

<b>Zeitschrift:</b>	Eclogae Geologicae Helvetiae
<b>Herausgeber:</b>	Schweizerische Geologische Gesellschaft
<b>Band:</b>	26 (1933)
<b>Heft:</b>	2
 <b>Artikel:</b>	Über das schweizerische und europäische Pliozän und Pleistozän
<b>Autor:</b>	Beck, Paul
<b>Kapitel:</b>	IV
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.5169/seals-159273">https://doi.org/10.5169/seals-159273</a>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

der Linth zwischen Näfels, Walen- und Zürichsee, des Rheins bei Diepoldsau und Fussach, die zahlreichen Staubecken zur Gewinnung elektrischer Winter- und Spitzenkraft, wie Grimselsee, Barberine-(Wallis), Wäggital, Montsalvens (Fribourg), Sihlsee, die Durchbohrung von Gebirgen zur Änderung der Flussysteme (Ableitung des Arnensees aus dem Saane- ins Rhonegebiet, Änderung der Verteilung der Wasserkräfte durch die Trinkwasserversorgung der Städte), Lawinenverbauungen, Entwässerungen, Abtragung von Felsen und Schottern in Steinbrüchen und Kiesgruben usw. Der Mensch greift fördernd oder hemmend in den Gang der natürlichen Ereignisse ein, je nach den daraus zu erzielenden Vorteilen. Der Mensch drückt damit der Weiterentwicklung immer mehr einen Stempel auf, so dass der jüngste Abschnitt der Erdgeschichte auch im geologischen Sinne mit recht als Anthropozökum bezeichnet werden darf.

#### IV.

##### **1. Bergstürze. (76, 77.)**

Gewaltige, plötzlich abtragende und aufschüttende katastrophale Veränderungen der Oberflächenformen, besonders in den Alpen, erzeugten in glazialen, prähistorischen und historischen Zeiten die Bergstürze und Schlipfe. Das glärnerische Linttal (Glärnisch-Guppen 800 Millionen m<sup>3</sup>, Glärnisch-Gleiter 777 Millionen m<sup>3</sup>, beide glazial; Deyen-Wiggis 600 Millionen m<sup>3</sup>, prähistorisch), der Talkessel von Engelberg (glazial, 2500—3000 Millionen m<sup>3</sup>), das Kandertal (Fisistock 650 Millionen m<sup>3</sup>), das Rheintal bei Flims (Flimserstein 12000 Millionen m<sup>3</sup>, grösster Sturz der Schweizeralpen, glazial), das Rhonetal bei Sierre, das Ticinotal unterhalb Faido (Biaschina, 500 Millionen m<sup>3</sup>) und viele andere erhalten durch Bergstürze ihren geologischen Charakter. Der See von La Derborence am Südhang der Diablerets, der Oeschinensee am Fuss der Blümlisalp, der Klöntalersee nördlich des Glärnisch und viele andere verdanken ihre Stauung und Entstehung Sturzmassen. Der Kernserbergsturz trennt Ob- und Nidwalden; der Gauschlabergsturz schützt den Hang ob Trübbach im Rheintal vor Erosion und Schlipfen; die Sturzblöcke ober- und unterhalb Zweilütschin im Berner Oberland wirken wie Querschwellen einer Flussverbauung. Viele Sturzgebiete (Gauschla, Blattenheid in der Stockhornkette u. a.) liefern gutes Quellwasser. Die Ablagerungsgebiete der Bergstürze tragen meist Wald, da nicht alle Gesteine so rasch verwittern wie die Flyschschiefer des Elmersturzes vom Jahre 1881. Sehr übersichtliche Verhältnisse bietet der Goldauersturz vom Nagelfluhgipfel des Rossberges, der 1806 457 Menschen verschüttete. Reich an Bergstürzen sind die helvetischen Alpen wegen ihres Wechsels von weichen und harten Schichten und ihrer Tektonik; arm sind die gleichmässiger aufgebauten penninischen

und ostalpinen Decken, während die ebenfalls rasch das Gestein wechselnden Präalpen der Klippendecke häufig kleine Stürze aufweisen. Der schönste interglaziale Sturz lagert verkittet im Sundgraben am Beatenberg über dem Thunersee zwischen 120 m hangender und 30 m liegender Moräne 70 m mächtig.

