

Würm-Rückzugsstadien vom Schwarzwald bis zur Hohen Tatra

Von ADOLF ZIENERT, Heidelberg

Mit 1 Abbildung und 4 Tabellen

Zusammenfassung. Ein Überblick über die Würm-Rückzugsstadien in den höheren Gebirgen Mitteleuropas außerhalb der Alpen ermöglicht die Aufstellung einer (einschließlich dem z. T. mehrgliedrigen Maximalstand) neunteiligen Serie prähistorischer Gletscherstände. Historische Moränen scheinen sich nirgends nachweisen zu lassen. Außerdem ergeben sich neue Werte für die unterschiedlich groß gewesene Schneegrenz-Depression in den behandelten Gebirgen. Schließlich wird eine vorläufige Parallelisierung dieser Rückzugsstadien mit denjenigen der Alpen versucht (zum Vergleich auch Mount Kenya).

Summary. Beginning with Würm-maximum there can be distinguished four to nine different groups of moraines (stadials) in the mountains of Central Europe from the Black Forest to the High Tatras, all of prehistorian times. It seems that no historic moraines can be found. On the other hand the differences between the altitudes of the "snow-line" of all stages and from minimum to maximum in all these mountains can be estimated more clearly as it was possible before. The correlation between these stadials and those of the Alps is up to now filled with problems, but it seems that it may become more easy now. And there may even be some correlation with the glacial stades of Mount Kenya (East Africa).

Vorwort

Das Hauptinteresse der Glazialforschung in Mitteleuropa galt bisher im allgemeinen der Gesamtgliederung des Eiszeitalters und den Würm-Rückzugsstadien der Nordischen Vereisung, allenfalls noch den alpinen Rückzugsstadien (man vgl. z. B. die Seitenzahlen für die einzelnen Fragenkomplexe in den Handbüchern). Die Würm-Rückzugsstadien in den außeralpinen Gebirgen Mitteleuropas waren dagegen bis vor wenigen Jahren kaum untersucht und, von Ausnahmen abgesehen, schon gar nicht auch nur einigermaßen geklärt. Die größte Unsicherheit lag schließlich in möglichen Parallelisierungen. Meist beruhten Korrelations-Vorschläge auf reinen Abschätzungen auf Grund von Schneegrenz-„Berechnungen“ (z. B. ERB für den Südl. Schwarzwald und LUKNIŠ für die Tatra). Entsprechend kamen recht widerspruchsvolle Ergebnisse zustande.

In der vorliegenden Untersuchung wird deshalb einmal mit anderen Mitteln an das Thema herangegangen. Es wird vor allem versucht, mit Hilfe des „Gesetzes der Serie“ weiterzukommen, d. h. nicht absolute Zahlen für die Höhenlage der Moränen allein werden für wichtig gehalten, sondern die ganze Abfolge als solche. Dasselbe gilt für die Werte der Schneegrenz-Depression. Dabei wird vorläufig davon ausgegangen, daß die tiefstgelegenen Würm-Moränen oder -Moränengruppen dem Maximalstand der Würmvereisung entsprechen und etwa zeitgleich entstanden sind (Ausnahmen davon siehe im letzten Abschnitt).

Auch nach dieser Untersuchung läßt sich noch keine wirklich gesicherte Parallelisierung durchführen, immerhin zeigen sich aber wesentlich mehr Anhaltspunkte als bisher für Versuche dazu. Vielleicht wird aber auch die alpine Forschung dadurch angeregt, endlich im eigenen Gebiet entscheidend weiterzukommen in Richtung auf eine vollständige Gliederung wenigstens aller größeren Rückzugshalte. Viele Ansätze dazu sind ja vorhanden. Die unglückselige Trennung in Arbeiten aus dem Vorland und solche aus dem Gebirge trägt aber sehr zur Verhinderung dieser Vollgliederung bei; schließlich ist die orographische Alpenaußengrenze für die Rückzugshalte der Würm-Gletscher doch

keine Zeitgrenze. Eine weitere Erschwerung ist die Tatsache, daß bisher fast ausschließlich Gletschergebiete untersucht wurden, die mit großen Längstälern in Zusammenhang stehen. Im Bereich dieser Längstäler mit ihren beim Zurückschmelzen der Gletscher immer wieder aufgetretenen Toteismassen dürfte eine Klärung allerdings nur schwer möglich sein. Es gibt aber eine ganze Reihe von Gletschergebieten, deren Abflüsse mit großen Längstälern nicht in Berührung kamen. Dort müßte angesetzt werden. Die Aufmerksamkeit müßte also mehr auf die kleineren Gletschergebiete gelenkt werden, weil dort die Verhältnisse oft wesentlich klarer zutage treten als bei den ganz großen.

