle 2). Was eventuell noch ältere, jedoch post- bzw. interelstereiszeitliche<sup>7</sup> Warmzeiten anbelangt, sind weitere Funde abzuwarten, die jedoch offenbar immer selten bleiben werden, da sie in die Phase starker Abtragung fallen, die vermutlich auf die gesteigerte tektonische Unruhe nach dem Elster-Hauptvorstoß zurückgeht (vgl. auch Šibrava 1967b).

Auch die Entwicklung der Labe-Vltava-Terrassen in Böhmen läßt erkennen, daß zwischen dem ersten Vorstoß der Elster-Vereisung und der Saale-Eiszeit ein langer Zeitabschnitt mit mehreren kalten und warmen Schwankungen liegt (Bild 2). Aus neueren Beobachtungen ergibt sich nämlich, daß die saaleeiszeitliche Terrasse tiefer gelegen ist als ursprünglich angenommen wurde (Oberkante 15–18 m über dem Flußspiegel – vgl. Balatka & Sládek 1962), während das frühelstereiszeitliche Niveau um 50 m oder etwas höher liegt und demgemäß einer der Terrassenstufen der Gruppe II nach Záruba (1943) entspricht. In der dazwischen liegenden Erosionsspanne sind wenigstens zwei deutliche Aufschotterungen vorhanden<sup>8</sup>, zu denen eventuell noch eine dritte beitreten kann<sup>9</sup>.

Abschließend darf gesagt werden, daß nach dem Hauptvorstoß der Elster-Vereisung noch mindestens 4 Zyklen I. Ranges folgen, die nicht nur in den Lößserien, sondern auch im nordeuropäischen Vereisungsgebiet zum Vorschein kommen, wobei eine genaue gegenseitige Parallelisierung noch nicht hinreichend belegt ist.

<sup>6</sup> A. Cepek (1968) unterscheidet in dieser Zeitspanne sogar zwei Warmzeiten, und zwar die ältere „Treene“-Warmzeit, welche die eigentliche Saale- von der nachfolgenden Fläming-Kaltzeit trennt, und die jüngere Rügen-Warmzeit zwischen der Fläming- und Lausitzer-Kaltzeit.

<sup>7</sup> In der Auffassung von V. Šibrava (1967) sind noch die Terrassen, die im unteren böhmischen Elbe-Gebiet 18–25 m über dem Fluß liegen, in die späte Elster-Eiszeit zu stellen. Im Hangenden dieser relativ sehr niedrig gelegenen Stufe lagern Lößserien mit sicher nachgewiesenen Bodenkomplexen PK V bis PK III (+ II u. I) und vermutlich noch mit Resten von PK VI an der Basis. Warmzeitliche Horizonte, die älter als PK VI, jedoch jünger als der Hauptvorstoß der Elster-Vereisung sind, würden demnach in die Zeitspanne des Elster-Komplexes s. lat. fallen und dürften z. B. der Voigstedt-Warmzeit in der Cepekschen (1968) Auffassung entsprechen.

<sup>8</sup> Terrassen von Karlovo náměstí und von Dejvice, d. h. die Stufen IIb und IIIa in der Auffassung von Q. Záruba (1943), die B. Balatka und J. Sládek (1962) für Teilniveaus einer großen Aufschotterung halten möchten, was jedoch nicht einwandfrei nachgewiesen ist. Im Sinne der Ausführungen von V. Šibrava (1967) sind diese Stufen bereits als jungelstereiszeitlich anzusehen.

<sup>9</sup> Falls das ältestereiszeitliche Niveau der Vinohrady-Terrasse (IIa – Záruba 1943) entspricht, liegt hier auch noch die Letná-Terrasse (IIb – Záruba 1943), mit der die Hněvický vrch-Terrasse von Balatka und Sládek (1962) identisch ist.

Tabelle 2. Vergleich des norddeutschen Systems von A. Cepek (1968) mit der Gliederung der Lößserien im Westteil der Tschechoslowakei

Norddeutsches Vereisungsgebiet und benachbarte Gebiete (A. Cepek 1968)	Lößserien	
	Zyklus	Bodenkomplex
Holozän	A	PK 0
Weichsel-Kaltzeit	B	PK I PK II
Eem-Warmzeit		PK III
Lausitzer Kaltzeit	C	PK IV
Rügen-Warmzeit Fläming-Kaltzeit		
Treene-Warmzeit?		
Saale-Kaltzeit (s. str.)	D	PK V
Dömnitz-Warmzeit		
Fuhne-Kaltzeit	E	PK VI
Holstein-Warmzeit (s. str.)		
Elster-Kaltzeit (s. str.)		Zyklen F, G, H und Bodenkomplexe zwischen PK X und PK VI. Nähere Parallelisierung sehr unsicher.
Voigtstedt-Warmzeit		
Helme-Kaltzeit (= Elster I – Maximalvereisung)		

Anmerkung: Aus der Tabelle ist ersichtlich, daß auch im nordeuropäischen Gebiet die Zahl der Warmzeiten der Zyklus-Gliederung der Lößserien entsprechen kann. Eine nähere Korrelation muß heute jedoch noch offen bleiben.

