

Vergleich des schweizerischen Glazials mit andern europäischen Vereisungsgebieten

Objektyp: **Chapter**

Zeitschrift: **Eclogae Geologicae Helvetiae**

Band (Jahr): **26 (1933)**

Heft 2

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

von Wasser und Land ergab und besonders die Ausdehnungen der Gletscher regierte, und viertens die wachsende Höhe und Durchtalung der Alpen, welche speziell die pliozänen Deckenschotterzeiten bedingte.

V. Vergleich des schweizerischen Glazials mit andern europäischen Vereisungsgebieten.

1. Ukraine.

In der Ukraine gliederte W. KROKOS (177—179) die dortigen ausgedehnten Lössablagerungen gestützt auf die eingeschalteten „begrabenen Böden“ in 5 Schichten, die mit unsern 5 jüngern Moränen bezüglich der Proportionen der Zwischenzeiten durchwegs übereinstimmen. Die 5 Lössen werden in neuer Zeit von den meisten Forschern als Ausblasungen der die Gletscher umrandenden Sandrflächen, wohl auch durch Eisrückzüge nackt gewordener Moränenböden angesehen. Sie entsprechen somit zeitlich den grossen Eisvorstössen. In den Zwischeneiszeiten kam es nicht nur zur mehr oder weniger tiefen Verlehmung der Lössoberflächen, sondern zur Durchdringung mit Humus, wobei sowohl Steppen mit den typischen Nagerröhren und -kesseln, als auch Wälder und Sümpfe mitwirkten und heute noch erkannt werden können.

Die beiden obersten Lössen werden nach KROKOS stellenweise durch eine wenig mächtige, humose Zone, die Aurignacienartefakte lieferte, getrennt. Die beiden Lössen entsprechen somit dem Muri-Zürich- und dem Gurten-Killwangenstadium. Oben wurde gezeigt, dass das Magdalénien dem Muri-Zürichstadium nachfolgt, das alpine Moustérien aber dem Gurten-Killwangenstadium (= Würmmaximum) vorangeht, so dass das Aurignacien, wenn es bei uns vorhanden wäre, in die Spiezerschwankung fallen müsste. Der zweite begrabene Boden ist eine viel mächtigere fossile Schwarzerde, wie ja auch bei uns die Ablagerungen der Riss-Würminterglazialzeit, z. B. die Bruggstutschotter mit den Schieferkohlen der Huriflugh bedeutend mächtiger und konstanter sind als das Wässerflughinterglazial der Spiezerschwankung. Der dritte Löss lagert über und unter der Moräne der grössten oder Dnjeprvereisung, die ein Bindeglied erster Ordnung ist. Darunter liegt der mächtigste begrabene Boden mit Schwarzerden und Waldböden, was wiederum mit der grossen Zeitdauer der Schieferkohleninterglazialzeit, die beispielsweise den Aaresee von Thun bis Bern auffüllte und wieder durchtalte, sehr gut übereinstimmt. Die beiden untersten Lössen werden durch den vierten tiefsten begrabenen Boden getrennt, der unserm ältern Deltaschotter an der Kander und der Simme und den pflanzenführenden lakustren Ablagerungen von Uznach-Güntenstall und Wangen-Bühlgass-Weinberg gleichzustellen ist. Ältere Vereisungsspuren fehlen in der Ukraine.

Die 5 Lössе und die 4 begrabenen Böden verhalten sich somit zu unsern 5 jüngern Eisvorstössen (Kander-Muri) und den 4 Interglazialen harmonisch. Für die Deckenschottereiszeiten fehlen dagegen Äquivalente.

2. Polen.

Übereinstimmenderweise sprechen die neuesten polnischen Arbeiten unter Nichtbeachtung des baltischen Stadiums, das Muri-Zürich darstellt, auch von 4 Eiszeiten (170). JOSEF PREMIK (140) beschreibt Ablagerungen einer ältesten Vereisung von Wierzbie, Juljampol, vom Wartheknie bei Dzieczniki und von Jastrzebie bei Kamienica Polska (alles im Warthegebiet) mit kleinern und grössern kristallinen Geschieben nordischer Herkunft. Sie liegen teils innerhalb, meist aber ausserhalb der Moränen des Warthevorstosses und ganz im Gebiet der grössten Vereisung, ohne aber von den Moränen der letztern direkt überlagert zu sein. Als drittletzte (unterstes) Interglazial beschreibt PREMIK von Wierzbie hangende feinsandige Tone und Sande, bei Chociw und Dzbanki Kósciuszkowskie bei Szczerców aber Sande, Tone und Kies, die im Liegenden der sog. „untern“ (nun eher mittleren) Grundmoräne auftreten. W. SZAFER beschrieb 1931 das gleichaltrige Interglazial als Sandomirien. Trotzdem diese beiden ältesten Moränen verschiedene, wenn auch unterhalb des Wartheknies auf ca. 12 km nahe Verbreitungsgebiete besitzen, so unterscheiden sich die beiden Moränen petrographisch so stark von einander, dass an ihrem verschiedenen Alter kaum zu zweifeln ist. Darüber folgen das vorletzte Interglazial mit Floren und Faunen und endlich die obere Grundmoräne von wenigen bis 15 m Mächtigkeit (grösste Vereisung). Im Gebiet des polnischen Mittelgebirges, also ausserhalb der letzten grossen Vereisung, erkannte CZARNOCKI (164) ebenfalls 3 Eiszeiten, wovon die älteste durch eine Fliesserde, die beiden andern durch Grundmoränen bewiesen sind.