## 2. Zur Datierung der prähistorischen Funde der Schweiz.

Die neue Glazialchronologie bringt auch einige Abklärung in das vielumstrittene Gebiet der Urgeschichte. Die Metallzeiten, das Neolithikum und das Azilien fallen vollständig ins Holozän, d. h. in die Zeit nach dem Rückzug des Aaregletschers von Innertkirchen in seine heutige Stellung. Die vorangehende Magdalénienkultur lässt sich an zwei Stellen einseitig datieren. Die Station Le Scé bei Villeneuve, die einzige bekannte alpine Stelle, muss jünger sein als die Interlakenerstellung des Aaregletschers (33); denn zu dieser Zeit reichte der Rhonegletscher noch ins Quertal gegen den Léman. Sie fällt somit in den Schluss des Pleistozäns. Das Kesslerloch im Fulachtal bei Thaingen muss bedeutend jünger sein als das Schlierenstadium (96), also frühestens in die ersten Rückzugsstadien der letzten Vergletscherung fallen. Es lieferte 55 Säugerarten (123), wovon hier der Eisfuchs, der amerikanische Rotfuchs, das Mammut, das wollhaarige Rhinoceros, das Wildpferd (über 50 Ex.), das Wildschwein, der Edelhirsch, das Rentier (über 500 Ex.), der Moschusochse, das Wisent, der Alpenhase (über 1000 Ex.), das Murmeltier, der Halsbandlemming, die Schneemaus und die sibirische Zwiebelmaus genannt seien. Ferner sei noch auf die über 170 Schneehühner hingewiesen.

Die ostschweizerischen Fundstellen vom alpinen Paläolithikum Wildkirchli im Säntis, 1477 m ü. M. (15), Drachenloch ob Vättis, 2445 m (16) und Wildmannlisloch in den Churfürsten (17) lieferten Werkzeuge, die vor das Moustérien zu stellen sind, riesige Mengen Ursus spelaeus, ferner Felis leo spelaea, Felis pardus, Cuon alpinus fossilis, Canis lupus, Dachs, Marder, Steinbock, Gemse, Edelhirsch, Murmeltier und Alpendohle, aber keine geologischen Anhaltspunkte zu einer Zeitbestimmung. Mit der Steigelfadbalme (11a), 900 m, oberhalb Vitznau am Rigi gelegen, steht es nicht besser. Dagegen kann die Einordnung des alpinen Paläolithikums in die vorliegende Chronologie dank den vorzüglichen Untersuchungen von DUBOIS und STEHLIN (189) in der Grotte von Cotencher in der Areuseschlucht bei Neuenburg und den unermüdlichen Nachforschungen und Grabungen von FLÜCKIGER und den Gebrüdern ANDRIST im Simmental (Berner Oberland) ebenfalls stratigraphisch gelöst werden. In allen Fällen spielen sterile glaziale Bändertone, die einzig in stehendem Wasser der Höhlen entstanden sein können, eine entscheidende Rolle, indem zu ihrer Bildung ein Abschluss der Höhlen durch Eis

oder Firn vorausgesetzt werden muss. Ferner dienen erratische, höhlenfremde Gerölle zur Datierung. *Cotencher* führt die Moustérienkultur und eine ziemlich kühle Fauna zwischen zwei Ablagerungen, die beide Wallisergesteine- und mineralien enthalten, also den beiden letzten Vergletscherungen entsprechen müssen. Die Tierwelt und die Ablagerungsart deuten auf das Ende der letzten Interglazialzeit und den vorstossenden Würmgletscher hin. Im *Schnurrenloch* oberhalb des Weissenburgbades (ca. 1250 m hoch) stimmt die Lagerung vollkommen damit überein, indem die Fundschichten zwischen zwei glazialen Bändertonen liegen. Das Vorkommen von Eisfuchs deutet ebenfalls auf den herannahenden Würmgletscher. Irgendwelche Gletscherschwankungen fallen in dieser Höhe ausser Betracht, da die genaue Kenntnis der Gletscherablagerungen das Auftreten grösserer Schwankungen überhaupt verneint und andererseits der Simmengletscher nur während seines Hochstandes durch Stauung dort hinauf reichen konnte. Zeitweilig entleerte sich die Höhle durch Gletscherspalten, worauf der Lehm austrocknete und viele Schwundrisse bildete. Die folgenden Verschlammungen, die wohl Wärmeperioden entsprechen, umhüllten die eckigen Stücke, so dass eine sehr hübsche Lehmbreccie entstand. Die Kulturschicht muss demnach interglazial sein (persönliche Beobachtung).