### c) Zahl der echten Warmzeiten im vorelsterzeitlichen Abschnitt

Hier kann man vorläufig zu keinem endgültigen Schluß gelangen, und zwar weder im Bereiche der Lößserien noch im Norden, da gut erhaltene Schichtfolgen aus dieser Zeit so selten sind, daß unsere Erkenntnisse noch allzu lückenhaft bleiben. Wie bereits gesagt, ist auch hier die Zykluszahl höher als früher angenommen wurde. Darauf deuten auch einige neue Untersuchungen der altpleistozänen fluviatilen Serien hin, z. B. im Ville-Gebiet am Niederrhein bei Köln (Boenigk, Kowalczyk & Brunnacker 1972).

In diesem Zusammenhang sind auch einige Worte über die Stratigraphie der sog. biharischen Faunen zu sagen, die als jüngste Welle der altpleistozänen Faunenentwicklung anzusehen sind (Kretzoi 1961). Die ursprünglichen Knochenfunde stammen meist aus Karsttaschen, deren Ausfüllungen keine Untergliederung aufweisen, die mit dem Bau der Lößserien vergleichbar wäre. Die typischen Säugerbestände werden

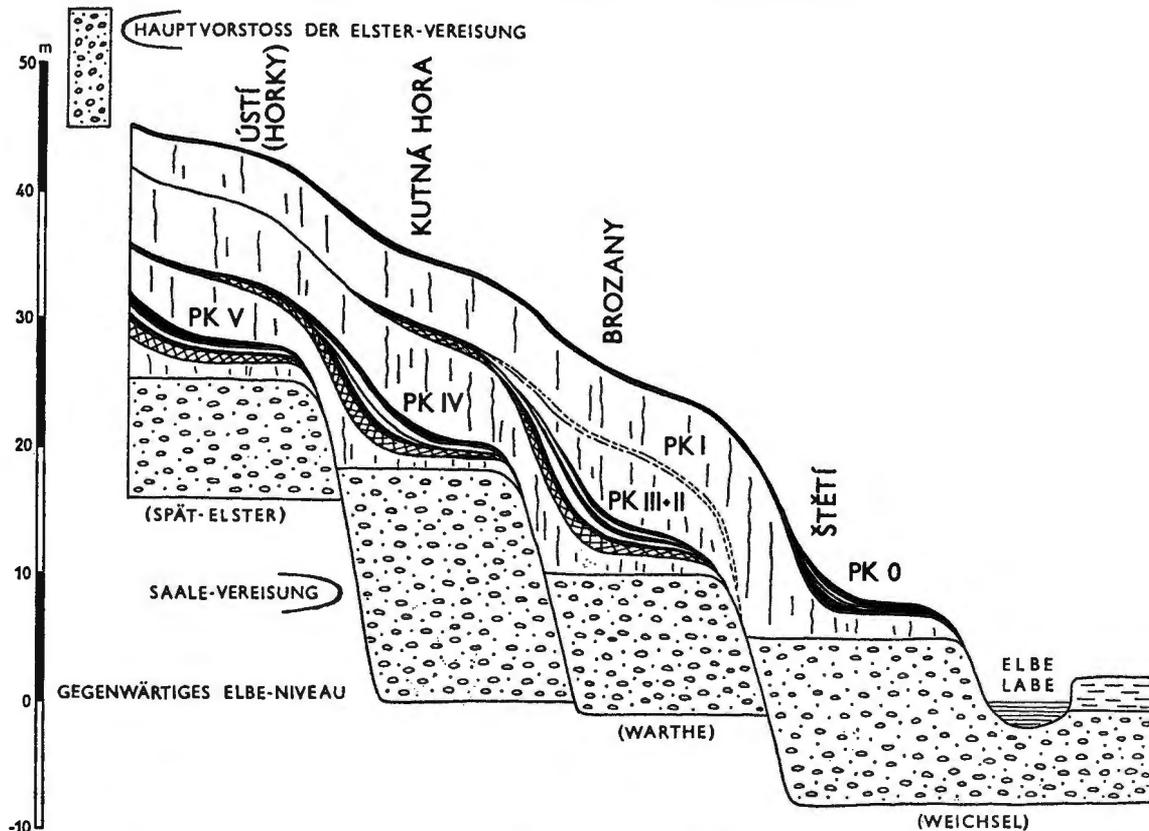


Bild 2. Schema der Korrelation der Lößserien mit den Flußterrassen im böhmischen Elbtal.

Die Terrassenstufen sind nur vereinfacht dargestellt. In Wirklichkeit weisen sie einen viel komplizierteren inneren Bau auf. Aus dem Schema ist ersichtlich, daß das mit der Saale-Vereisung korrespondierende Niveau von einer Schichtfolge mit zwei Interglazialen überlagert ist, während über dem spätstereiszeitlichen Niveau bereits drei Interglaziale auftreten.

jedoch von einigen bezeichnenden Molluskenarten begleitet, die mit Recht auch als biharisch bezeichnet werden können (Ložek 1964)<sup>10</sup>.