Die polnischen Gletscherspuren stimmen also mit der ukrainischen Lössenteilung überein und deuten auf das Vorhandensein von 4 Vereisungen in der Zone Fennoskandia-Polen-Ukraine, die mit Würm, Riss, Glütsch und Kander zu parallelisieren sind. Noch sei darauf hingewiesen, dass von der Weichselquelle bis über Lemberg hinaus die zweitälteste Eiszeit, das Cracovien, die Riss-Saaleeiszeit an Ausdehnung bis zu 180 km übertrifft.

3. Russland.

In diesem weiten Gebiet sind die Gliederungsversuche besonders auch für die jüngsten Phasen der Eiszeit in den letzten Jahren rasch vorwärtsgeschritten, aber noch nicht vollständig abgeklärt. Die Fortsetzung des baltischen Stadiums, unserer Muri-Zürichstellung,

ist noch unklar. Sein Vorhandensein dürfte aber u. a. durch den Löss angedeutet werden, der zwischen Witebsk und Smolensk eine (äussere) Jungmoränenlandschaft bedeckt und 1932 vom Quartärgeologenkongress bei Mikulino besichtigt wurde (Woldstedt 188)¹). Er dürfte dem obersten Löss der Ukraine gleichzustellen sein und die Zweiteilung der russischen Würmeiszeit demonstrieren (entsprechend der Spiezschwankung). Unter den Moränen der letzten Hauptvereisung folgen nur noch 2 Grundmoränenhorizonte, von denen der obere die Riss- oder Dnjeprvereisung repräsentiert und am Dnjepr und am Don bei 800 km über die letzte Vereisung hinaus vordringt. Zu dieser Eiszeit zählen als wichtige Rückzugsstellung auch die Moränen des Warthevorstosses, dessen Selbständigkeit bis heute diskutiert wird. Doch sprechen besonders die polnischen und russischen Verhältnisse gegen eine Wartheeiszeit. K. PIECH (138) wies überzeugend nach, dass die von ihm und P. WOLDSTEDT dem Warthevorstoss an der obern Warthe zugeordneten Moränen durch ein echtes Interglazial von der letzten Eiszeit getrennt sind, wogegen die Abtrennung von der grössten Eiszeit bisher nicht glückte. Auch in Russland fehlt irgendein Interglazial, das den Warthevorstoss vom Dnjeprvorstoss trennen würde. Der Warthevorstoss findet offenbar seine alpinen Parallelen im Riss II-Stadium EBERLS (52), der untern Rissmoräne an der Stockhorngruppe bei Thun des Verfassers (41) und im Neoriss an der Rhone von CH. DEPÉRET, denen ebenfalls trennende Interglaziale fehlen. Dass neulich J. HESEMANN (172) auf starke Unterschiede in der Geschiebeführung der beiden in Frage stehenden Stellungen hinwies, mag auf andere, sekundäre Ursachen zurückgehen. Die Interglaziale, die über der Dnjepr-Rissvereisung liegen, lieferten zwischen Minsk und Nischni Nowgorod mehrfach *Brasenia purpurea*, eine wärmeliebende Seerose, die durch OSWALD HEER aus den Schieferkohlen von Dürnten, also dem nächstältern Interglazial beschrieben wurde. Das Alter der erwähnten *Brasenia* führenden Schichten wird dadurch bestimmt, dass sie in der obersten Moskwaterrasse eingeschlossen sind und diese sich bei Moskau an die aus Dnjeprmoränen aufgebaute Hochfläche anlehnt. Die ältern Interglaziale zeichnen sich dagegen durch eine Fauna aus, die durch *Paludina diluviana* Knuth. charakterisiert wird. Dies ist z. B. am Piwichaberge bei Gradischsk am Dnjepr der Fall, wo sie unter dem Löss der letzten Eiszeit, dem begrabenen Boden der Riss-Würminterglazialzeit und der Riss-Dnjeprgrundmoräne liegt. Da diese Fauna auch in Polen, z. B. in der Umgebung von Warschau und in Norddeutschland, z. B. bei Berlin, in ähnlicher stratigraphischer Lage auftritt, so fragt es sich, ob ihr eine leitende Stellung zukommt, eine Frage, die noch abzuklären ist. Die älteste Vereisung Russlands,