Einleitung

Im Anschluß an meine Untersuchung über die „Vogesen- und Schwarzwald-Kare“ (1967) und die dort möglich gewesene Klärung der Gletschergeschichte des Nördlichen Schwarzwaldes (S. 64—74) habe ich versucht, auch die glaziale Entwicklung in den übrigen außeralpinen Gebirgen Mitteleuropas nach der vorhandenen Literatur durchzuarbeiten. Gleichzeitig wurde mit einer Revision der bisherigen Ergebnisse aus dem Westteil des Südlichen Schwarzwaldes begonnen, bei der sich interessante Korrekturen des bisherigen Bildes vor allem im Wiesental und zwischen Feldberg und Schauinsland abzeichnen. Weitere Gesichtspunkte ergaben sich aus dem Vergleich der mitteleuropäischen mit ostafrikanischen Würm-Rückzugsständen (ZIENERT 1968). Dabei erwies es sich immer mehr, daß die sonst üblichen Schneegrenz-Berechnungsmethoden wesentlich weniger exakt auswertbar sind als die Berechnung der von mir erstmals in der Arbeit von 1965 (S. 220 unten, dort „Hälfte des Vertikaldifferenz-Wertes“) benutzten $\Delta/2$ -Werte als Maß für die Schneegrenz-Depression. Während man sonst erst umständlich die Schneegrenze für jedes Stadium ausrechnen muß (wobei oft die Zahl der Unsicherheiten größer ist als die der wirklichen Anhaltspunkte), um die jeweilige Schneegrenz-Depression aus den so erhaltenen Werten abzuschätzen, kann man hier mit exakten, direkt aus den Kartierungen ablesbaren Werten rechnen. Es gibt nur eine Fehlerquelle, nämlich falsche Kartierungen! $\Delta/2$ ist eben nichts anderes, als der halbe Δ - (=Differenz-)Wert zwischen den Höhenlagen der verschiedenen Moränen. Je nach Lage der Dinge kann man dabei von den Durchschnittswerten (für alpine Verhältnisse besser) oder auch von den Minimal-Werten ausgehen.

In den mitteleuropäischen Gebirgen außerhalb der Alpen scheint letzteres günstiger zu sein. Die Methode (unter Verwendung der Minima) versagt in ihrer derzeitigen Form nur bei Gletschern mit sehr stark zusammengesetzten oder mit sehr unterschiedlich großen Einzugsgebieten. Für einander ähnelnde, lokale Gebirgsgletscher ist sie am besten geeignet. In der Tatra und im Südlichen Schwarzwald dürfte dabei die Grenze der Möglichkeiten erreicht sein.

Im Folgenden wird ein Gebirgstheil oder Gebirge nach dem anderen kurz besprochen und die Ergebnisse in Tab. 1 zusammengefaßt dargestellt. Der Einfachheit halber werden die Stände vom Würm-Maximum an aufwärts mit den kleinen Buchstaben **a—l** bezeichnet; **k** entspricht dabei den historischen Ständen, **I** dem derzeitigen Gletscherstand. Bei letzterem handelt es sich natürlich nicht um ein eigenes Stadium, zum besseren Vergleich ist die Aufführung dieses Wertes aber wichtig. In der ersten Spalte werden bei jedem Teilgebiet (oder Gletscher) die m MH der tiefstgelegenen Moräne des betreffenden Standes aufgeführt, schräg darunter der $\Delta/2$ -Wert zwischen diesem und dem nächsten Stand als Maß für die jeweilige Schneegrenz-Depression, und wiederum schräg darunter die Summe aller $\Delta/2$ -Werte darüber. Ganz unten wird die aus den obigen Zahlenreihen extrapolierte Gesamt-Depression der Schneegrenze verzeichnet. Ganz rechts auf Tab. 1 wird schließlich der Versuch gewagt, die vorliegende Serie von Gletscherständen den Rückzugsstadien in den Alpen zu parallelisieren. Zum weiteren Vergleich werden dazwischen die Stände vom Mt. Kenya aufgeführt. Bei den hierzu gehörigen Zahlenreihen handelt es sich allerdings nicht um die absoluten Gletscher-Minima, sondern um Durchschnittswerte aus der Höhenlage aller Moränen des betreffenden Standes. Bei den Gletschern der Alpen und vom Mt. Kenya sind die Größen zu verschieden, als daß man mit den absoluten Minima weiterkommen könnte.