Weichtierfaunen biharischen Charakters treten in mehreren verschiedenartigen Interglazialhorizonten auf, wie es nicht nur die bereits erwähnten Funde von Krems-Schießstätte sondern auch aus der Karstta-sche C 718 bei Koněprusy im Böhmischem Karst beweisen. Das Biharium ist daher nicht nur an einen Abschnitt der Elster-(bzw. Mindel-)Kaltzeit gebunden, wie es ursprünglich M. Kretzoi (1956) angenommen hat, sondern umfaßt mehrere Zyklen I. Ordnung (mindestens 2), was auch vom Gesichtspunkt der Geschwindigkeit der phylogenetischen Entwicklung wahrscheinlicher erscheint; denn wenn die ursprüngliche Kretzoische Auffassung richtig sein sollte, müßte man im Biharium mit viel rascher vor sich gehenden Entwicklungsänderungen rechnen als im poststereiszeitlichen Abschnitt, was wenig wahrscheinlich ist. Das Ausklingen des Bihariums sowie der Einzug der mittel- bis jungpleistozänen Fauna, die im allge-

<sup>10</sup> Es handelt sich um folgende Arten: *Helicigona čapeki* (Pbk) und *Zonitoides sepultus* Lžk, die für das frühe und entwickelte Biharium bezeichnend sind; ferner *Acicula diluviana* (Hocker), *Aegopis klemmi* Schlickum & Ložek und *Cochlostoma scalarinum saueri* Geyer, die höher reichen und daher auch für das Spätbharium bezeichnend sein können. Daneben gibt es noch mehrere bisher nur selten angetroffene Arten bzw. Funde unsicherer systematischer Stellung, abgesehen von typischen Artenkombinationen in den Fossilbeständen (z. B. häufiges Auftreten von *Abida frumentum* [Drap.]).

meinen schon einen jungen Charakter aufweist, ist bisher stratigraphisch noch nicht näher erfaßt, da dieser wichtige Umbruch in die Zeitspanne vor PK VI fällt, wo noch viele stratigraphische Unklarheiten herrschen. Es kann nicht ausgeschlossen werden, daß die letzten biharischen Elemente knapp vor der Saale-Eiszeit ausklingen.

#### d) Stratigraphische Position des „großen Interglazials“ von Penck & Brückner

Bei der Erörterung dieser Frage auf S. 3 wurde gezeigt, daß die Beobachtungen, auf die sich beide Klassiker gestützt haben, allein keine verlässlichen Beweise für das Vorhandensein einer sehr intensiven und vor allem abnormal langen zusammenhängenden Warmzeit bieten können. Es handelt sich um eine Zäsur, die die alten Vereisungen (G und M) von den jüngeren (R und W) trennt und vor allem in der Geomorphologie ihren Ausdruck findet. Eindeutige paläontologische Belege stehen nicht zur Verfügung, und auch im System der Lößserien, d. h. in der Reihe der Bodenkomplexe, kann man keine Bildung finden, die einer solchen Großwarmzeit entsprechen dürfte<sup>11</sup>.

Aus dem Angeführten ergibt sich, daß unter dem Begriff „großes Interglazial“ kein außerordentlich langer und warmer und vor allem zusammenhängender Zeitabschnitt verstanden werden darf, der in der Reihe der Warmzeiten eine Sonderstellung einnehmen würde, sondern daß offenbar ein ganzer Komplex von Warmzeiten vorliegt, die durch weniger ausgeprägte<sup>12</sup> Kaltzeiten voneinander getrennt sind. In dieser Zeitspanne erfolgten allerdings recht intensive Abtragungsvorgänge, die in der morphologischen Entwicklung der Landschaft einen deutlichen Ausdruck finden. Eine Parallele mit dem post- bzw. interelstereiszeitlichen Abschnitt, der zeitlich vor die Bildung von PK VI der Lößserien fällt, liegt auf der Hand.

### Die bisherigen Ergebnisse

Aus den in der letzten Zeit gewonnenen Ergebnissen, vor allem aus einer kritischen stratigraphischen Analyse der Lößserien, ist ersichtlich, daß mit einer wesentlich höheren Zahl von Warm- und Kaltzeiten gerechnet werden muß, als bisher meist angenommen wird. Dies gilt vor allem für die älteren Abschnitte des Quartärs, obwohl gleichfalls im jüngeren, d. h. im postelstereiszeitlichen Abschnitt eine relativ komplizierte Entwicklung belegt werden kann. Während die bisherigen Vereisungssysteme mit sechs bis sieben Zyklen I. Ordnung rechnen, lassen die Lößserien sowie einige weitere Befunde erkennen, daß die Zahl der Zyklen in Wirklichkeit etwa doppelt so viel sein darf. Eine entscheidende stratigraphische Rolle kommt dabei den Interglazialen zu, während die Interstadiale nur untergeordnete Schwankungen im Rahmen der Kaltzeiten darstellen und mit den Interglazialen nicht verwechselt werden dürfen. Begriffe wie „großes Interstadial“ werden meist in Streitfällen herangezogen, und nach der Aussage der Lößserien sind derartige Schwankungen praktisch nicht vorhanden, abgesehen von den Interstadien in frühkaltzeitlichen Abschnitten, die allerdings den Interglazialen unmittelbar nachfolgen und von diesen durch keine vollglazialen Phasen getrennt sind (vgl. das Problem der „geteilten Interglaziale“ – Frenzel 1968).

