

der Gefahr eines zu engen, von Lokaleindrücken beeinflussten Horizontes zu befreien vermag. Der Pedologe ist ebenso wie der Geograph von der Durchführung größerer Reisen abhängig. Sie sind für ihn besonders wichtig. Für die Geographie mag das Zeitalter der großen Entdeckungsreisen als abgeschlossen gelten, für die allgemeine Bodenkunde hat es noch kaum begonnen. Überall gibt es für sie noch fast unerforschtes Neuland, dessen Kenntnis für den Ausbau des Systems dieser jungen Naturwissenschaft von grundlegender Bedeutung ist.

Der Geographie wird die moderne Bodenkunde auch dadurch nähergerückt, daß sich in beiden Wissenschaften ein ähnlicher Wandel in der Methode vollziehen mußte. So wie es in der Länderkunde nicht mehr darum geht, lediglich Tatsachen festzustellen und sie trocken aneinanderzureihen, sondern Einzelnes nur in seiner Einfügung, in seiner Funktion im Landschaftsganzen zu sehen und die Erfassung der Naturgeschichte (im weiteren Sinne) organischer Landschaftsgebilde zum Hauptzweck der Forschung zu machen, so wird auch die Bodenkunde aus einer trockenen Merkmalslehre immer mehr zu einer Wissenschaft, die nicht nur Böden als lebende Ganzheiten sieht, sondern auch die lebensvolle Einheit des Bodens mit der übrigen Welt zu erfassen bestrebt ist. Je mehr es der allgemeinen Bodenforschung gelingt, sich von der Enge der bloßen laboratoriumsmäßigen Merkmalsbestimmung zu befreien und sich zu einer umfassenderen, lebendigeren Auffassung des Bodens durchzuringen, desto mehr wird sie einer neuen Blüte entgegengehen.

Schrifttum.

- [1] K. Friedrich, Ökologie als Wissenschaft von der Natur. Bios VIII, 1937.
- [2] W. Kubiena, Entwicklung und Systematik der Rendsinen. Z. f. Bodenk. u. Pflanzenern. 29 (1943), S. 108—119.
- [3] J. Schultz, Die Grundfaktionen der Biologie. Abh. z. theoret. Biol., H. 7, Berlin 1920.
- [4] J. Afanassjeff, Osnownye tscherti potschwennowo lika semli (Das bodenkundliche Antlitz der Erde in seinen Grundzügen). Minsk 1930.

Echte Warwen in den Ostalpen.

Von Roman Lucerna,

Mit 3 Abbildungen.

Es gereicht mir, wenn ich damit den bereits gemachten Anfang hiemit fortsetze, zum besonderen Vergnügen, von einem Funde berichten zu können, der im Herbst 1942 durch einen glücklichen Zufall östlich von Klagenfurt gemacht werden konnte.

Die ersten ostalpinen Warwen wurden in diesen Mitteilungen (1940, S. 260) angezeigt. Die Hauptpublikation darüber, im Jahre 1940 an anderer Stelle eingereicht, konnte in drei Jahren nicht erscheinen und wird vermutlich durch diese zweite, hier vorliegende, zeitlich überholt werden. Jene enthält das über die Warwen Wesentliche, so daß sich über die Bedeutung der Warwen und der Geochronologie de Geers eine Mitteilung somit erübrigt.

Die an den ersten beiden Stellen genannten Warwen entsprechen wegen ihrer etwas sandigen Natur nicht vollkommen den an Warwen gestellten Anforderungen, obwohl auch bei den Skandinavien sandige Zusammensetzung vorkommt. Allein sie haben doch so sehr Warwencharakter, daß sie, um so mehr,

als im Bereiche des Millstätter Sees, soweit mir erinnerlich, echte tonige Warwen vorkommen, die ich ein zweites Mal nicht besuchen konnte, vielleicht als solche bewertet werden können¹.

Die damalige Sache wurde nicht ruhen gelassen, und wurde der erste neue Schritt von einem überraschenden, vollen Erfolge gekrönt.

Handelt es sich im ersteren Fall am Millstätter See um Warwen am Ausgang der Würmeiszeit, so beziehen sich die neuen Warwen östlich von Klagenfurt auf die untere Hälfte des Draugletschers (der Würmeiszeit) zu Anfang des Rückzuges. Sie dürften vielleicht die ersten mit Sicherheit nachgewiesenen eiszeitlichen Warwen sein, nicht nur der Ostalpen, sondern überhaupt, nicht nur in den Alpen, da die skandinavischen der (von uns gesehen alpinen) Postglazialzeit angehören.

Die Situation ist folgende: Östlich von Klagenfurt breitet sich die platte Ebene des Glanschotterkegels aus, welche zwei Straßen, die nördliche nach Brückl, die südliche nach Völkermarkt, strahlig durchziehen. 4 bis 5 km östlich von der Mitte der Stadt tauchen zwischen beiden Straßen und beiderseits von ihnen niedere, meist sanfte Hügelwellen auf, welche, zum Teil länglich gestreckt, mit sanft gewölbten Kuppen und seitlichem Steilabfall den Charakter der planen Ebene unterbrechen. Das Moment der Unruhe in der Landschaft verstärken flache Einsenkungen oder Löcher, ohne oder mit kleinem Schilfdickicht und Teichresten. Noch viel mehr wirkt im selben Sinne der Rahmen im Norden und Süden, dort in isolierten Bergen, tiefblau oder schwarzgrün, hier im abwechslungsreichen Zug schön geformter Karawankengipfel uns mit jedem Schritte ein Wechselspiel figuraler Änderungen vorführend, das den Atem der Landschaft nicht zur Ruhe kommen läßt und auf Vorgänge hinweist, von denen hier ein kleiner Ausschnitt angedeutet sei.