¹) BARTL EBERL (52) fand Löss auf der obern Niederterrasse des Iller-Lechgebietes, was dem oben genannten entsprechen dürfte.

die wir mit der Glütscheiszeit parallelisieren können, weicht, im Gegensatz zum benachbarten Polen, stark einwärts von den Riss-Dnjeprmoränen ab und geht an der Wolga sogar auf den Rand der Würmeiszeit zurück. Ein der Kander- oder Jaroslaveiszeit entsprechender Eisvorstoss wurde noch nicht nachgewiesen.

4. Norddeutschland und Dänemark.

In diesen Ländern kennt man wie in Russland nur 3 Hauptvereisungen: Weichsel, Saale und Elster = Würm, Riss und Glütsch. Die erste besitzt in der sehr gut ausgebildeten Rückzugsstellung des baltischen oder pommerschen Stadiums ein Äquivalent zu unserem Muri-Zürichvorstoss. Die Elstereiszeit lagerte ihre Randmoränen von der Oder bis an die Weser ausserhalb der jüngern Saaleeiszeit ab. Dagegen scheint die letztere die erstere zwischen Weser und Nordsee ganz bedeutend übertroffen zu haben.

5. Über das Glazial der britischen Inseln und der Niederlande.

Hier sind vielleicht die Meinungen über die Chronologie am verschiedensten, was die Orientierung sehr erschwert. Als Bindeglied zwischen dem Kontinent und Ostengland dienen nach vielfach vertretener Auffassung die Ablagerungen der grössten Eiszeit, die in Holland als Riss oder Saale, in England als Lower boulder clay (unterer Blocklehm) bezeichnet werden. In England lagern über dem Lower boulder clay z. B. bei Holderness und Yarmouth marine Schichten mit gemässiger Fauna und einigen mediterranen Arten. Dann folgt der Upper boulder clay (oberer Blocklehm). Während sich der erste bis an die Themse verfolgen lässt, bleibt der zweite weiter nördlich und westlich zurück (siehe P. WOLDSTEDT nach J. K. CHARLESWORTH 161).

Die 33 m-Küstenlinie mit gemässiger mariner Fauna scheint ein jüngeres Interglazial zu tragen. Nach CHARLESWORTH sind die Moränen im zentralen Irland, die von Navan zur Galway-Bucht reichen und diejenigen von Nordostirland-Isle of Man-Cumberland vielleicht gleichaltrig mit dem pommerschen Stadium. Sie, wie auch die noch jüngern Lammermuir-Stranraer und die Pentland-Maybole-Moränen scheinen neue Eisvorstösse anzudeuten. Dieses jüngere Pleistozän scheint sich von den bisher besprochenen Gruppierungen nicht nachweisbar verschieden zu verhalten, indem die grösste Vereisung mit dem Lower boulder clay sicher unserem Riss, die letzte mit dem Upper boulder clay unserem Würm (Gurten-Killwangen), die mittellirische und die Man-Cumberland-Moräne ebenso sicher unserem Muri-Zürich entsprechen, Lammermuir und Pentland-Maybole dagegen Jaberg und Interlaken vertreten können, umsomehr da es

sich an allen Orten um mehr oder weniger ausgedehnte Vorstösse handelt.