<sup>11</sup> Der Kremser Bodenbildungskomplex, der hierher eingestuft und dessen Intensität oft in diesem Zusammenhang hervorgehoben wurde (z. B. Göttinger 1936) ist nach der Aussage der eingebetteten Weichtierfauna viel älter, sogar vorbiharisch, wie es verschiedene exotische Elemente belegen: *Gastrocopta serotina* Ložek, *Serrulina sp.*, *Abida sp.* u. a. In den Lößserien, in denen eine ganze Reihe von Zyklen vertreten ist, kann man feststellen, daß unter einer bestimmten Altersgrenze die Böden intensiver ausgebildet sind als im jüngeren Abschnitt (Kukla & Ložek 1961, Ložek 1969, Smolíková 1967, Minkov 1968 usw.), nirgends wurde jedoch ein Horizont nachgewiesen, der durch seine Intensität und Mächtigkeit alle Bodenbildungen im Liegenden und Hangenden übertreffen würde. Sein Vorhandensein wäre zu erwarten, falls das große Interglazial wirklich existiert haben sollte!

<sup>12</sup> Diese Bezeichnung soll nur bedeuten, daß die betreffenden Kaltzeiten eine etwas geringere Ausdehnung hatten als die großen Vorstöße der Elster- und Saale-Eiszeit!

### Ursachen der älteren vereinfachten Vorstellungen

Zunächst muß man in Betracht ziehen, daß die quartären Klimaschwankungen auf Grund verschiedener Kriterien verfolgt werden, die einander nicht gleichwertig sind. Eine große Rolle spielte hier die Morphostratigraphie, die imstande war, die durch Moränen oder Terrassen belegten Kaltzeiten zu erfassen. Hingegen wurde die Bedeutung der Paläontologie eher unterschätzt, vor allem deshalb, weil die Fauna bzw. Flora keinen so raschen Wandel wie das Klima aufweist<sup>13</sup>, so daß verschiedenalterige Fossilfunde aus klimatischen Phasen gleichen Charakters voneinander kaum unterschieden werden können. Ein typisches Beispiel bieten die Lößfaunen (Ložek 1964). Dasselbe gilt allerdings, wenigstens zum Teil, auch für warmzeitliche Faunen und Floren, besonders wenn die Phasenfolge der Warmzeit nicht vollständig erhalten blieb, so daß nur Fragmente der Entwicklung verfolgbar sind. Steht z. B. nur ein Ausschnitt eines warmzeitlichen Pollenspektrums zur Verfügung, vor allem aus einem Randabschnitt der Warmzeit, so ist es meist wirklich schwer zu unterscheiden, ob ein echtes Interglazial oder lediglich ein Interstadial vorliegt.

Demgemäß wurden dort, wo die Produkte einzelner Schwankungen voneinander weder morphologisch noch stratigraphisch deutlich unterscheidbar sind, was bei den Flußterrassen oft der Fall ist, verschiedenalterige Horizonte oft verwechselt<sup>14</sup>; diese – wie es gerade der Lößserienzyklus am anschaulichsten zu zeigen vermag – können einander bis ins Detail entsprechen! Erst die eingehenden Untersuchungen ausgedehnter Lößdefilés in Korrelation mit der Morphostratigraphie, namentlich mit der Entwicklung der Flußterrassen, können die minimale Zahl der Schwankungen I. Ordnung während bestimmter abgegrenzter Zeitabschnitte ermitteln. Diese Mindestzahl muß für den betreffenden Zeitabschnitt maßgebend sein, wenn auch die Unterscheidung sämtlicher so registrierter Schwankungen in Vereisungsgebieten z. B. durch ungünstige morphologische Verhältnisse sehr erschwert sein kann. Es liegt z. B. auf der Hand, daß man unter Begriffen wie Eem oder Holstein in Wirklichkeit mehrere Warmzeiten zusammenfaßte, deren Selbständigkeit erst in den letzten Jahren erkannt wurde.

### Charakter der Klimaschwankungen im Altpleistozän<sup>15</sup>

Eine paläontologische Erfassung des Altpleistozäns im Rahmen der Lößserien stieß lange auf den Mangel an geeigneten Funden, was auf das relativ seltene Auftreten fossilführender Ablagerungen solchen Alters zurückgeht. Die Existenz von sehr alten Lössen und verwandten Bildungen war jedoch nicht nur durch die berühmten Fossilfunde von St. Vallier im Rhône-Tal, sondern auch durch die Lößschichten im Liegenden von Horizonten mit warmzeitlicher Fauna biharischen Alters, z. B. auf Stránská skála bei Brünn oder auf dem Chlum-Berg bei Srbsko, belegt.

Erst in der allerletzten Zeit ist es gelungen, reiche altpleistozäne Weichtierfaunen in den Lößserien von Krems-Schießstätte und von Červený kopec bei Brünn zu entdecken. Diese entsprechen der Schneckenfauna, die das Biharium bzw. Villányium begleitet und treten in Krems in mehreren warmzeitlichen Horizonten auf, die in direkter Superposition liegen und durch typische Lössen mit kaltzeitlicher Fauna voneinander ge-

<sup>13</sup> Dieser Umstand spielt in der Quartärforschung eine bedeutsame Rolle, wie bereits F. Zeuner gezeigt hat (1959, 21 – „Priority of Geological Dating“). – Andererseits muß jedoch in Betracht gezogen werden, daß der Fossilreichtum des Quartärs bis in die letzte Zeit hinein bei weitem nicht ausgenützt wurde, da bestimmte Tiergruppen (z. B. Landmollusken) bzw. manche fossilführende Sedimente (insbes. die Hangbildungen) nur wenig Beachtung fanden!

<sup>14</sup> Es ist leicht zu begreifen, daß dieser Stand ein großes Hindernis für eine erfolgreiche Entfaltung der quartären Biostratigraphie darstellte!