Beim Gute Straßhof erhebt sich der eine dieser Hügel, dort wo der Park in den Wald übergeht, ziemlich steil 7 m und mehr. Im Norden von Aich ein zweiter 17 m über der Straße, ganz aus Grundmoränenmaterial aufgebaut, dem festen grauen Lehm der Draugletschermoräne mit zahlreichen Geschieben, deren Kritzung den Teil einer Endmoräne eines bestimmten Eishaltes feststellen läßt (454 m). Westlich davon mit genau derselben Höhe (454 m) liegt der Hügel von Pokeritsch. (Das Nähere über die Hügel soll nach Tünlichkeit an anderer Stelle mitgeteilt werden.) Diese beiden Hügel liegen am Südrand einer auf der Spezialkarte mit dem Torfmoorzeichen versehenen Niederung, welche, anscheinend völlig eben im Nordosten, wo von einem nordöstlichen Hügel ein Sporn hereinragt, eine von der Straße umzogene alte Seebucht aufweist, von der ein Nordast der Niederung, zwischen den östlichen und nun auch westlichen Anhöhen, beim künstlich gestauten Robnikteiche die Straße (nach Brückl) quert und eine „Sackgasse“ (Ausstülpung) westlich gegen Schloß Hrastowitz entsendet.

Diese ganze Niederung ist alter Seegrund, besteht aus Lehm, wie die Leute sagen, und enthält drei Ziegeleien: die große, Farchenhof genannt, wo ein Wasserturm den Versuch einer Töpfereifabrik verkündet, eine zweite südwestlich davon und eine andere knapp im Südosten. Dies ist der Schauplatz der Warwen, die in den

¹ Bändertone werden im Werke von Penck und Brückner: „Die Alpen im Eiszeitalter“ wiederholt genannt. Nach Abschluß dieser Arbeit machte mich Herr Dr. P. Cornelius persönlich darauf aufmerksam, daß er in Vorarlberg Bildungen gefunden habe, die er (veröffentlicht 1927) als Bändertone bezeichnete; sie kommen vielleicht für Studien im Rheingletschergebiet in Betracht.

erstgenannten beiden vorkommen und auch in der dritten vorhanden sein dürften. Die Oberfläche deckt, wie mir der Herr Verwalter von Farchenhof mitteilte, dem ich für die Erlaubnis zum Besuche und für zahlreiche Hinweise bestens danke, eine Torfschichte, die im Norden nur 0,30 bis 0,50 m mächtig sein soll. An einem südlichen Wassergraben maß ich die Torfschichte über dem bläulichgrauen Ton zu 73 cm, wachsend bis auf 1 m. In die alte Seebodenfläche ist ein etwa 2,5 m tiefer Entwässerungsgraben eingeschnitten, der offenbar den Rababach hindurchleitet. Der Aushub erhöht anscheinend etwas den oberen Rand der Hauptziegelei-grube, der mit Rücksicht darauf 434,3 m, die angenäherte Höhe des Seebodens, haben dürfte. Der plane Boden der weiträumigen und von Steilabfällen rings umgebenen Ziegelei-grube, der zur Zeit meiner Anwesenheit auf horizontalem grauen Ton von Trockenrissen durchzogen war, liegt über 5,1 m unter dem obgenannten Rand. Auf dem Vorsprung im Nordosten liegt das Maschinenhaus (436 m, Spezialkarte). Die besten Aufschlüsse sind an der Westseite. Sie knüpfen nicht, wie angedeutet, an den oberen Rand ganz unmittelbar an. (Bei der südwestlichen Ziegelei fehlt der Torf oben; die Verwitterungsschicht des bis hinauf reichenden Tones beträgt etwa 20 cm, die Tonschicht oben 60 cm, worauf 20 bis 30 cm glimmeriger Sand, tiefer unten Ton folgen; Warwen konnten an zwei Stellen mühelos festgestellt werden.) Vielmehr ist im Farchenhofer-Aufschluß eine über 3 m unter dem oberen Rande tiefer gelegene Zwischenterrasse (heute überwachsen) ausgehoben, relativ 1,43 m hoch, und erst an dieser Stufe, der Warwenstufe, bis nahe zur Basis der Ziegelei ist der Ton gut aufgeschlossen.

Der Verwalter machte mich aufmerksam, daß der Lehm vorzüglich und weit- hin ebenflächig geschichtet ist (mit angeblich geringer Neigung nach Norden). In der Tat ließen sich graue Blätter, völlig eben begrenzt, wie dünner Pappendeckel abheben. An der Sohle der Ziegelei fehlte jedoch die Warwenbildung. Der für sie so wichtige Farbunterschied, der die feine Millimeterschichtung deutlich macht, war nirgends vorhanden. Erst am Westrand der Grube, am Steilrand, traten sie, wie erwähnt, unvermutet und plötzlich in Erscheinung. Nur am oberen Rande, der durch Abhub verknetet, von Wurzeln durchzogen und bröselig ist, waren sie durch Verwitterung herausgewittert, in Form von feinen Leisten (Bänkchen) und Hohlkehlen, und auch dann im kompakten Hauptteil sichtbar. Das Warwenvor- kommen ist hier über 100 m in der Horizontalen aufgedeckt, aber es ist nicht über- all deutlich entwickelt und auch, wo vorhanden, nicht immer gleich sichtbar, ja im selben Profil ist die Entwicklung nicht immer gleich prachtvoll.

Es wurden nun zwei Stellen ausgewählt, welche die besten Beispiele für die erforderliche Jahreszählung boten. Die beiden Profile, ein südliches und ein nörd- liches, beide an der Westseite, lagen im selben Niveau etwa 60 m auseinander und hatten als gemeinsame Grundlinie ein weißlichgraues Basalband, das sie durchlaufend verband.