Schlimmer steht es dagegen mit den ältern Phasen. Unter dem Lower boulder clay folgen die Arctic freshwater beds (Süßwasserböden) mit hochnordischer Fauna und Flora, die marinen Yoldia-beds mit 87% arktischer Formen und in den Sanden und Tonen eingelagerten eckigen, erratischen Blöcken. Da die Arctic freshwater beds nicht im geringsten auf eine wärmere Klimaperiode, also eine Interglazialzeit hindeuten, dürfen wohl auch die Yoldia beds mit den erratischen Blöcken nicht als besondere Eiszeit abgetrennt, sondern vielmehr als Eisdriftblöcke der herannahenden Vereisung aufgefasst werden. Erst die Cromer forest-beds, die eine reiche, in einer Flussmündung zusammengeschwemmte Fauna (viele wärmeliebende Elephanten) führen, deuten auf eine wirkliche Klimaverbesserung hin, da sozusagen ausschliesslich Tiere des gemässigten Klimas, zum Teil von südlichem Charakter auftreten. Älter sind die Icenienstufen der Weybournezone, der Chillesfords beds und der Norwichzone, die *Elephas meridionalis* führt. Der Red Crag mit dem Butleyan, dem Newbournian und dem Waltonian, sowie der Withe oder Coralline Crag (Gedgravian) werden ziemlich übereinstimmend als britisches Astien aufgefasst. Die marinen Faunen weisen auf mässig warme bis gemässigte Klimate hin, indem die ersten nordischen Arten im Gedgravian auftreten und sich bis zum Butleyan auf 10% vermehren. Da das Waltonian dem holländischen Scaldien, das P. TESCH (185) eine „faune marine boréale passant dans une faune méridionale“ führt, entspricht, so ist hier wieder eine Brücke zum Kontinent vorhanden. Die von P. TESCH (185) sorgfältig untersuchten, zwischen Riss und Scaldien vorhandenen Ablagerungen gliedern sich in 3 Gruppen, von denen die unterste dem Amstelian und dem untersten Icenien (also vom Newbournian bis Norwichian), die mittlere dem mittlern und obern Icenien (Chillesfords beds und Weybournian) und die oberste dem Cromerian, den Yoldia beds und den Arctic freshwater beds gleichgestellt werden. Gute Anhaltspunkte für eine ältere Vereisung als Riss fehlen in Holland, wie auch in England, und alle Bemühungen, die atlantischen Ablagerungen ins Schema PENCK-BRÜCKNER einzu-zwängen, müssen missglücken. Für uns ergibt sich daraus, dass auch auf den britischen Inseln, wie im Rhonetal, nur die zwei letzten grossen Vereisungen nachgewiesen werden können. Es fragt sich sogar, da die ersten nordischen Formen schon im Coralline Crag auftreten, ob vielleicht das ganze englische Pliozän, nicht dem Faunencharakter nach, wohl aber zeitlich, den Glütsch- und Kander-eiszeiten gleichzusetzen ist. Dies ist sehr wohl möglich, da ja die Glütsch-Elstermoränen Holland nicht mehr erreichen und die der Kander-eiszeit entsprechenden Ablagerungen erst in Polen auftreten.

6. Vergleich der nordischen Vereisungen mit den schweizerischen Verhältnissen.

	Schweiz	England	Nord-Deutschland und Dänemark	Polen	Ukraine	Russland
VII.	Zürich-Muri	Centralirland-Cumber-land Stadium	Pommersches St.	Balt. Höhenrücken	1. Löss	innere Jungmoräne
F.	Spiezerschwanng. Wasserfluhint.		Smidstrup Int.	Masurisches Int.	1. begrabener Boden	
VI.	Killwangen-Gurten Letzte Eiszeit	Upperboulder clay	Brandenburgerst. Weichsel	Varsovien II	2. Löss	End-Mor. von Smolensk und Moskau, „Würm“.
E.	Letztes Interglaz. Guntelseisint.	Holderness, Yarmouth (gemässigt, marin, selten mediterrän)	Rinnersdorf Rixdorf	Zoliborz	2. begrabener Boden	Brasenien-Interglazial Mikulino
V.	Grösste Vereisung	Lower boulder clay Hochnord. Süswasserböden Yoldiaböden, marin 87% arktisch mit Irrblöcken	Saale	Varsovien I (Mittelpoln. Vereisung) obere, bräunlichgelbe Grundmoräne	3. Löss	Ob. Geschiebemergel in Mittelrussland, „Riss“.
D.	Schieferkohlenint. Dürnten-Uznach	Cromer forest bed, warme zusammen-geschwennte Fauna (Elephanten) Icenian?	Berliner Paludinen-schicht	Warschauer Paludinen-schicht	3. grösster begrabener Boden	Piwicha-Paludinen-schicht
IV.	Glütscheiszeit	(Weybourne, Chillesford, Norwich) Red Crag? (Butley, Newbourne, Walton)	Elster	Cracovien Karpath. Vereisung Sandomirien Hamarnia	4. Löss	Untere Moräne Weissrusslands, „Mindel“.
C.	Hochterrassenint. Weinberg, Güntenstall	Coralline Crag? erste nordische Formen		Jaroslavien Konglomerate mit nord. Geschieben	4. begrabener Boden	
III.	Kandereiszeit				5. Löss	
B.	Grosse Erosionszeit					
I. u. II.	4 Gletschervorstösse der Deckenschotterzeiten					