<sup>15</sup> Unter diesem Begriff wird hier aus praktischen Gründen derjenige Abschnitt des Pleistozäns verstanden, der älter als die Elster-Vereisung des nordeuropäischen Raumes ist.

trennt sind. Die ältere von diesen Faunen mit der Leitart *Gastrocopta serotina* Lžk weist schon eine Zusammensetzung auf, die sich von sämtlichen jüngeren Faunen auf den ersten Blick abhebt. Während die biharischen Schneckengemeinschaften in groben Zügen eine ähnliche Zusammensetzung aufweisen, wie die jüngeren warmen Faunen, von denen sie sich durch die Anwesenheit einiger ausgestorbener Arten unterscheiden, wird die Masse der vorbiharischen Fauna von Arten und Formen beherrscht, die sich taxonomisch von sämtlichen jüngeren Funden unterscheiden<sup>16</sup>.

Als wesentliches Ergebnis dieser Untersuchungen kann die Feststellung angeführt werden, daß sich die altquartären Schwankungen in groben Zügen von den jüngeren kaum unterscheiden. Nur die Warmzeiten weisen eine höhere Intensität auf, und vor allem die frühglazialen Abschnitte sind durch keine deutlich ausgeprägten wärmeren Steppenphasen mit Tschernosembildung charakterisiert (Ložek 1969).

Die altpleistozäne Sediment- und Bodenbildung vollzog sich allerdings in einem Gelände, dessen Relief weniger aufgegliedert war als später. Es genügt, die Position derartiger Bildungen mit den heutigen Flußeinschnitten zu vergleichen, insbesondere im Bereich der Fastebenen der Mittelgebirgszone. Infolgedessen unterscheiden sich die Lagerungsverhältnisse der altpleistozänen Schichtkomplexe von denjenigen der jüngeren Serienglieder. In den Lößserien kommt es vor allem dadurch zum Vorschein, daß die altpleistozänen Bodenkomplexe und Lössse oft fast konkordant übereinander lagern, während die jüngeren Schichtpakete meist einen schuppenartigen Bau aufweisen, der von J. Kukla (1961b) als „teleskopische Superposition“ bezeichnet wurde. Diese ist allerdings an geeigneten Stellen auch bei den altpleistozänen Schichtenfolgen zu beobachten, bleibt jedoch meist schwächer ausgebildet als in den jüngeren Zeitabschnitten. Diese Erscheinung geht vor allem darauf zurück, daß das Gelände zu dieser Zeit noch durch keine tiefen Erosionseinschnitte zerfurcht war und die Täler breiter und seichter waren. Eine relativ ruhige Superposition von Ablagerungen verschiedener altpleistozäner Zyklen kommt auch in anderen Sedimentserien, z. B. in den Flußablagerungen zum Vorschein, wie es die Verhältnisse der Velle am Niederrhein erkennen lassen (Boenigk, Kowalczyk & Brunnacker 1972). Deshalb sind die morphostratigraphischen Kriterien in diesem Zeitabschnitt noch kritischer auszuwerten als im jüngeren Pleistozän!

Faßt man die erörterten Erkenntnisse zusammen, kann man folgende Schlüsse ziehen:

1. Im gesamten Verlauf der Quartärzeit kann man einen zyklischen Klimawandel verfolgen, dessen Hauptphasen als Kalt- und Warmzeiten bezeichnet werden. Diese zyklischen Schwankungen sind im groben Rahmen regelmäßig, sowohl was ihre Intensität als auch Dauer anbelangt. Termini wie „großes Interglazial“ oder „großes Interstadial“ erwiesen sich als nicht angebracht, da sie auf Argumente gestützt werden, die einer kritischen Analyse nicht standhalten können.

2. In Mitteleuropa können im postelstereiszeitlichen Zeitabschnitt mindestens vier Zyklen I. Ordnung unterschieden werden.

3. Im inter- und vorelstereiszeitlichen Zeitabschnitt soll mindestens mit acht bis neun Zyklen gerechnet werden, wobei ein Nachweis von weiteren Zyklen zu erwarten ist.

### Schluß

Mein Aufsatz hat sich zum Ziel gesetzt, auf einige Mängel in den bisherigen quartärstratigraphischen Systemen aufmerksam zu machen, die allzu vereinfacht sind und somit in immer stärkerem Widerspruch mit objektiven Befunden stehen, was beträchtliche Meinungsdivergenzen zur Folge hat. Es erweist sich als notwendig, bei der Würdigung der klimabedingten Quartärbildungen bestimmte feste Gesichtspunkte konsequent einzuhalten. Zu derartigem Zweck sind solche Serien heranzuziehen, die minimale Sedimen-

<sup>16</sup> Diese Funde bedürfen noch einer längeren systematischen Bearbeitung, so daß sie hier nicht näher erörtert werden können. Schon jetzt kann jedoch gesagt werden, daß sie eine selbständige Molluskenfaunenwelle bilden, die zeitlich zwischen den typisch quartären (bzw. rezenten) und den jungtertiären Weichtierbeständen steht.

tationslücken aufweisen und zugleich streng klimagebunden sind bzw. eine genaue klimatische Auswertung anhand ihres Fossilgehalts erlauben. Auf dem Festland sind es vor allem die Lößserien, im marinen Bereich die Tiefseeablagerungen. Die Einzelglieder der genannten Ablagerungsfolgen sind nur auf Grund genauer Definitionen auszuwerten.