Das Profil I (das südliche) war insofern etwas ungünstig, als es sich nur aus mehreren Stücken zusammensetzen ließ, die recht genau aneinanderge- schlossen werden konnten. Es hatte zudem eine etwas verstürzte Mittelpartie. Sofort erkannte man eine Dreigliederung des etwa 140 cm hohen, insofern etwas gebrochenen Ausmaßes des Profils, als die untere Partie um etwa $\frac{1}{2}$ m weiter rechts lag, was bei den weithin wie mit dem Lineal gezogenen geradlinigen Warwen nichts verschlägt. Auch ist die Verbindung beider Profilabschnitte leicht herstellbar. Man sieht eine obere Partie mit ausgezeichneten Warwen und ebenso eine untere Partie, während die Mittelpartie vollkommen warwenfreier und schichtungsloser dunkelgrau-bläulicher Ton ist. Die obere Partie setzt mit genau horizontaler,

messerscharfer Schichtfläche an dem schichtungslosen Mitteltrakt ab, und ebenso unvermittelt und plötzlich beginnt das untere Warvenpaket. Man steht anscheinend vor einem Rätsel (siehe später).

Wegen der Schwierigkeit wurde bei Profil I (dem Vorprofil) von einer genauen Dimensionierung der Einzel-Warvenmächtigkeit abgesehen und nur die Zählung vorgenommen. Es wurden die Warven in Gruppen zusammengenommen (z. B. dünnsschichtige und dann breitterschichtige) und diese abgezählt, schematisch unter sich gleichmäßig in das Profil eingetragen, ohne auf kleine Variationen innerhalb der Gruppe Rücksicht zu nehmen. Lediglich die Zahl hat im zugewiesenen Gruppenausmaß zu stimmen. So wurde ein erster Überblick und ein Anhaltspunkt gewonnen. Schon hier zeigte sich, daß Warvengruppen bis zu drei- und mehrfacher Mächtigkeit miteinander abwechseln: Durchschnittsmächtigkeit von 2,5 mm für hell und dunkel zusammen wird abgelöst von durchlaufend gleicher Mächtigkeit von 6 mm. Während im ersteren Falle die Grenzlinien vollends scharf sind, sind bei den 6 mm starken die Grenzen entweder deutlich oder fein ineinander übergehend. Die wunderbare Regelmäßigkeit dieser starken Warven läßt sie am besten vergleichen mit der Musterung des Zebra.

Dieses Profil umfaßt etwas über 1,4 m vertikal, wovon 112,9 cm auf Warven entfallen.

Das Hauptprofil II (das nördliche) war schon von Anfang an so eingerichtet, daß bei einer Aufschlußhöhe von 1,7 m eine vertikale Zählung mit tunlichst genauer Berücksichtigung der Einzeldimension jeder einzelnen Warve (es sind über 500) möglich war. Nur dort, wo die Warvenstärke auf $\frac{1}{2}$ mm und weniger sank, war die zeichnerische Wiedergabe schwieriger, wurde jeweils bei 6 bis 8 Warven in seltenen Fällen zum summarischen Darstellungsverfahren des Profils I gegriffen. Doch das sind seltene, bis Kleinfinger breite Stellen, welche den Gesamteindruck nicht tangieren. Nur an einigen wenigen kleinen Stellen war die Warwendichte kaum darstellbar. In Profil II, einem der schönsten morphologischen Funde, der mir geglückt ist, zeigt sich eine besonders deutliche Gliederung in Pakete. Die Farbwirkung ist hier eine besonders hervortretende, die Zebra-streifung wiederholt von wunderbarer Regelmäßigkeit. Und wieder die Dreigliederung in die obere und untere Warvengruppe und den schichtungsleeren Mittelraum, der jedoch hier von seltsam verbogenen, geschweiften und gewellten Schlieren durchzogen ist.

Nahe dem unteren Rande des Aufschlusses, wenige Dezimeter vom Boden, läuft ein einziger, ziemlich kräftiger, heller grauer Warvenstreifen hindurch, welcher, durch angenähert 60 m horizontal verfolgt, zwischen dem ersten kombinierten und dem zweiten einheitlichen Hauptaufschluß die Verbindung herstellt. Dem hellen Basalband läuft weiterhin in der Entfernung einiger Dezimeter oberhalb ein zweites „Weißband“ parallel.

Was das schichtungslose Mittelstück anlangt, wäre man zunächst versucht, an eine Kryptoschichtung zu denken. In der Tat fand sich an der Oberfläche verwittertes Stück mit deutlich gleichmäßiger Kleinschichtung (abgetrept), aber ohne die hellen Zwischenlagen. Es scheint also die Möglichkeit gegeben, daß infolge von klimatischen Unterschieden oder solchen der Ablagerungsverhältnisse die hellen Warven übersprungen werden. Für diese Annahme spricht auch, allerdings in sehr seltenen Fällen, das ungemein feine Übergehen aus den geschichteten Warven durch immer dünner werdende und schließlich kaum mehr sichtbare, helle Bänkchen in (anscheinend) schichtungslosen olivbraunen Ton. Über ein zweites Verhalten des warvenfreien, „schichtungslosen“ Tones wird unten