7. Die Iller-Lechplatte im bayrischen Alpenvorland.

Von besonderem Interesse ist der Vergleich der Schweizergliederung mit derjenigen der Iller-Lechplatte von BARTEL EBERL, der H. GAMS und mich in liebenswürdigster Weise zwei Tage lang ins komplizierte Schottermosaik seiner zweiten Heimat einführte, wofür ihm hier herzlich gedankt sei. Sein ganzes System, das 3 Würm-, 2 Riss-, 2 Mindel-, 2 Günz- und 3 Donau eiszeiten umfasst, ist mit grösstem Einfühlungsvermögen und scharfer Logik auf die dortigen Verhältnisse aufgebaut, aber isoliert gedeutet. Es fehlt in erster Linie der Anschluss an das alpine Einzugsgebiet und die dortigen Interglaziale, die vielleicht im Stande wären, die Grösse der angenommenen Schwankungen zu beurteilen. So muss man sich bezüglich der Zwischeneiszeiten der Auffassung von C. TROLL (153) anschliessen: „Die Erosion ist nicht ein Äquivalent der Interglazialzeit, sondern der rückgehenden Eiszeit“. Ich möchte noch ergänzen: „und sie wird modifiziert durch die eustatischen Schwingungen der Erdrinde“. Letztere können den Effekt der Rückschmelzerosion aufheben oder verstärken. Aufgehoben scheint die Erosion der zurückschmelzenden Gletscher beispielsweise in unsern Deckenschottern und unserer Hochterrasse, wo auf die untern Moränen ein hangender Schotter folgt, der wieder von Moräne eingedeckt ist. Verstärkt wurde die glazial bedingte Flusserosion besonders nach dem Stammheimervorstoss und dem Albisvorstoss, weil der obere Vereisung der Deckenschotterzeiten Erosionstiefen von über 100 m folgen. Die spärlichen und nicht immer sichern Lössvorkommnisse und Verwitterungsrinden können in einem so bunt zusammengewürfelten Schotterareal nur Andeutungen bieten und nicht so gute Beweise liefern wie die Löss- und begrabenen Böden der weitflächigen Ukraine. Ein weiteres von EBERL verwendetes Argument, das Sohlengefälle der Schotter, kann man bei uns nicht als beweisend betrachten, weil nach unsern Beobachtungen die Schotter auch unebene Unterlagen eindecken und die uns das Studium ermöglichenden Ansichtsflächen und Schnitte selten parallel zur alten Stromrichtung verlaufen. Aus kleinen Aufschlüssen abgeleitete Konstruktionen über weite Strecken hin, etwa bis zur Donau, sind wohl interessant, aber kaum für so weitreichende Feststellungen, wie beispielsweise diejenige einer selbständigen Vergletscherung, genügend beweiskräftig. So bleibt zur Beurteilung der horizontalen Reichweite der Schwankungen und damit der Einteilung selbst nur die Parallelisation mit andern Gebieten übrig, die sich denn auch restlos durchführen lässt.

Oben wurde gezeigt, wie von Russland bis Deutschland und von der Schweiz bis ins französische Rhonegebiet sich eine Zerteilung der letzten Eiszeit in die Vorstösse von Killwangen-Gurten und Muri-Zürich und das eingeschlossene Spiezinterstadial durch-

führen lässt. Dagegen fehlen überall die Nachweise für eine zweite Schwankung zwischen den äussern und innern Jungmoränen, und zwar in den östlichen Nachbargebieten der Iller-Lechplatte, wo die PENCK-BRÜCKNER'schen Laufen- und Achenschwankungen durch C. TROLL (151) vorläufig widerlegt wurden, ganz besonders. Daher wird man für das Iller-Lechgebiet trotz dreier Niederterrassen (wie in der Schweiz!) auch nur 2 Hauptvorstösse und eine Schwankung annehmen dürfen.

Längere Zeit versuchte ich aus gewissen Anhaltspunkten heraus um die Gleichzeitigkeit der grössten Vereisung (Riss-Saale-Varsovien I = Riss I des Iller-Lechgebietes = grösste Vereisung der Schweiz) herumzukommen und sie verschiedenen Eiszeiten, u. a. auch dem Warthevorstoss, gleichzustellen. Die Differenzen hätten sich durch Verschiebungen der Kontinentalität und Ozeanität, die ja eine sehr grosse Rolle spielen, erklären lassen. Aber zum Schluss blieb kein einziger stratigraphischer Beweis dafür übrig. So muss man sich mit der Tatsache abfinden, dass die grössten Vergletscherungen, mit Ausnahme der Elster-Cracovienzone zwischen Weser und Dnjepr, gleichaltrig sind, was übrigens sehr praktisch ist. Dann stimmen aber die nordischen und schweizerischen Beobachtungen darin überein, dass über der Moräne der grössten Vergletscherung höchstens ein Interglazial und ein Interstadial liegen, niemals aber deren 4 oder 5, wie man nach EBERL erwarten dürfte. Auf die Gleichstellung des Riss II EBERLS mit Warthe und Neoriss an der Rhone sei hier nochmals hingewiesen. Auf der Thun-Stockhornkarte (41) trug ich s. Z. auf der Nordseite der Stockhornkette und am Gurnigel 2 Rissniveaux in ca. 1400 und 1300 m, auf der Südseite am Simmentalhang sogar in 1630 und 1530 m Höhe ein. Aber Spuren einer Schwankung fand ich nirgends. Wir finden also nirgends Beweise, dass sich zwischen Riss I und Riss II die Gletscher bis in die Alpen zurückgezogen hätten, trotz zweier fluvioglazialer Terrassen, und die Einheit der Rissvergletscherung aufgegeben werden muss. Setzen wir aber im Iller-Lechgebiet und in der Schweiz die grössten Vergletscherungen einander gleich, so parallelisieren sich Mindel II mit Glütsch und Mindel I mit Kander. Diese Gleichstellung darf gemacht werden, weil die beiden Mindeleiszeiten nach EBERLS mündlicher Mitteilung örtlich einen Erosionsabstand von ca. 30 m besitzen. Mindel II liegt mit seiner Oberkante sogar ca. 45 m über der Basis der Risschotter. Demnach dürfte die starke Verwitterungsschicht, die bei Osterzell in mehreren Aufschlüssen beobachtet werden kann, nicht der Mindel-Riss-, sondern der Glütsch-Rissinterglazialzeit, also unserm Schieferkohleninterglazial entsprechen. Diese neue Auffassung bedingt weiter, dass der Moschusochsenschädel, der im Salachtälchen östlich von Obergünzburg gefunden wurde, nicht einem Rückzugsstadium dem Mindel I, sondern frühestens der Kander eiszeit angehört. Da die Fundstelle ca. 30 m tiefer als die benach-