Unklare Befunde dürfen bei der Aufstellung eines Großsystems nicht angewendet werden. Als Grundlage für eine Quartär-Vollgliederung muß ein System dienen, das sich auf Serien stützt, welche die vollständigste Untergliederung aufweisen. Mit einem derartigen System, das Priorität haben muß, können auf Grund der Stratigraphie bzw. Paläontologie auch andere, weniger vollständige Systeme korreliert werden. Zu solchen unvollständigen Systemen sind auch die bisherigen auf Vereisungen gestützten Stratigraphien zu rechnen.

Falls diese Prinzipien beachtet und einige Besonderheiten der Quartärepoche, vor allem der zyklische Klimawandel, konsequent berücksichtigt werden, wird es möglich sein, in absehbarer Zukunft ein wirklich verlässliches, auf Klimaschwankungen gestütztes System aufzustellen, das im wesentlichen den polyglazialistischen Vorstellungen entsprechen wird.

#### Schriften

- Balatka B. & Sládek J., 1962: Terasový systém Vltavy a Labe mezi Kralupy a Českým Středohořím. – Rozpravy Československé akademie věd (Ř. mat.-přír.), 72, 11, 62 S., 12 Taf. Praha.
- Boenigk W., Kowalczyk G. & Brunacker K., 1972: Zur Geologie des Ältestpleistozäns der Niederrheinischen Bucht (im Druck).
- Cepek A. G., 1968: Quartär. – In: Grundriß der Geologie der Deutschen Demokratischen Republik, Bd. 1 – Geologische Entwicklung des Gesamtgebietes, 385–420, Anlage – Tab. 17, Abb. 25, 26. Berlin.
- Charlesworth J. K., 1957: The Quarternary Era with special reference to its Glaciation. – E. Arnold LTD. London.
- Demek J. & Kukla J., 1969: Periglazialzone, Löß und Paläolithikum der Tschechoslowakei. – Geograph. Inst. d. ČSAV, Brno, 1969, 156 S., 45 Taf., 3 Beil. Brno.
- Eberl B., 1930: Die Eiszeitenfolge im nördlichen Alpenvorlande. – B. Filser Vlg. Augsburg.
- Fink J., 1969a: Les progrès de l'étude des loess en Europe. – La stratigraphie des loess d'Europe (Supplément au Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, 1969), 3–12. Paris.
- 1969b: Le loess en Autriche. – Dtto, 17–21.
- Flint R. F., 1971: Glacial and Quarternary Geology. – J. Wiley & Sons. N. York-London-Sydney-Toronto.
- Frenzel B., 1967: Die Klimaschwankungen des Eiszeitalters. – F. Vieweg & Sohn. Braunschweig.
- 1968: Grundzüge der pleistozänen Vegetationsgeschichte Nord-Eurasiens. – F. Steiner Vlg. Wiesbaden.
- Göttinger G., 1936: Das Lößgebiet um Göttweig und Krems an der Donau. – III. Int. Quartär-Konferenz, Wien, September 1936. Führer f. d. Quartär-Exkursionen in Österreich, I, 1–11, Taf. 1–2. Wien.
- Khodary Eissa O., 1968: Feinstratigraphische und pedologische Untersuchungen an Lößaufschlüssen im Kaiserstuhl (Südbaden). – Freiburger Bodenkundliche Abhandlungen, 2, 149 S., 23 Beil. Freiburg i. Br.
- Kopp E. & Woldstedt P., 1965: Über den Charakter der Wärmezeit zwischen Drenthe und Warthe-Stadial in Norddeutschland. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 16, 37–46. Öhringen.
- Kretzoi M., 1956: Die altpleistozänen Wirbeltierfaunen des Villányer Gebirges. – Geologica Hungarica, Ser. Palaeont., 27, 264 S. Budapest.
- 1961: Stratigraphie und Chronologie. – Stand der ungarischen Quartärforschung. – Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej, I, 313–332. Warszawa.
- Kriván P., 1955: Die klimatische Gliederung des mitteleuropäischen Pleistozäns. – Acta Geologica, III, 4, 357 bis 382, 1 Beil. Budapest.
- Kubierna W. L., 1956: Zur Mikromorphologie, Systematik und Entwicklung der rezenten und fossilen Lößböden. – Eiszeitalter u. Gegenwart, 7, 102–112, Taf. II–V. Öhringen.
- Kukla J., 1961a: Quarternary Sedimentation Cycle. – Survey of Czechoslovak Quarternary. – Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej, I, 145–154. Warszawa.
- 1961b: Lithologische Leithorizonte der tschechoslowakischen Lößprofile. – Věstník Ústředního ústavu geologického, XXXVI, 5, 369–372, Taf. I–II. Praha.