Tabelle 1

Gletscher-Minima

Gebiet/Autor Stand:	Südlicher Schwarzwald Rev. ZIENERT	Nördlicher Schwarzwald Diagr. 1, Z.	Böhmerwald ERGENZINGER (+ Rev. Z.)	Riesengebirge Nordseite BERG + Z.	Niedere Tatra Nordseite LUKNIŠ
a.	500 85 85	590 65 65	670(650) 70(60) 70(60)	880 45 45	1020 = B o. C 60 60
b.	670 75 160	715 80 145	810(770) 75(75) 145(135)	970 55 100	1136 = D 55 115
c.	820 90 250	880 80 225	960(920) —(75) —(210)	1080 65 165	1250 = E ₁ 65 180
d.	1000 95 345	1040	—(1070)	1210 90 255	1380 = E ₂ 85 265
e.	1190 60 405	—	—	1390?	1550?
f.	c. 1310 60 465	—	—	—	?
g.	(1430?)	—	—	—	?
h.	—	—	—	—	?
i.	—	—	—	—	—
k.	—	—	—	—	—
l.	—	—	—	—	—
Gesamt- Depression:	c. 900?	c. 850?	c. 800?	c. 650?	c. 700?

(in m MH):

Westl. u. Hohe Tatra, poln. T. KLIMASZ. + Z.	Hohe Tatra, gr. Gletscher, LUKN. + KLIMASZ. + Z.	Mount Kenya BAKER 1967 + ZIENERT 1968	Dora Báltea ZIENERT 1965 ergänzt Z.	Rhein/Inn div./HEUB. 1966
c. 1000 35 35	c. 900=B—D ₁ LUKNIŠ 50 50	IA ? ?	Magnano	Äußere Jungendmoräne
1070 50 85	c. 1000=D ₂ = „Bühl“ L. 35 85	IB ? ?	Zimone-S	Innere Jungendmoräne
1170 65 150	1070=E ₁ = „Schlern“ L. 75 160	IC ? 165	Piverone	Konstanz
1300 95 245	1220=E ₂ = „Gschnitz“ L. 80 240	ID (105) (270)	Bollengo	Lindau
1490 65 310	1380=E ₃ = „Daun“ L. 70 310	II 130	α Chatillon	?
1620 85 395	1520 KLIM. + Z. 100? 410	? ↓ 400	β Fénis	Steinach
1790 70 465	1720 80 490	III 100 500	γ Aymavilles	Gschnitz
1930 ? — —	1880 85 575 2050=Egesen KLIM. ? —	IV 90 590 V 80 670 VI 60 ü. 730 VII	δ Epinel ε Valnontey histor. c. 1950	Daun Egesen histor. c. 1950
c. 700?	c. 750?	ü. 730	c. 1200	c. 1200

Südlicher Schwarzwald

Die Revision der bisher kartierten und einiger nach dem inzwischen gewonnenen Überblick „fehlender“ Moränen ist noch im Gange, doch dürfte sich am Gesamtbild kaum mehr Wesentliches ändern. Danach lassen sich wahrscheinlich sechs bis sieben Gletscherstände nachweisen, von welchen die obersten allerdings nur noch schwach und nur im Feldberg-Herzogenhorn-Gebiet entwickelt zu sein scheinen. **d** = „Feldsee-Stadium“ (oder sollte man besser sagen: Feldsee m o o r stadium?) liegt danach am tiefsten im Napf und im Zastler Loch, nämlich bei 1000—1070 m, **e** entsprechend bei 1190—1250 m. Die hier zu **e** gezählte (bekannte) Moräne aus dem Zastler Loch kann nicht mit zu **d** gerechnet werden, wie es üblicherweise geschieht; dafür liegt sie viel zu hoch. **f** dürfte den streng expositionsabhängigen „Nischenkar“-Böden nach WEBER entsprechen. Falls **g** wirklich wenigstens angedeutet sein sollte, dann könnten diesem Stand nur die Böden der (im Frühjahr jeweils noch aktiven) Nivationsnischen an der Nordostseite des Feldberg-Gipfels in rund 1430 m einigermaßen entsprechen. Verglichen mit den entsprechenden Tatra-Moränen liegen diese „Böden“ aber etwas zu tief (vgl. die $\Delta/2$ -Werte).