barten Mindel I-Schotter liegt, so wurde anlässlich der Besichtigung die Frage aufgeworfen, ob die dortigen Deltaschotter nicht eher dem Mindel II oder dem Riss zuzuzählen seien. Strikte Beweise fehlen für jede der drei Auffassungen, und EBERLS Bezeichnung als „Rückzugsstadium von Mindel I“ deutet selber schon eine Unsicherheit und die Tendenz zu jüngerem Alter an. Paläontologisch ist es natürlich von besonderer Bedeutung, ob der *Ovibos* vor oder nach der ca. 200000 Jahre zählenden grossen alpinen Interglazialzeit gelebt habe, ob im Deckenschotter oder in der Hochterrasse.

Die weitere Konsequenz ist dann, dass die von EBERL aus dem PENCK'schen Günzschotterkomplex abgetrennten innern Partien, d. h. seine Günzschotter s. s. unserem jüngern Deckenschotter, die äussern Partien (= EBERLS Donauschotter) aber unserm ältern Deckenschotter gleichkommen. Die petrographische Verschiedenheit des letztern (viele Quarzite und kristalline Geschiebe) und die sehr starke Verwitterung, die bei Daxberg sogar an ein Äquivalent der Sundgauschotter denken liess, kommen nach R. FREI (53) ausdrücklich auch unserem ältesten Deckenschotter zu. Das Vorhandensein wenig gerundeter und grösserer Gerölle, der ganze Habitus der Aufschotterung, die sehr wohl fluvioglazialer Natur sein kann, passt wiederum zu unserm älteren Deckenschotter, wie er in echte Moränen übergeht. Die 3-Teilung der Donauschotter stützt sich auf ein schneckenführendes Lehmband, vom Charakter eines „sandigen Lösslehms“. Nun schliesst EBERL: „Da unter dem Bande stellenweise der Verwitterungslehm des liegenden Schotterers erscheint, lässt seine stratigraphische Ausdeutung einen ältesten DI- und einen hangenden jüngsten DIII-Schotter trennen, während das Band selber einem DII-Schotter entspricht, aus dem es ausgeblasen sein muss“. Das nachstehende Beispiel mag zeigen, dass Schotter und Lehmbänder mit Vorsicht aufzufassen sind. Gleich unterhalb Thun mündet von rechts das wilde Zulgflüsschen in die Aare, einen ausgedehnten Schuttkegel bildend. Wo es aus der engen Schlucht oberhalb Steffisburg heraustritt, erhält es von links einen Nebenbach, den Bösbach, der einen grossen Lehmschuttkegel bildet und dessen Fortsetzung den südlichen Teil des Zulgkegels bis an die Aare bedeckt, wie mehrere Ziegeleilehmgruben, Kanalisationsarbeiten und Wegbauten bewiesen. Die oberste Lehmgrube am Bösbach lieferte Renntier, weshalb ich s. Z. das Alter des Schuttkegels samt seiner Lehmdecke als endglazial betrachtete. Bei einer grossen Grundwasserbrunnenbohrung der Gemeinde Steffisburg wurde aber ca. 1700 m unterhalb der erwähnten Fundstelle und 500 m vom Talweg der Aare entfernt in 8,5 m Tiefe ein prächtiges, nicht gerolltes neolithisches Steinbeil gehoben (43). Der Lehm muss somit nach und nach schuttkegelabwärts gewandert sein und zwar innert wenigen tausend Jahren. Ähnliches geschieht auch anderswo, besonders mit den flottanten lössartigen Materialien. Ich würde den obern fluvioglazialen Donauschotter dem Albisvorstoss, das schnecken-

führende Lehmband mit der Lägernschwankung und den untern Schotter dem Eggvorstoss gleichstellen, wie das ursprünglich in globo auch PENCK tat.