- 1970: Correlations between loesses and deep-sea sediments. – *Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar*, 92, 2, 148–180. Stockholm.
- Kukla J. & Ložek V., 1961: Loesses and Related Deposits. – *Survey of Czechoslovak Quaternary*. – *Czwartorzęd Europy Środkowej i Wschodniej*, I, 11–28, 5 Beil. Pl. I–III. Warszawa.
- Liteanu E. & Ghenea C., 1966: Cuaternarul din Romania (Das Quartär Rumäniens). – *Comitetul Geologic, Studii Tehnice și Economice*, H – *Geologie Cuaternarului*, I, 119 S., 2 Beil. București.
- Laskarev V., 1925: Deuxième note sur le loess des environs de Belgrade. – *Annales géologiques de la Péninsule Balkanique*, VIII, 2, 1–18, Tab. I. Beograd.
- Ložek V., 1964: Quartärmollusken der Tschechoslowakei. – *Rozprawy Ústředního ústavu geologického*, 31, 374 S., Taf. I–XXXII, 4 Beil. Praha.
- 1966: Die quartäre Klimaentwicklung in der Tschechoslowakei. – *Quartär*, 17, 1–19, Taf. I–II. Bonn.
- 1969: Zur Sediment- und Bodenbildung im Altpleistozän der Böhmisches Masse. – *Jahresschrift für mitteldeutsche Vorgeschichte*, 53, 1–16. Berlin.
- Lüttig G., 1960: Elster-Löß und Holstein-Ton von Northeim (Hann.). – *Eiszeitalter und Gegenwart*, 11, 206–210. Ohringen.
- Mania D. & Mai D. H., 1969: Warmzeitliche Mollusken und Pflanzenreste aus dem Mittelpleistozän des Geiseltales (südlich von Halle). – *Geologie*, 18, 6, 674–690, 1 Beil. Berlin.
- Marković-Marjanović J., 1964: Le loess en Yougoslavie. – *INQUA, Report of the VIth International Congress on Quaternary, Warsaw 1961, Vol. IV-Symposium on Loess*, 551–570, 2 Taf., 1 Beil. Łódź.
- Minkov M., 1968: L'os't v severna B'lgaria (The Loess in North Bulgaria). – *Bulg. Academy of Sciences, Committee of Geology*, 202 S., 3 Beil. Sofia 1968.
- Moskvitin A. I., 1965: Plejstocen Evropejskoj časti SSSR. – *AN SSSR, Geologičeskij Institut, Trudy*, 123, 180 S., 1 Beil. Moskva.
- Pécsi M. & Hahn G., 1969: Historique des recherches sur le loess en Hongrie. – *La stratigraphie des loess d'Europe (Supplément au Bulletin de l'Association Française pour l'Étude du Quaternaire, 1969)*, 85–91. Paris.
- Penck A. & Brückner E., 1909: Die Alpen im Eiszeitalter. I–III. – 1199 S. Leipzig.
- Picard K., 1960: Zur Untergliederung der Saale-Vereisung im Westen Schleswig-Holsteins. – *Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft*, 112, 2, 316–325. Hannover.
- Remy H., 1959: Zur Gliederung des Lösses bei Kärlich und Bröl am unteren Mittelrhein mit besonderer Berücksichtigung der Faunen. – *Fortschritte in d. Geologie v. Rheinland u. Westfalen*, 4, 323–330. Krefeld.
- Rózycki S. Z., 1965: Die stratigraphische Stellung des Warthe-Stadiums in Polen. – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 16, 189–201. Ohringen.
- Ruske R., 1965: Mittelpleistozäne Lösser und Böden in Mitteleuropa und deren stratigraphische Einstufung. – *Geologie*, 14, 5/6, 554–563. Berlin.
- Scherf E., 1938: Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner polyglazialistischer Grundlage. – *Verh. d. III. Int. Quartär-Konferenz (Wien, September 1936)*, 237–247. Wien.
- Smolíková L., 1967: Mikromorphologie der altpleistozänen Fossilböden von Červený kopec bei Brno (Brünn). – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, XLII, 5, 369–373, Taf. I–II. Praha.
- Soergel W., 1924: Die diluvialen Terrassen der Ilm und ihre Bedeutung für die Gliederung des Eiszeitalters. – *Vlg. G. Fischer*, 79 S., Taf. 1–6, 1 Tab. Jena.
- 1939: Das diluviale System. – *Fortschritte d. Geologie u. Paläontologie*, XII, 39, 8. I–VIII, 155–292. Berlin.
- Šibrava V., 1967a: Quaternary of the Bohemian Massif and the Carpathian Foredeep. – *International Geological Congress, XXIII Session, Prague 1968, Guide to Excursion 25 AC*, 40 S. Praha.
- 1967b: Study on the Pleistocene of the glaciated and non-glaciated area of the Bohemian Massif. – *Sborník geologických věd, ř. A – Antropozoikum*, 4, 7–38, Pl. I–VIII. Praha.
- Van der Vlerk I. M., 1955: The Significance of Interglacials for the Stratigraphy of the Pleistocene. – *Quaternaria*, II, 35–43. Roma.
- Woldstedt P., 1969: Quartär. – *Handbuch d. stratigraphischen Geologie*, Bd. II, 8 + 263 S., 1 Beil. F. Enke Vlg. Stuttgart.
- Záruba-Pfeffermann Q., 1943: Podélný profil vltavskými terasami mezi Kamýkem a Veltrusy. – *Rozpravy II. třídy České akademie*, LII, 9, 39 S., Taf. I–II. Praha.
- Zeuner F., 1959: The Pleistocene Period (2nd. ed.). – *Hutchinson Scientific & Technical*, 447 S. London.