Nördlicher Schwarzwald

Über die 1967 von mir veröffentlichten Ergebnisse hinaus ergab eine Neuaufstellung des Gletscher- (nicht des Kar-) Diagrammes (Abbildung 1) eine genauere Höhenabgrenzung zwischen den Moränen der verschiedenen Gletscherstände. Danach ist das Band der **a**-Gletscherenden nur um ein Geringes weniger „parabelförmig“ (eigentlich müßte es sich ja um den unteren Teil einer Art Sinus-Schwingung handeln) als dasjenige

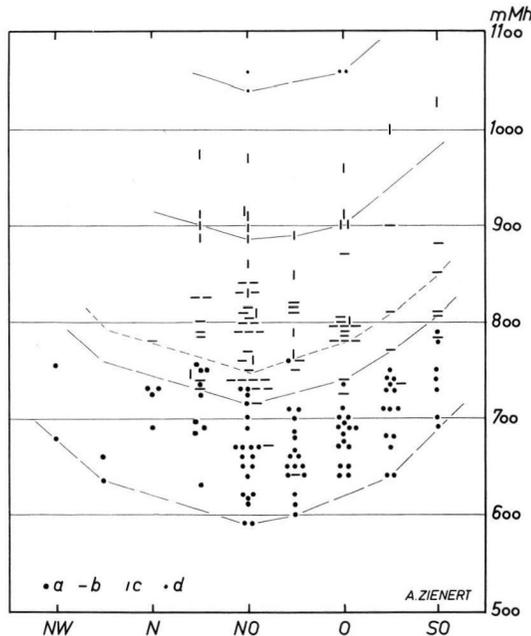


Abb. 1. Gesamt-Exposition der Gletscher und Höhenlage der Gletscherenden im Nördlichen Schwarzwald. Signaturen: **a** — **d** = den bekannten vier Gletscherständen zugeordnete Moränen; lang gestrichelt = Untergrenzen normaler Gletscher; darunter „zu tief“ liegende Signaturen = Moränen in lokal besonders begünstigter, also atypischer Lage, z. B. nahe unter älteren Karwänden; kurz gestrichelt = Obergrenze der **a**-Moränen. (Original zusammengestellt: 24. 4. 67, Z.)

der entsprechenden Kare und etwa 140 m hoch. Dabei überschneidet es sich mit den **b**-Enden, deren Band ebenfalls etwa 140 m hoch ist, um rund 40 Höhenmeter. Die geringere Zahl der **c**-Enden führt zu einer Reduktion des betreffenden Bandes auf etwa 80 m Höhe. Die wenigen **d**-Enden liegen alle dicht an der Untergrenze, von einer Bandhöhe kann man also kaum reden. Die in Tab. 1 aufgeführten Werte gehen auf Abb. 1 zurück. Interessant dürfte die Feststellung sein, daß die **a**- und **b**-Moränen der Gletscher mit den höchstgelegenen Einzugsgebieten bei weitem nicht die tiefstgelegenen sind, sondern Moränen von Gletschern mit verhältnismäßig tief liegenden, aber großen Hochflächen als windgeblasenen, zusätzlichen Einzugsgebieten.