EBERL deutet auf eine Schneckenfauna, die bei Illertissen gefunden und von D. GEYER (169) beschrieben wurde, hin. Die geringen Funde aus dem Lehmband, das Donau I- und Donau III-Schotter trennt, stammen aus einer Kiesgrube zwischen Buch und Obenhausen 6—7 km E. Illertissen und S. von Ulm a. D. Die zähe, lehmige und sandhaltige Masse hat nach GEYER mit einem schwäbischen oder rheinischen Löss keine Ähnlichkeit. E. BAUMBERGER schreibt mir über das Alter der Schnecken, über das GEYER nichts mitteilt:

„In der Liste GEYERS kommen nach Weglassung einer neuen und dreier unsicher bestimmbarer Arten nur noch 6 Arten in Betracht:

	nach BOLLINGER	nach WENZ	Re- zent
1. <i>Euconulus fulvus</i> MÜLL.	ganzes Pleistozän	Plaisancien	+
2. <i>Vitrea crystallina</i> MÜLL.	Pliozän	Plaisancien	+
3. <i>Acanthinula lamellata</i> JEFFR.	Oberpleistozän	unsichern Alters	+
4. <i>Hygromia (Fruticicola) villosa</i> DRAP.	ganzes Pleistozän	keine Pliozänfunde	+
5. <i>Buliminus montanus</i> DRAP.	gesamtes Pleistozän	keine Angaben	+
6. <i>Carychium minimum</i> MÜLL.	Pliozän u. Pleistozän	Pontien, Astien	+

„Wie die Arten der Badener Fauna (s. pag. 345), so sind auch die meisten Arten von Buch zurückzuverfolgen von der Gegenwart bis in die Pliozänzeit. Nr. 4 und 5 werden bis jetzt nur aus dem Pleistozän angegeben. Auf den ersten Blick scheinen nun gerade diese 2 Formen geeignet, pliozäne und eiszeitliche Schottermassen zu trennen. Mir scheint dies jedoch gewagt, weil man immer wieder überlegen muss, dass wir noch weit davon entfernt sind, die vertikale Verbreitung der Formen genau zu kennen. Diese Tatsache mahnt zu äusserster Vorsicht bezüglich der Altersbestimmung von Schottermassen unter Berufung auf die im ganzen nur spärlichen Molluskenfaunen.“ Sicher wird man nicht zu weit gehen, wenn man aus den Verzeichnissen schliesst, die Schnecken von Buch bei Illertissen seien nicht älter als die Funde im ältern Schweizer Deckenschotter. Für die Frage der Dreiteilung der Donauschotter sind die Bemerkungen GEYERS über das Klima von entscheidender Bedeutung. *Acanthinula lamellata* bewohnt die Ost- und Nordseeküste, England inbegriffen. *Pomatias salomoni*, die von GEYER neu aufgestellte Art, schliesst an die offen genabelten, grossen und dicklippigen *Pomatias*formen der Pyrenäen an, wie sich aus sorgfältigen

Vergleichen ergab. Beide sind somit Zeugen für ein feuchtes und mildes ozeanisches Klima, womit auch die andern Arten übereinstimmen. Diese Verhältnisse passen sehr gut in eine Interglazialzeit, nicht aber in eine Lössperiode, die kaltes, trockenes Klima voraussetzt. Handelt es sich aber bei dem Lehmband, das die eigentlichen Donauschotter trennt, nicht um Löss, so fällt auch EBERLS Argument für eine mittlere Donaueiszeit, d. h. die Ausblasung einer Sandrebene, dahin.

Diese Ausführungen mögen zeigen, dass die scheinbar grossen Differenzen zwischen EBERL und unserer neuen Chronologie nicht in der Natur, sondern in der Interpretation der Vorkommnisse und ihrer verschiedenen Parallelisierung mit den klimatischen Schwankungen bestehen. PENCK stellte die heutigen Donauschotter und die Günzablagerungen EBERLS unserm ältern Deckenschotter gleich. EBERL trennte sie, gestützt auf die Geröllführung, mit Recht in 2 Gruppen, von denen die jüngere unserm jüngern Deckenschotter und unsern sog. Mindelablagerungen, nicht aber unserm ältern Deckenschotter und unsern Günzablagerungen entspricht.

Die Mindelschotter PENCKS und EBERLS stecken bei uns in der Hochterrasse, worauf ich wegen der Namenverwechslung ganz besonders hinweise. So geordnet besteht keine Differenz zwischen den Iller-Lechablagerungen und denjenigen der Schweiz.