Das *Ranggiloc* endlich, das in ca. 1850 m Höhe über Boltigen liegt, besitzt nach den Beobachtungen von PAUL BIERI ebenfalls deutliche Bändertonschichten. Neben dem obern Glazial und seitlich mit diesem vermischt, also jünger als dieses, wurden Artefakte und Tierknochen, sowie eine Feuerstelle gefunden. Da es sich nach den Ergebnissen der Erforschung des eiszeitlichen Aaregletschers und der Eigenart der Gerölle nur um Geschiebe des Simmengletschers handelt und dieser nur während der grössten Vereisung so hoch hinaufreichte, so kann auch dieses paläolithische Vorkommnis nur als postrisszeitlich aufgefasst werden. Alle drei Höhlen stimmen darin überein, dass keine Anhaltspunkte vorliegen, das alpine Paläolithikum älter als die letzte Zwischeneiszeit zu datieren.

### **3. Ozeanität und Kontinentalität in ihren Einwirkungen auf die Gletscherausdehnungen.**

Für das Verständnis der alpinen Vereisungen und ihrer Verschiedenheit unter sich und gegenüber den nordischen besitzen die paläobotanischen Ergebnisse über die Klimaverhältnisse im nordischen Vereisungsgebiet grösste Bedeutung. Alle dortigen Profile stimmen darin überein, dass die Interglazialzeiten fast ausnahmslos wärmere und auch feuchtere Laubwaldperioden sind, die Eiszeiten aber durch kältere, kontinentalere und zur Tundra führende Nadelwaldperioden begrenzt werden (59, 61, 62, 100, 138, 140, 149).

Da aber nachgewiesen wurde, dass sich Wärme und Ozeanität nicht immer parallel verhalten, sondern neben einer einfachen Wärmekurve eine zweigipflige Ozeanitätskurve einhergehen kann, dass die weit nach E reichende interglaziale Eemtransgression in eine Laubwaldzeit, die vorhergehende Nadelwaldperiode aber in eine Zeit der grössten Ausdehnung des Landes fällt, so darf geschlossen werden, dass die so wichtigen Faktoren Ozeanität und Kontinentalität von der Verteilung von Land und Meer, also von tektonischen Faktoren, den epirogenetischen und eustatischen Schwingungen der Erdkruste abhängen. Den schönsten Beweis für diese Auffassung gibt der Verlauf der Moränenzüge der nordischen Vereisungen: Die Enden der beiden ältern Vergletscherungen, der Elster- und Saaleeiszeiten, lassen sich, von Aus- und Einbuchtungen abgesehen, ungefähr parallel zum Breitenkreis bis nach Breslau in Schlesien verfolgen, die Ränder der Rückzugsstellung „Warthevorstoss“<sup>1)</sup> und der Weichseleiszeit weisen von Nord-Jütland bis nach Hamburg (erstere noch darüber hinaus) eine meridionale Richtung auf, um dann bis über Breslau hinaus, respektive bis an die Oder nach SE weiterzuziehen und erst hier nach E und NNE umzubiegen (159—161). [Der Einfluss der Veränderungen der Ausdehnung des Schwarzen Meeres und des Kaspisees auf die Vergletscherungen mag hier ausser Betracht fallen (61).] Die ältern Vergletscherungen sprechen für eine ausserordentlich weit nach W reichende Kontinentalität, d. h. entweder für das Vorhandensein einer ausgedehnten Landmasse zwischen dem Kontinent und den britischen Inseln oder der Bedeckung der flachen Nordsee durch Eis. Die beiden letzten Gletscherränder lassen klar den Einfluss der offenen Nordsee erkennen. Die breite Zone des Kontinentalsockels macht die Möglichkeit von wesentlichen Küstenverschiebungen oder der Eisbedeckung leicht verständlich.<sup>2)</sup>