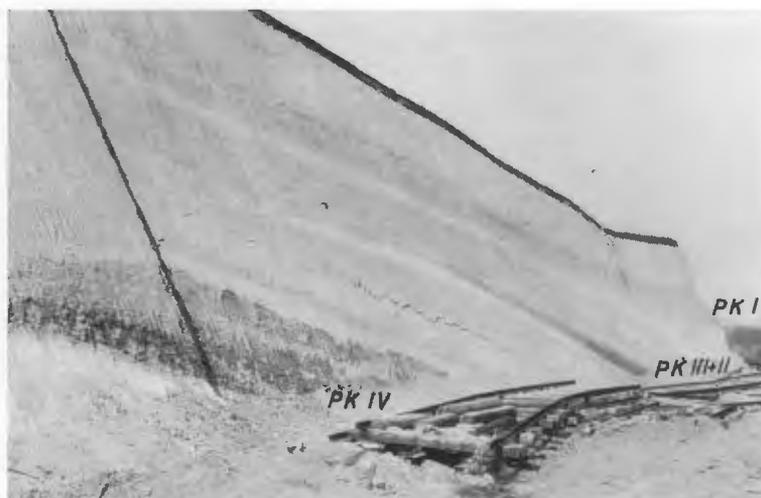


1. Kärlich am Mittelrhein. – Im Liegenden des dunklen Brockentuffs zieht sich an der Lößoberkante eine dunklere Zone, die dem B<sub>t</sub>-Horizont einer z. T. parautochthon umgelagerten Parabraunerde entspricht und *Celtis*-Früchte sowie zahlreiche, meist gut erhaltene Gehäuse warmzeitlicher Schneckenarten führt (schwarze Kreuze): *Cepaea nemoralis* (L.), *Cochlodina laminata* (Mtg.), *Discus rotundatus* (Müll.), *Aegopinella minor* (Stab.), *Orcula doliolum* (Brug.), *Vitrea subrimata* (Rnh.), *Monachoides incarnata* (Müll.), *Carychium tridentatum* (Rs.), etc. Diese Schicht fällt somit ins letzte Interglazial bzw. in eine noch ältere Warmzeit. Mit dieser biostratigraphischen Ausdeutung stimmen die neuen stratigraphischen Befunde von K. Brunnacker völlig überein. Früher wurde dieser Horizont als „Paudorfer Interstadial“ oder „Aurignac-Verlehmungszone“ angesprochen, was allerdings eine falsche Interpretation des gesamten Profils zur Folge hatte (vgl. W. Schirmer: Das jüngere Pleistozän in der Tongrube Kärlich am Mittelrhein. – Mainzer Naturwissenschaftliches Archiv, 9, 257–284. Mainz 1970).



2. „Göttweiger Verlehmungszone“ im Hohlweg Kollergasse westlich Furth (Niederösterreich). – An der Unterkante dieses Bodens (G) liegen zahlreiche warmzeitliche Konchylien (xx): *Helicogona banatica* (Rssm.), *Aegopsis verticillus* (Lam.), *Pagodulina pagodula* (Desm.), *Cochlostoma* sp., *Ruthenica filograna* (Rssm.), *Helicodonta obvoluta* (Müll.), *Orcula doliolum* (Brug.) etc. – Im hangenden Löß zieht sich eine geringmächtige, nur durch ihr Gefüge (locker, etwas krümelig) unterscheidbare Zone, die ebenfalls warmzeitliche Schnecken führt: *Helix pomatia* L., *Aegopsis verticillus* (Lam.), *Helicodonta obvoluta* (Müll.), *Cochlodina laminata* (Mtg.), *Ena montana* (Drap.), *Clausilia pumila* C. Pfr etc. – Diese Befunde lassen in Übereinstimmung mit den neuen stratigraphischen Beobachtungen von J. Fink und seinen Mitarbeitern erkennen, daß die Göttweiger Verlehmungszone, die meist für eine würminterstadiale Bildung gehalten wurde, in Wirklichkeit viel älter, mindestens vorletztinglazial ist!

Fotos: V. Ložek



1. Sedlec bei Kutná Hora (Mittelböhmen). – Die in der Ziegeleigrube aufgeschlossene Lößserie liegt dem saaleiszeitlichen Terrassenniveau auf. Interglaziale Schneckengemeinschaften wurden an der Unterkante von PK III [*Helicigona banatica* (Rssm.), *Soosia diodonta* (Fér.), *Aegopis verticillus* (Lam.) und viele weitere Waldarten] sowie von PK IV [*Helix pomatia* L., *Iphigena densestriata* (Rssm.), *Orcula doliolum* (Brug.) etc.] nachgewiesen. In PK IV tritt hier außerdem auch *Celtis* sp. auf. Dieses Profil belegt, daß im postsaaleiszeitlichen Abschnitt des Pleistozäns noch zwei echte Warmzeiten liegen.



2. Ziegeleigrube Monako bei Levice (Südslowakei), in der Sedimente von vier Zyklen I. Ordnung in Superposition auftreten. PK III + II sind im abgebildeten Ausschnitt teilweise abgetragen. – Derartige jung- und mittelpleistozäne Lößserien sind in geschützten Räumen relativ oft erhalten (z. B. Horky im Jizera-Tal und Ústí nad Labem in Böhmen, Dolní Kounice in Mähren, Thallern in Niederösterreich). Die unmittelbar älteren Glieder fielen jedoch der großen Abtragung während der jüngeren Elster-Eiszeit großenteils zum Opfer.

Fotos: V. Ložek