Da die von EBERL ausgeschiedenen Ottobeurerschotter und Stauffersbergschotter noch das einheitliche Bild stören könnten, seien hier noch einige Hinweise gegeben. Der nach EBERL jüngere der beiden Schotter tritt einzig am Stauffersberg bei Welden unweit der Donau als hohe Kuppe auf, indem er die Donauschotter um ca. 50 m überragt. Sein alpines, stark verwittertes Schottermaterial und seine isolierte aussergewöhnlich hohe Lage stellen ihn den Sundgauschottern nahe. Den Ottobeurerschotter beobachteten wir westlich Ottobeuren. „Diesen Ottobeurer Schotter reiht seine stratigraphische Lage vor die Deckterrassen ein, erweist ihn also ebenfalls als einen Prägünzschotter (in EBERLS Sinn; nach uns jüngerer Deckenschotter). Dabei stellt seine starke und in einem sehr weit vorgeschrittenen Verwitterungszustand befindliche Verwitterungsschicht und die darüber sich einschaltende sandige (Löss-?) Lehmschicht, die ebenfalls lange Zeit den Verwitterungseinflüssen frei gelegen hat, einen geraumen Zeitabstand bis zur Anschüttung des hangenden Schotters dar. Versucht man das eingeschaltete Band zu kombinieren mit dem Lösslehmband in den D-Schottern, so würde das Alter des Ottobeurer Schotters bis zum DI-Schotter hinaufgeschoben. Zu diesem Schotter mit ausgesprochen fluvioglazialen Charakter gehört er aber nicht. Sein Habitus ist, wie das sein Sohlengefälle von wenig über 2,5‰ mit seinem für unser Gebiet überraschend niedrigen Betrag auch noch besonders bestätigt, der eines alten

Flusschotters ausserhalb der fluvioglazialen Reihe. Das Gefälle entspricht einer alten Landesoberfläche, die gegen die Donau hinaus so hoch liegt, dass die Kuppe des Stauffenberges gerade in ihr Niveau zu liegen kommt. Rekonstruiert man eben mit Hilfe des Hohen Firstes und des Stauffenberges die Landesoberfläche, so staffeln sich alle andern Schotter unter ihr Niveau ein, sind also jünger.“ Der besichtigte Schotter unterschied sich bei gleichem petrographischem Bestand vom vorher besuchten Donauschotter einzig durch das Zurücktreten des fluvioglazialen Charakters. Er lag unter dem „Günzschotter“ EBERLS und wäre demnach stratigraphisch, wie ja EBERL selber feststellt, sein DI-Schotter. Sein etwas mehr fluviatiler Charakter lässt sich ebensogut als Ablagerung in einer peripheren Entwässerungsrinne deuten, wenn nicht als Depot aus einer Zeit, als der Gletscher schon viel weiter zurückgegangen war. Der Kontakt mit dem Tertiär ist selten aufgeschlossen, nur auf kurze Strecken und ohne dass sein Verhältnis zur ganzen Unterlage bestimmt werden könnte. Daher kenne ich keine zwingenden Gründe, den Ottobeurer Schotter vom Donauschotter abzutrennen und durch Extrapolation, gestützt auf die knappen Auflagerungsflächen, über 50 km Unterbruch hinweg mit dem Stauffenberg in Beziehung zu setzen.

Die grösste Bedeutung von EBERLS umfassender Arbeit scheint mir darin zu liegen, dass er im klassischen alpinen Vereisungsgebiet den starren und hemmenden Panzer sprengte, den die PENCK-BRÜCKNER'sche Vierheit der Eiszeiten an alle europäischen Forschungen legte und nachwies, dass mit 4 Vereisungen in den Alpen nicht auszukommen ist. Die vorstehenden Umdeutungen beweisen den hohen Wert der extensiven Einteilung EBERLS, welche den Vergleich mit andern reichhaltigen Gebieten ermöglicht. Vorstehend sind die Ergebnisse zusammengefasst.

VI.

Zur Altersbestimmung der Deckenschottereiszeiten.

1. Über das Verhältnis des Glazials zum Pliozän.

Die Zusammenstellungen der Eiszeiten in Europa lassen eine grosse Übereinstimmung und Gesetzmässigkeit erkennen. Zuerst muss auffallen, dass sich die beiden letzten grossen Eiszeiten in allen in Betracht gezogenen Untersuchungsgebieten sehr gleichmässig, wahrscheinlich sogar völlig übereinstimmend, entwickelten. Die drei ausgezeichneten Moränenlagen der Würmeiszeit wiederholen sich überall. Aus den Interstadialen und dem Niederterrassenverlauf zeigt sich, dass die beiden äussern durch eine tief greifende Schwankung vom innern Jungmoränenkranz getrennt sind. In ähnlicher Weise