die Rede sein. Eine Beurteilung des Farbenwechsels im kleinen wie in ganzen Schichtgruppen ist hier noch nicht bebringbar. Für die Beurteilung des Mächtigkeitswechsels der Warven können klimatische Verhältnisse, der Trübungsgrad und Gesteinsverhältnisse in Betracht kommen; vielleicht auch innerhalb des Jahres die Unterschiede in den extremen Jahreszeiten, vor allem aber die wechselnde Entfernung von der Ursprungsstelle. Die Lage des warvenfassenden Sees ist konstant, die des warvenentsendenden Eisrandes veränderlich. Zudem: es ist nicht immer die hellere oder die dunklere Lamelle der Jahresschicht die mächtigere, sondern gruppenweise bald die eine, bald die andere. Wieder in anderen Fällen, besonders wenn der Mächtigkeitsgrad ein großer ist, halten sich auf größere Erstreckung beide das Gleichgewicht. Die Extreme der dünnen Warven und der starken alternieren nicht miteinander, sondern folgen einander in Gruppen. Langt man mit den Entfernungsunterschieden nicht aus, so könnte man klimatische Verhältnisse für die Ursache halten. Im Winter ist bei uns der Gletscherabfluß verringert und die Gletschermilch weniger trüb bis klar. Ist nun der Sommer auch kälter, so bleibt das Eis starrer, die Bewegung wird vermindert, das Schmelzwasser wie die Trübung werden geringer sein. Darnach könnten die feinen Warven auch als Absatz einer Reihe von kalten Jahren erscheinen. Umgekehrt könnten die großdimensionierten Warven auf eine Reihe von warmen Jahren hinweisen. Allein so einfach ist die Sache nicht, denn die warmen Jahre hätten doch einen Eisrückgang zur Folge, der die Warvenfrage wieder tangieren müßte. Oder man müßte bei wärmeren Jahren einen Nachschub aus überfülltem Firnbecken (nachgewiesen z. B. am Vernagtferner) als Ersatz annehmen, der dabei die Lage des Gletscherrandes stabil erhielte. Solche Auswege befriedigen wenig. Nimmt man dagegen für die feinen Warven ein Wachsen der Entfernung vom Gletscherrande, also eine kleine Rückzugs-Oszillation an, dann würden die feinen Warven gerade umgekehrt eine etwas wärmere Zeit, die großdimensionierten eine etwas kältere anzeigen. Diese Lösung der Frage mit der Entfernung vom Eisrande ist jedenfalls die bessere, und vielleicht liegt die Erklärung darin: Die Mächtigkeitsunterschiede der Doppelschicht führen sich auf die Entfernung, der Mächtigkeitsunterschied innerhalb der Jahreswarve auf eventuelle jahreszeitliche Unterschiede zurück.

Sekundär können auch Verlegungen der Einmündungsstellen der Wasseradern in den See die Absatzmächtigkeiten beeinflussen, was sich mit der obigen Deduktion überkreuzen und die ganze klimatische Epidiagnose tangieren könnte. Dagegen könnten gelegentlich mächtigere kalkhaltige Warwenteile mit der Anfrachtung kalkreicherer Grundmoränenpartien in Verbindung gebracht werden, obwohl das Mischungsverhältnis mit den sehr reichlich beigemengten Kalkgeschieben (die Kalkhaltigkeit des Seetonse hindert z. B. die Verwendung desselben für Töpfereizwecke) vielleicht ziemlich konstant sein dürfte.

• Kommentar zur Warwentafel².

Warven sind langgestreckte, anscheinend völlig horizontale und unter sich absolut parallele Feinschichten, deren zwei, eine dunkle und eine helle, dem Winter- und dem Sommerhalbjahr entsprechend (also eine Doppelschicht), als eine Jahresschicht gewertet werden. Der Parallelismus ist so streng, daß es keine

² Die durch die Zeitumstände notwendig gewordene zu starke Verkleinerung der originalen Warwentafel ist gerade für diese feine Betrachtungsweise leider von größtem Nachteil und höchst unvorteilhaft.

Änderung im schnurgeraden Verlauf, keine Wellung, Dickenschwankung, verschiedene Neigung, Unterbrechung gibt und alles linealgleich wirkt. Das Gesamtprofil, das 1,7 m bis in den warwenfreien Basisteil reicht, mußte nun der Reproduktion wegen an den Buchstaben zerschnitten werden. Die in der Reproduktion nebeneinandergereihten Stücke sind an den Buchstaben übereinandergestellt zu denken zu einer Warwensäule.

Wir können etwa vier Warwenkategorien aufstellen. Solche, von denen 2 bis 2,5 auf 1 cm gehen, andere mit 4 auf 1 cm, dritte bis zu 10 und vierte bis zu 15 auf 1 cm. Auch die letzten, die kaum mehr wiederzugeben sind, sind noch deutlich unterschieden ausgeprägt. Die höheren Warven sind die jüngeren und späteren, die tieferen die älteren und früheren. Die Profilstücke A—B, B—C, C—D sind senkrecht übereinandergestellt zu denken, so daß sie eine Kolumne bilden, wie sie auch in Wirklichkeit vorkommen, und zwar A zuoberst und D zutiefst.

Es ist auffällig, daß Gruppen ähnlicher Warven zusammenhalten und eine Serie bilden. So ist die obere Schicht auf 40 (38) Jahre ziemlich gleichartig mit dicken dunklen und kräftigen hellen Warven. Es folgt auf einmal eine Gruppe dünner dunkler von 53 Jahren mit geringer Unterbrechung der Gleichmäßigkeit. Auf diese nach unten eine dritte Warwengruppe, unter sich gleichartiger, ähnlich kräftig wie die oberste, aber dichter gedrängt, etwas über 60 Jahre umfassend. Nach einem warwenleeren Hiatus von 26 mm Mächtigkeit folgt die „Trommel“. Ich nenne diese Warvenserie von 89 Stück deshalb so, weil sie wie eine gleichmäßig auf einer Trommel aufgetragene Einteilung von einer gleichmäßig abständigen Mittelpartie, besonders nach den Rändern zu eine starke randliche Verdichtung symmetrisch aufweist. Es folgt eine neue Serie von 53 Jahren mit (davon 22 Jahre) trommelähnlichem Abschluß nach unten (randlicher Dichtigkeitszunahme), dann eine zweite Lücke von 69,5 mm und nach 23 ziemlich und gleichmäßig weitständigen Warven (von denen die ersten kräftiger sind) eine dritte Lücke von 76 mm. Die folgende Serie, 116 Jahre stark, von besonderer Dichtigkeit und fast nur einseitiger, ungleichmäßiger Trommelentwicklung, weist die Eigentümlichkeit einer sechs- bis siebenfachen kurzen Unterbrechung (etwa wie das Farbband des Spektrums) auf. Der folgenden Lücke von 47,75 mm folgt die untere Schlußserie von 81 Jahren mit undeutlicher Trommelbildung, aber einer mehrfachen Abwechslung dichtständiger und weiterständiger Warven. Die folgende (im Profil nur mehr begrenzte) Partie von 192 mm ist die dreiteilige Zone undeutlicher Warven, weitständig im Ober-, mittelständig im Unterteil und engständig in der Mitte. Bisher umfaßt der Aufschluß 124,25 cm, der Rest mit 1,7 m und mehr ist warwenlos und dicht bis auf einige wenige kräftige, die durchschnittliche Warwenbreite übertreffende, durchlaufende (hellgraue) Weißbänder.