Da die Schweizer Alpen, besonders in ihrem westlichen Abschnitt, an der Stelle sind, wo das Alpengebirge aus der E-W-Richtung in die N-S-Richtung umbiegt, so müssen die Verlagerungen der Anti-

<sup>1)</sup> Die Selbständigkeit der Wartheeiszeit ist z. Zt. noch umstritten, d. h. nicht einwandfrei stratigraphisch bewiesen, ebenso wenig aber auch ihre Unselbständigkeit. K. PIECH (138) hat 1932 (*Annales de la Soc. Géol. de Pologne VIII/2-1932, II.*) Das Interglazial in Szczercow, östlich von Wieluń-Wojewodschaft Lodz) gezeigt, dass der Warthevorstoss vom Weichselvorstoss durch ein Interglazialprofil getrennt wird. Unsicher ist die stratigraphische Abgrenzung gegenüber der ältern Saaleeiszeit, da das sog. Rabutzer Interglazial in der Gegend von Halle verschiedene Deutungen zulässt. J. HESEMANN (172) weist ferner nach, dass sich die Geschiebe des Warthevorstosses sehr stark von denen der Saaleeiszeit unterscheiden.

<sup>2)</sup> Im Gegensatz zu B. GRAHMANN, dessen Auffassung über die Ausdehnung der Elstereiszeit zwischen Harz und Nordsee oben wiedergegeben ist, soll nach neuern Untersuchungen die Elstereiszeit etwas nördlich der Rheinmündung enden. Nach einer neuen Darstellung von P. WOLDSTEDT (188) übertrifft die Elstereiszeit die Saalevereisung von der Weser bis ins Dnjeprgebiet an Ausdehnung.

zyklone von E nach W und umgekehrt hier ganz besonders wechselnde Vereisungsverhältnisse schaffen, die sowohl von den nordischen, als auch denen der Ost- und Westalpen stark abweichen können.

Da der Meridian von Hamburg durchs Oberengadin geht, so liegen die Schweizeralpen noch in der ozeanischen Zone mit stärkerer Feuchtigkeit. Die stärkere Feuchtigkeit und die tiefe Temperatur der Saaleeiszeit mussten in den Schweizeralpen doppelt wirken und das Entstehen der grössten Vereisung (Riss) veranlassen. Der Einfluss des ozeanischen Klimas geht schon aus den Arealverhältnissen der beiden letzten Eiszeiten hervor, die allerdings auch durch Stauungsscheinungen wesentlich mitbeeinflusst sind: Verhältnis des Rissareals zum Würmareaal an der Rhone wie 1,5 : 1,0, an der Linth 1,4 : 1,0 und am Rhein 1,3 : 1,0 (51). In den Ostalpen sind die Unterschiede noch geringer, da die Kontinentalität immer mehr zunimmt. Die bedeutende Vergrösserung des Steyrgletschers und seiner Nachbarn zur Risszeit (134) ist darauf zurückzuführen, dass die starke Temperaturerniedrigung in den relativ niedrigen Einzugsgebieten prozentual viel grössere Arealveränderungen hervorbrachte, als in den hohen, westlich gelegenen Gletschergebieten. Dagegen weisen Ticino- und Addagletscher das Verhältnis 1,01 : 1,0 auf; sie sind in beiden Vereisungen gleich gross, was auf das Fehlen des nordatlantischen Einflusses zurückzuführen ist. Dass die für die Saaleeiszeit wichtige Temperaturdifferenz sich am Südhang der Alpen nicht mehr auswirkt, stimmt mit der Milankovitchkurve (108) ziemlich gut überein, denn sie weist für die südlichen Breiten geringere Kältemaxima auf als für die höhern. Immerhin wird der Hauptausgleich der Südexposition und dem nahen warmen Mittelmeer zuzuschreiben sein. Was hier für Ticino- und Addagletscher gesagt wurde, gilt im gleichen Masse oder noch strenger für alle Gletscher der Süd- und Ostabdachung der Alpen vom Col di Tenda bis an die Mur (134).

Von bisher nicht beachteter Wichtigkeit sind die Ozeanitätsverhältnisse für die Frage des Beginnes des Pleistozäns, die Parallelisierung der Eiszeiten in Europa und auch für ihre Verknüpfung mit Terrassen.