Böhmerwald

Nach ERGENZINGER (1967) gibt es im Böhmerwald (von ihm als „Bayrischer Wald“ bezeichnet) drei Gletscherstände, deren Ablagerungen er Tal-, Block und Kar-Moränen nennt. Leider scheint die systematische Durcharbeitung z. B. der Expositionseinflüsse auf die einzelnen Gletscherstände sehr unvollkommen zu sein. Wahrscheinlich stecken z. B. in den „Kar-Moränen“ Ablagerungen zweier verschiedener Gletscherstände, wie die Aufstellung eines meinen aus Vogesen und Schwarzwald entsprechenden, vorläufigen Diagrammes unter Benutzung der Spezialkarten ergab. Auch würden sich einige geringfügige Änderungen in der Höhenlage der tiefsten Enden ergeben, denn jeweils 10—40 m weiter unten scheint es in NO-Exposition noch weitere Moränen zu geben. Zum Teil liegen sie aber jenseits der Grenze in aus militärischen Gründen für uns, noch dazu mit Spezialkarten, unzugänglichem Gebiet. Die Werte in Tab. 1 entsprechen den Angaben von ERGENZINGER, dahinter in Klammern die wahrscheinlich nötigen Korrekturen; **d** ist von mir ergänzt. Zu dieser obersten Gruppe dürften die fünf höchstgelegenen „vollausgebildeten“ (dazu: ZIENERT 1967) Kare der NNO- bis O-Exposition, nämlich Lackasee, Stubenbacher See, Kl. Rachel-NO, Felsensturz und Pleckensteinsee, und mindestens die beiden höchstgelegenen der von ERGENZINGER auf S. 165 aufgezählten Karmoränen in O- bis SO-Exposition am Moorberg und möglicherweise auch die eine Karmoräne vom Lusen gehören.

Riesengebirge

Über das Riesengebirge gibt es neuere Veröffentlichungen vor allem über die nördliche Abdachung. Dabei ist jedoch kaum ein Fortschritt gegenüber den Ergebnissen von BERG (1915—1940) festzustellen. Leider scheint es ähnlich exakte und an Hand von Spezialkarten auch nachprüfbar Untersuchungen für die böhmische Seite kaum zu geben. Hier wird deshalb vor allem die nord- bis nordöstliche, schlesische Seite berücksichtigt (Tab. 2). Die Expositionsunterschiede sind dabei so gering, daß man sie vernachlässigen kann.

Die Gletscherstände der sechs Kare der Nordabdachung des Riesengebirges (von W nach O: Kleine, Große und Agnetendorfer Schneegrube, Großer und Kleiner Teich, Melzergrund) und, zusammengefaßt, für einige recht undeutliche Formen dazwischen sind nach den sonst von mir benutzten Prinzipien unter Verwendung der Ergebnisse von BERG und den wenigen ergänzenden Angaben aus CIELINSKA & DUMANOWSKI in Tab. 2 zusammengestellt und das Ergebnis in Tab. 1 übertragen. Vier Gletscherstände lassen sich dabei sicher nachweisen, der fünfte = oberste ist unsicher; es handelt sich bei diesem um eine Firnmulde ohne Felswand darüber, weshalb wohl kaum eine richtige Moräne zu erwarten ist. Nur in der Großen Schneegrube und im Großen Teich könnten die obersten Moränen möglicherweise als lokal besonders begünstigte Vertreter (BERG = „Firmoränen“) des fünften Gletscherstandes aufzufassen sein.

Für die Südseite findet man nur wenige Angaben, neuerdings z. B. aufgeführt bei KRAL (1950) oder BRUNNER (1963). Danach liegen die tiefsten Moränen im Elb- und im Riesengrund bei 810—820 m, Moränen zweier Rückzugsstadien bei 890—910 und etwa 1020 m. Über höhergelegene Moränen scheint nichts bekannt zu sein, eine wäre aber wohl noch zu erwarten; allerdings ist das Gelände dort meist sehr steil.

Tabelle 2

Riesengebirge (Ziffern mit !)

	Kleine Schnee-grube	Große Schnee-grube	Agnetendorfer Schnee-grube	Rote Lehne/ Hüttengrund
a	880? 65 65	890 50 50	900! 35 35	c. 800 60 60
b	1010! 50 115	980! 50 100	970! 65 100	c. 1000? 55 115
c	1110! 55 170	1080! 70 170	1100!	1115
d	1220!	1220!	(1130)?	—
e	?	(1280)?	—	—

Tatra

Für die Tatra liegen die am besten nachprüfbareren Ergebnisse (KLIMASZEWSKI 1961 und die für Ostblockverhältnisse ausgezeichnete topogr. Karte des Tatra-Nationalparks 1 : 30 000) für die polnischen Anteile der Westlichen und der Hohen Tatra vor. Die ČSR-Karte 1 : 50 000 der Hohen Tatra ist wesentlich ungenauer und dazu wahrscheinlich noch „amtlich verfälscht“, ähnlich scheint es mit den topographischen Grundlagen der sonst wirklich schönen Karten von LUKNIŠ¹⁾ zu stehen.