Ich habe das hier besprochene Hauptprofil 60 m nördlich von dem Nebenprofil erst später gefunden und stelle es hier als wichtiger voran. Das Nebenprofil ist kombiniert und war daher die Zählung erschwert. Das ganz ausgezeichnete Hauptprofil ermöglichte eine glatte Durchzählung von oben bis unten.

Die Zählweise. Es ist nicht die relative Zeitbestimmung der Geologie, die hier angewendet wird. Es sind absolute Jahre, ist also Geochronologie, aber nur bruchstückweise. Die Zählweise ist schwierig. Sie hat keinen festen Ausgangspunkt. Weder das Jahr 1942 noch das Jahr Christi Geburt noch ein früheres historisches Jahr. Aber auch ein örtlicher Ausgangspunkt im Sinne eines genauen Anfangspunktes und Endpunktes der Ablagerung ist nicht leicht feststellbar. Und drittens ist die absolute Jahresreihe ohne festen Anknüpfungspunkt auch im Innern mehrfach unterbrochen durch warwenfreie Zwischenräume un-

bestimmter Jahreszahlen. Alle drei Punkte können fürs erste nicht überwunden werden. Aber es ist ein Vorteil, zu sagen, daß auf einen Zählmeter an 500 Jahreswarven gehen.

Somit bleibt die innere Zählweise der vorhandenen und gezählten Schichten. Diese Zählweise ist eine doppelte. Ausgangspunkt kann die oberste sichtbare Warve sein, welche nicht mit der Oberfläche des alten Seegrundes zusammenfällt, sondern tiefer liegt. Von hier aus geht die Zählung nach unten. Geochronologisch ist es die Zählweise nach immer älteren Jahrgängen, wie in der menschlichen Geschichte vor Christi Geburt. Diese Zählweise hat zwar einen festen Ausgangspunkt, dieser ist aber nicht der Abschluß der Bildung nach oben. Die zweite Zählweise kann am unteren Rande beginnen und nach oben fortschreiten im Sinne unserer Jahreszählung nach Christi Geburt. In diesem Falle be-

O	U	zeichnen wir die vorhergehende erhebliche Jahresreihe mit x.
1	x + 514	Es sind im folgenden beide Zählweisen parallel nebeneinander-
...		gestellt, wobei die erste gegebenenfalls eine Verschiebung er-
10	x + 505	fahren kann.
...		Die erste Zählweise O gibt die Zahlenreihe vom
50	x + 465	oberen Ausgangspunkt nach unten, also in verkehrter Folge
...		der Wirklichkeit. Die Zählweise U zeigt die Zahlenreihe von
100	x + 415	unten ausgehend und in der richtigen Reihe der aufeinander-
...		folgenden Jahre nach oben fortschreitend. Bei O: 514 Jahre
150	x + 365	mindestens vor der obersten Schichte wurde die unterste
...		Warve gebildet; und bei U: 514 Jahre nach der ersten ge-
200	x + 315	zählten Warve wurde die oberste Deckwarve gebildet. x be-
...		deutet die unbekannte Vorzeit.
300	x + 215	Die gezählten Warven A—C umfassen, eingerechnet die
...		Unterbrechungen, zusammen 1,039 m. Von Interesse ist die un-
400	x + 115	mittelbar darunter gelegene Seetonzone C—D. Sie ist die Zone
...		der undeutlichen Warven und umfaßt insgesamt 192,5 mm
500	x + 15	in drei Abteilungen zu oben 52,5, in der Mitte 68,5 und unten
...		71,5 mm. In der Oberzone zu 52,5 mm zählt man 16 undeut-
514	x + 1	liche Warven, das sind an Warwendichte etwas weniger
		als 3 Stück pro 1 cm; in der Mittelpartie von 68,5 mm sind
		(mit Lupe) etwa 190 Stück bemerkt worden, das sind rund
		2¼ äußerst feine Warven pro 0,1 cm, und in der Unterschicht

von 71,5 mm fanden sich wieder an 50 Stück undeutliche, demnach eine Warwendichte von fast 7 Stück pro 1 cm. Wegen der Undeutlichkeit der Umgrenzung und der Schwierigkeit der Zählung wurden sie nicht eingetragen. Sie erhöhen an-
 g e n ä h e r t mit $16 + 190 + 50 = 256$ Stück auf einem Abschnitt von 192,5 mm die obige Warvenzahl und damit die Jahreszahl von 514 auf $514 + 256 = 770$ Jahre. Die drei genannten Abschnitte zwischen C und D zeigen, welche Veränderlichkeit in der Warvenzählung auch in undeutlicher Zone zu gewärtigen ist und lassen den Schluß berechtigt erscheinen, daß eine ähnliche Veränderlichkeit auch in den Unterbrechungen in den Warvenlücken, in denen Warven auch nicht undeutlich wahrgenommen werden konnten, zu erwarten ist.