#### 4. Die Milankovitch'sche Solarkurve als Zeitmesser.

Die Solarkurve von M. MILANKOVITCH (113) wurde schon so oft mit den Eiszeiten parallelisiert (52, 105) und abgelehnt (104, 153, 160), dass es phantastisch scheinen kann, sie neuerdings als Zeitmesser und absolute Chronologie in Betracht zu ziehen. Trotzdem sei es gewagt, weil die Parallelisation der neuen Glazialchronologie und der Solarkurve in der ganzen vielseitigen Untersuchung nie die geringste Rolle spielte, sondern sich als Endergebnis von selbst einstellte und sich denn auch ganz wesentlich von allen früheren Versuchen unterscheidet.

Die Rückzugsstadien der letzten Eiszeit brachten, wie eingehend dargelegt wurde, nur sehr geringe Ablagerungen und keine nachweisbaren Schwankungen. In Übereinstimmung mit der nordischen relativ genauen Chronologie war der Aaregletscher nach den Deltaaufschüttungen berechnet vor ca. 10,000 Jahren bei Interlaken. Für Thun hatte ich schon vor der Kenntnis der Solarkurve 15,000 Jahre berechnet. Dann fällt bei Annahme ähnlicher Rückzugsverhältnisse der Murivorstoss (= Zürichstadium) mit der Kältespitze vor 22,300 Jahren zusammen. In die vorangehende, wenig intensive Wärmezeit gehören, wohl unter wechselnden ozeanisch-kontinentalen Einflüssen, die Zwischenstadien von Schlieren mit Schwankungen und vielen Ablagerungen und die Spiezschwankung, während die Maximalausdehnung der letzten Eiszeit dem Jahr 72000 folgt. Die nicht besonders intensive Erosion der letzten Interglazialzeit entspricht der relativ kurzen Zeit bis zur grössten Vereisung nach 116000. Zwischenhinein sei bemerkt, dass die Vereisungen stets den genannten Zahlen nachfolgten, so dass sie immer in die Wärmeperioden hineinreichten, was für die skandinavischen Rückzugsverhältnisse direkt bewiesen ist. Die Solarzahlen werden also mehr formell als tatsächlich genannt. — Die Schieferkohleninterglazialzeit, die sich durch die grössten Zuschüttungen (Aaresee) und nachfolgende Erosion auszeichnet, umfasst nach der Kurve ca. 70000 Jahre, so dass die Glütsch-eiszeit ums Jahr 187400 eintrat. Die ältere Hochterrasseninterglazialzeit umspannt nur etwa 40000 Jahre, was zu den geringern Aufschüttungen passt. Die Kandereiszeit und damit der Beginn des Pleistozäns stehen dann im Jahre 231100, resp. 244000, wenn der vorherige Wendepunkt der Wärmekurve in Betracht gezogen wird. Alle diese Zahlen liegen durchaus im Bereiche der Möglichkeit, ihr Rhythmus stimmt mit den geologischen Vorgängen sehr gut; auch die Größenordnung kann nicht wesentlich verschieden sein. Die dazwischenliegenden Warmzeiten sind sämtlich durch Fossilien bis an den Alpenrand oder ins Innere der Alpen nachgewiesen.

Sehr gut passt aber auch die nachfolgende sog. grosse Interglazialzeit von ca. 200000 Jahren zu den oben dargelegten Klimaverhältnissen des rhodanischen Golfes. Mediterrane Ozeanität und die lange Wärmezeit schufen eine fast subtropische Flora und ein Jahresmittel von 20°. Eine Verteilung des Zeitraumes auf die Astien- und Plaisancienzeiten muss naturgemäss unterbleiben. In diese Zeit fällt die zweite Hauptdurchtalung der Schweiz, am Alpenrand um ca. 700 m, was trotz der abnehmenden Talweite eine bedeutende Zeitspanne benötigte.

Die Einordnung der Deckenschottereiszeiten kann mangels reicher Ablagerungen weniger sicher durchgeführt werden. Es ist nach den noch vorhandenen Ablagerungen nicht absolut ausgeschlossen, dass die beiden Schottergruppen trotz der in jeder von ihnen enthaltenen zwei Vereisungen nur den Kältespitzen von 435 000 und 475 000 ent-

sprechen. Es ist zwar angesichts der breiten vorauszusetzenden Talböden viel wahrscheinlicher, dass die beiden eben genannten Daten einzig der Mindeleiszeit, die Kältespitzen von 548 200 und 589 400 aber der Günzeiszeit zugehören, eine Auffassung, die bis zur Beibringung von Gegenbeweisen Geltung haben sollte.