Wollten wir in den Warvenlücken, von denen die erste von oben nach unten 25,5 mm, die zweite 69,5 mm, die dritte 76 mm, die vierte 47,75 mm umfaßt (also insgesamt 218,75 mm), Warven interpolieren, so zeigt die Strecke C—D mit den Verschwindungswarven an, daß eine Warvenlücke durch äußerst feine Warwengliederung ein Multiplum einer gezählten Warwendistanz bedeuten kann (siehe

Mittelpartie C—D), aber (vgl. hiezu obere und untere Abteilung von C—D) nicht bedeuten muß. Nehmen wir eine bisher ermittelte Schwankungsbreite der Warwendichte von 2 bis mindestens 20 an, so ergäbe eine rohe Schätzung für die Summe der Warvenlücken $(218,75 \times 0,2) = 43,75$, für den letzteren Wert 437,50 Jahre und für die Durchschnittszahlen von 6 und 10 Warven 131,265 und 218,75. Da der ganze Aufschluß etwas über 1,7 m hoch war, würden sich für den untersten warvenfreien Rest (unter D) bei einer angenommenen Warwendichte von 2, 4, 6 Warven noch 100, 200 oder 300 Jahre mehr ergeben oder bei einer Annahme von 5 Warven für die Warvenlücken und die warvenfreie Basalzzone rund 350 Jahre mehr oder für den Gesamtaufschluß von weniger als 2 m 1120 Jahre; davon sind 514 gezählt, 256 weitere annähernd geschätzt, der Rest ist vollkommen fraglich.

Nicht unerwähnt darf ein eigentümlicher Sonderfall innerhalb der Warvenzone bleiben. In einer warvenfreien Mittelzone finden sich höchst eigentümliche Schlieren. Sie sind gegenüber der grauen Grundmasse hellgrau braun und haben ein merkwürdiges, etwas gewundenes Aussehen. Man könnte sie für schief gelagerte, ins Gleiten gekommene und gestauchte Lagen halten, von anderer toniger Beschaffenheit. Dem ist jedoch kaum so, denn sowohl die Unterlage wie die Deckschicht bilden anscheinend absolut horizontale und ungestörte Warven. Eine Rutschung hätte, wenn schon nicht die Unterschicht, mindestens die Oberschicht in Mitleidenschaft ziehen müssen. Auch daß es sich um eine vertikale Kluftausfüllung handelt, dürfte kaum zutreffen. Auch das Durchgehen von Warvenspuren durch die geflammten Partien konnte bisher nicht beobachtet werden. Und andererseits fehlt die Erscheinung in den mit Warven ausgestatteten Zonen vollkommen. Vielleicht ist die Verfärbung chemisch bedingt. Das Ganze sieht dann, auf die Hälfte der natürlichen Größe reduziert, wie Abb. 1 zeigt, aus.

Die verfärbten Stellen bilden eine Art Strömungsfigur, und wenn man sich erinnert, daß Fluidalstrukturen oben und unten scharf abgeschnitten sein können, so könnten geänderte Absatzverhältnisse, Bewegung, geänderter chemischer Bestand vielleicht zur Erklärung herangezogen werden.

Außer in dieser Schlierenzone weist auch der gesamte Aufschluß in den einzelnen Paketen verschiedene Verfärbungszonen auf: oben ein Wechsel von insgesamt mehr Hellgrau und mehr Dunkelgrau, sodann eine blaugraue Zone, dann eine mehr weißliche Schicht. Auch bräunliche Verfärbungen kommen vor, und die untersten Zonen sind mehr olivfarbener Ton.

Auswertung der Warwentafel.

Die Warwentafel gibt die tatsächlichen Verhältnisse gemessen wieder. Angesichts dessen sollte man Bedenken tragen, hypothetische Deduktionen anzu-

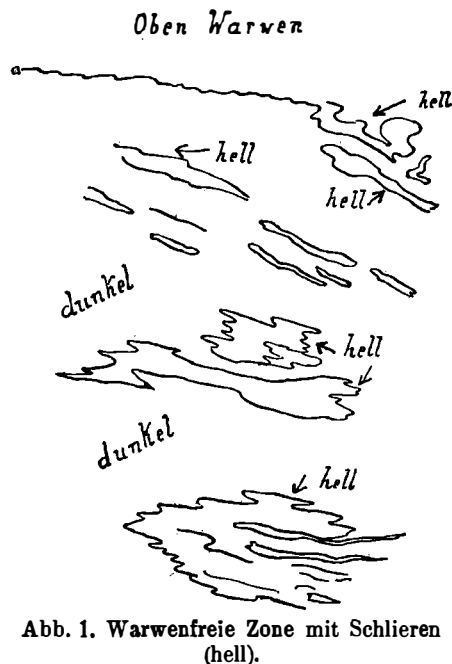


Abb. 1. Warvenfreie Zone mit Schlieren (hell).

knüpfen und die Ergebnisse damit etwa zu verwaschen. Trotzdem soll schon jetzt auf die Möglichkeit einer Auswertung der Warwentafel hingewiesen werden. Eine Handhabe hiezu bieten die Skandinavier. Nach de Geer werden die Warwen nach oben hin feiner. Sie werden feiner, weil der Eisrand sich zurückzieht, entfernt und sich damit die Schichten ausdünnen. Damit können wir bei unseren Warwenbildungen einen weiteren Gedanken verknüpfen. Bei uns sind die oberen Warwen nicht feiner, sondern gröber. Am Abschluß der Warwenbildung war hier der Eisrand nicht ferner gerückt, sondern offenbar näher gekommen.

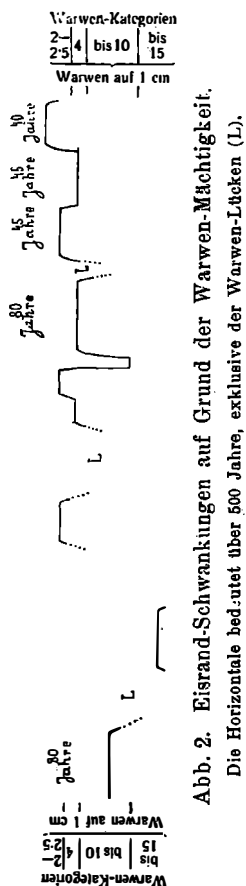
Die obersten Warwen können eine kurze Vorstoßperiode bezeichnen, welche sich auf etwa 40 Jahre erstreckt. Dann aber ist wohl im Sinne der Skandinavier und anschließend an die obige Annahme das Warwenprofil ein Profil der (kleineren) Eisrandschwankungen. Wo die Warwen dünn sind, lag der Eisrand weiter zurück. Die absolute Distanz des Zurückweichens bleibt noch unbekannt. Es wird vermutlich zwei Mittel geben, ihr nahe-zukommen. Vorläufig könnte man sich relativ vielleicht damit behelfen, daß man eine Einheit annimmt und die kleine und kleinste Warwenmächtigkeit durch die größte dividiert und daraus ein Vielfaches (ein Zweier- oder Dreifaches) der Einheit der Entfernung annimmt. (Die Sache ist natürlich problematisch, weil noch andere Momente in Betracht kommen können.) Ist die Beziehungsannahme richtig, dann wäre ein allmählicher Übergang der Gruppe kleiner in eine solche großer Warwen (und umgekehrt) anzunehmen, keine abrupte Abnahme. In Wirklichkeit gibt es mehrere Formen.

Das unvermittelte Absetzen großer (wie kleiner) Warwen dürfte am ehesten bei Vorstößen zu erwarten sein.

Nun rücken auch die warwenleeren Räume, die Warwenlücken, in eine neue Beleuchtung. Sie entsprechen wahrscheinlich noch weiter zurückliegenden Eisrandlagen, von denen aus die Warwenbildung nur verwischt stattfinden konnte. Daß in diesen warwenfreien Zonen Absatz der Warwenzeit stattfand, aber eigentliche Warwenbildung, d. h. unterschiedlicher Absatz fehlte, ergibt sich aus der Auf- findung einer Zone verwischter Warwen, wie sie im Profil zwischen den Buchstaben C und D im Liegenden des Profils festgestellt werden konnten. Allerdings ist damit auch eine Schwierigkeit aufgetaucht; die nämlich, daß die Zone der verwischten Warwen durchaus nicht überall eng- ständige Warwen aufweist (und somit die Trübung der

Warwenbildung auch andere Ursachen haben könnte), weshalb die Warwenlücken durchaus nicht ausschließlich ein Vielfaches der benachbarten gleichen Distanz ausgeprägter Warwen an Jahreszahl enthalten müssen. So enthält der dreiteilige Profilschnitt C—D wie gesagt 16, bzw. 190 und 50 Stück auf nicht sehr differen- ten Entfernungen undeutliche Warwen in diesfalls nur angenäherter Zählung.

Beiliegendes Profil sucht die Schwankungen der Eisrandlage in den 514 Jahren darzustellen. Die Basis gibt die Zeit der 514 Jahre, die Höhe des Profils die Schwankungsweite der Eisrandlage (abgeleitet von der Warwen-



mächtigkeit nach dem Vielfachen einer angenommenen [in Werten nicht bestimmten] verhältnismäßigen Einheit) und zugleich die Dauer der einzelnen Halte absolut und vergleichsweise.

Die Kurvenstücke können gleichzeitig als angenäherte Dauer der Gletscherstände wie als Aufeinanderfolge der Endlagen aufgefaßt werden. Das Profil enthält zwei ungleichwertige Längen. Die Warwenstücke zählen nach Jahren, die Lücken nach Millimetern der originalen Zwischenschicht. Sie haben nur die Aufgabe, die Unterbrechungen annähernd proportional anzudeuten.

Ergebnisse.

1. Es sind Warwen in den Ostalpen (Alpen) nachweisbar als regelmäßige Doppelschichten, die als Sommer- und Winter- und somit als Jahresschichten aufgefaßt werden können.

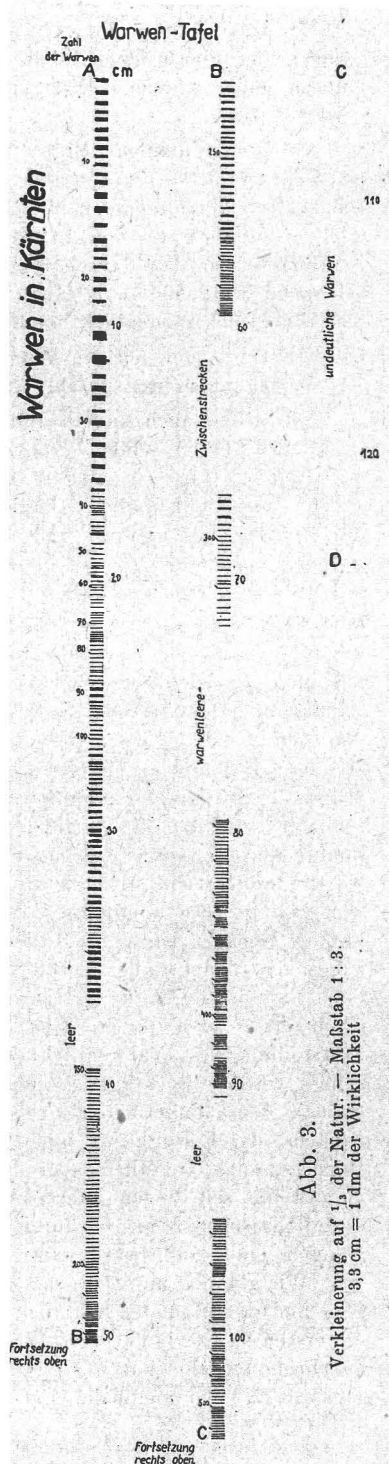
2. Die besprochenen Warwen sind eiszzeitliche, während der Anfänge des Rückzuges des Würm-Drau-Gletschers abgesetzt, und wurden etwas über 6,5 km östlich von Klagenfurt aufgefunden (Oktober 1942).