Wollte man aus theoretischen Gründen die viel ältern alpinen Sundgauschotter mit einer Vereisung der Alpen in Beziehung bringen, müsste man der ersten Deutung den Vorzug geben. Dagegen sprechen aber die viel höhere Lage der Sundgauschotter, der Verwitterungszustand der Gerölle und vor allem die inzwischen stattgefundene Veränderung des Stromsystems. Viel ungezwungener lässt sich dieser erste Vorstoss alpiner Gerölle ins Elsass hinaus, wie schon oben gesagt wurde, als Ergebnis der ersten energischen alpinen Talbildung aufzufassen, wie sie in der 500 m betragenden Eintiefung des Burgfluhniveau in das Simmenfluhniveau zum Ausdruck kommt. Diese Erosionsperiode, die den Deckenschottereiszeiten voranging, dürfte reichlich doppelt solange gedauert haben als die zweite Haupterosionsperiode, die vom Burgfluhniveau bis auf die Felstalböden hinabreicht, und mit etwa 200 000 Jahren bemessen werden kann. Da der Beginn der Deckenschottereiszeiten nach den obigen Darlegungen vermutlich ungefähr ins Jahr 600 000 fällt, so dürfte die erste intensive Erosionsperiode ungefähr vor einer Million Jahren angefangen haben. In diese Zeit fallen noch zwei Milankovitch'sche Kältespitzen, diejenigen von 834 700 und 928 200. Doch war die allgemeine Abkühlung des Klimas noch nicht soweit fortgeschritten, dass diese in den Alpen, die damals nur ein hohes Mittelgebirge waren, Vereisungen auszulösen vermocht hätten. Da nach physikalischen Berechnungen des radioaktiven Abbauprozesses der Beginn des Pliozäns mit Einschluss des Pontiens auf ca. 1,6 Millionen Jahre angesetzt wird, so ergibt sich für das Pontien eine Dauer von ca. 600 000 Jahren und somit ein natürlicher Anschluss der Milankovitchzeiten an die radioaktiv ermittelten. Die Proportionen der begrabenen Böden der Ukraine, die 4 Eiszeiten Polens und namentlich die Iller-Lechverhältnisse in der nachstehend dargelegten Gruppierung sprechen deutlich zugunsten von MILANKOVITCH.

Diese Darlegungen mögen zeigen, dass die Strahlungskurve von MILANKOVITCH ungezwungen mit den neu dargestellten Verhältnissen übereinstimmt und daher bis zum Gegenbeweis vorläufig als Zeitmesser verwendet werden darf, ihre Kältespitzen aber nicht als Ursache der Eiszeit, sondern nur als Eisvorstöße auslösende Faktoren gewertet werden dürfen. Als Ursachen der Eiszeiten kombinieren sich: erstens eine bisher nicht erklärte allgemeine Abkühlung des Klimas, zweitens die sommerlichen Kältemaxima der Solarkurve als auslösende Faktoren, drittens das Wechselspiel von ozeanischem und kontinentalem Klima, wie es sich aus den epirogenetischen und eustatischen Veränderungen

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 Deckenschotter-eiszeiten 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 „*begraben*en Böden“ in 5 Schichten, die mit unsrern 5 jüngern Moränen bezüglich der Proportionen der Zwischenzeiten durchwegs übereinstimmen. Die 5 Lölse werden in neuer Zeit von den meisten Forschern als Ausblasungen der die Gletscher umrandenden Sandflächen, 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 Lölse werden nach KROKOS stellenweise durch eine wenig mächtige, humose Zone, die Aurignacienartefakte lieferte, getrennt. Die beiden Lölse 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 Brüggstutzschotter mit den Schieferkohlen der Hurifluh bedeutend mächtiger und konstanter sind als das Wässerifluhinterglazial der Spiezschwankung. 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 Zeitspanne der Schieferkohleninterglazialzeit, die beispielsweise den Aaresee von Thun bis Bern auffüllte und wieder durchtala, sehr gut übereinstimmt. Die beiden untersten Lölse 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.