3. Es wurden unter anderem zwei Warwenprofile, das eine von etwas über 1,7 m, beobachtet, davon mit Unterbrechung 1 m mit Warwen ausgestattet, die eine Zählung von 514 Jahren erlaubten.

4. Die Warwen weisen Mächtigkeitschwankungen auf. Es ist nicht anzunehmen, daß der Eishalt während der Warwenbildung völlig unveränderlich war, sondern vermutlich kleine Oszillationen ausführte, die sich in Mächtigkeitschwankungen der Warwenbildung geäußert haben dürften.

5. Ist diese Annahme, die sich mit skandinavischen Angaben in Einklang bringen läßt, richtig, so ist das Warwenprofil zugleich ein Profil der (kleinen) Eisrandschwankungen und damit von Temperatur-, bzw. Niederschlagschwankungen dieses (geochronologischen) Zeitabschnittes.

6. Die Unterbrechungen der Warwenbildung werden mit etwas größeren Eisrandschwankungen (Rückzugsentfernungen) in Verbindung gebracht, da nach skandinavischen Angaben Warwen noch einige Kilometer vom Eisrande zur Ausbildung gelangen.



7. Die Unterbrechungen der Warwenbildung lassen sich schätzungsweise nicht sicher überbrücken, doch zeigt eine Zone verschwindender Warwen, daß man in jenen vielleicht Werte zwischen 3 bis fast 30 Stück pro Zentimeter zu erwarten hat.

8. Nimmt man als Mittel zwischen groben und feinen Warwen fünf Stück pro Zentimeter, so ergeben sich rund 500 Stück (Doppelschicht) pro 1 m und, geschätzt für die angenommene Mächtigkeit der Ablagerung (mit Vorbehalt), ein Ablagerungszeitraum von 10 000 Jahren, bei der Annahme von zwei Stück pro Zentimeter von 4000 Jahren, welche man, da ja auch die warwenleeren (oder anscheinend warwenleeren) Räume als Absatzzeiten in Betracht kommen, als eine Art von „Rückzugseinheit“ im Rückzugskalender wird aufstellen können.

9. Diese abgeleiteten Zahlen sind auch in Anbetracht der warwenleeren Räume gegenüber den gezählten Werten durchaus unbestimmt.

10. Diese noch unvollständige Warwenliste von Farchenhof bei Klagenfurt bildet einen erstmalig zahlenmäßig erfaßten Teilabschnitt im Rücklauf des Draugletschers der letzten Eiszeit, dessen vollständiger Überblick in einer Beobachtungskette ein Desideratum der Zukunft sein würde und dessen gleichfalls bereits festgelegten epd-nahen Stände zum kleineren Teil in einem auf etwa 700 Jahre geschätzten Abschnitt am Millstätter See seit 1940 zeitlich vorliegen. (Im Erscheinen.)

Schlußwort. Die Warwen sind nebenbei sichtlich bestimmt, unsere Anschauungen über gewisse Erscheinungen des Eiszeitalters zu revidieren oder zu vertiefen. Der Draugletscher kann sich sehr wohl seinen Dimensionen nach mit Lappen skandinavischen Eistrückzuges messen. Zwischen den angegebenen beiden den Endlagen nahen Vorkommnissen, einem äußeren und einem inneren, dem hier angeführten und dem anderen, von mir aufgefundenen am Millstätter See aus der Schlußphase der Würmeiszeit, würde eine Warwenbrücke zu schlagen sein, die die Vorgänge des Eistrückzuges der Würmvereisung enthalten könnte und im großen wie in den Eisrandschwankungen der Halte für die gegenwärtig in Schwebe stehende Frage der Ursachen der Eiszeit selbst von Belang sein könnte. Ein möglichst vollständiges Warwenprofil, von dem hier ein Teilanfang gemacht ist, ergäbe allerdings nur eine innere Chronologie des Eistrückzuges, da zunächst die Anknüpfung an ein festes Gegenwartsdatum durch mögliche Unvollständigkeit alpin-postglazialer Beobachtungen (wenn auch kaum ganz) erschwert werden dürfte. Eine Vervollständigung der Beobachtungsreihen durch Feststellung des Warwenrücklaufes im Etschgebiet und in dem des Rheingletschers würde die Vergleichsmöglichkeiten erhöhen. Vielleicht gelänge es dann einmal, den „Jahrhundert-Kalender der letzten Eiszeit“ (nicht zunächst des Eiszeitalters, auch nicht des Herannahens der Würmeiszeit, eher des Höchststandes, vor allem aber des Rückzuges) aufzustellen.

Meine seit vielen Jahren bestehende Absicht, zur größeren Sicherheit die skandinavischen Warwen durch Augenschein persönlich kennenzulernen, konnte mangels einer anderwärts erstrebten Subventionierung nicht ausgeführt werden.

Wir glauben nunmehr, das Glück zu haben, die Warwenforschung in Kärnten und damit in den Ostalpen (vielleicht in den Alpen überhaupt) einzuführen, die ersten eiszeitlichen Warwen überhaupt gefunden zu haben und damit die geochronologische (von uns gesehen stadiale) Zählweise de Geers im alpinen Eiszeitalter anzubahnen.