Leider enthalten die mir zur Verfügung stehenden Arbeiten von LUKNIŠ nur wenige und z. T. auch noch einander widersprechende Höhenangaben, zumindest für den slowakischen Anteil der Westlichen und der Hohen Tatra. Die Zahlen der Tabellen 4 und 1 sind deshalb für diese Gebiete z. T. unvollständig und mangels genügend detaillierter Karten auch weitgehend unüberprüfbar. Für die Tabelle der größeren Gletscher der Hohen Tatra mußten oft die Höhenwerte aus einer Karte mit 100-m-Höhenlinien abgelesen oder besser interpoliert werden (die übrigen slowakischen Gebiete sind nur auf einer Karte mit 200-m-Linien verzeichnet). Mangels besserer Unterlagen habe ich diese Zahlen aber doch aufgeführt.

Für die Nordseite der Niederen Tatra dagegen (über die Verhältnisse auf der Südseite scheinen die Meinungen sehr auseinander zu gehen) zählt LUKNIŠ auf Grund tschechischer und ungarischer Untersuchungen die vollständige Serie der Höhenwerte für die untersten vier Gletscherstände auf (vgl. Tab. 1). Leider fehlen auch für dieses Gebiet jegliche genaueren Angaben über höhergelegene Moränen, deren Existenz in den Texten sowohl für die Niedere als auch für die Westliche und die Hohe Tatra mehrfach erwähnt wird. — Für einige kleinere Vereisungsgebiete der „Westlichen Karpaten“ verweise ich auf LUKNIŠ (1964).

¹⁾ Herrn Prof. LUKNIŠ, Preßburg, danke ich herzlich für die auf Vermittlung von Herrn Dr. ČINČURA erfolgte Übersendung seiner wichtigsten Veröffentlichungen.

= von BERG kartierte Moränen)

Großer Teich	Kleiner Teich	Melzergrund	Nordseite insgesamt:	Südseite BRUNNER 1963
890! 60 60	890! 60 60	880? 65 65	880 45 45	810 40 40
1010! 55 115	1010! 60 120	1010! 45 110	970 55 100	890 65 105
1120! 45 160	1130!	1100 (Kar) 60 170	1080 65 165	1020
1210!	(1190!)	1220 (Karembryo) 85 255	1210 90 255	?
(1230!)?	?	1390? (Firnmulde)	1390?	—

Die Gletscher des polnischen Anteiles der Westlichen und Hohen Tatra kann man in zwei Gruppen untergliedern. Sechs Gletscher mit insgesamt 13 Teilgletschern bilden den Normaltyp dieses Gebietes (Tab. 3). Der östlichste Gletscher (zwei Teileinzugsgebiete liegen in Polen, der Hauptteil vorwiegend auf slowakischem Gebiet) unterscheidet sich von diesen aber durch die wesentlich größere Ausdehnung seines Einzugsgebietes. Er stößt fast 100 m tiefer vor als der Durchschnitt der anderen und wurde deshalb hier mit den ähnlichen, größeren Gletschern des slowakischen Teiles zusammengefaßt (Tab. 4).

Insgesamt lassen sich dabei (Tab. 3) durch Umzeichnung der recht kleinen Kartenskizze von KLIMASZEWSKI (1961) auf die Nationalpark-Karte 1 : 30 000 und deren systematische Auswertung acht Gletscherstände unterscheiden. Fünf davon gibt es bei allen Gletschern, die drei obersten sind vor allem dort zu finden, wo die Gebirgsumrandung 2200 m überschreitet.

Am östlichsten der polnischen Gletscher (Tab. 4 ganz links) läßt sich noch ein neues Stadium unterscheiden. KLIMASZEWSKI meint nach Aussage von LUKNIŠ, daß es dem Egesen der Alpen entsprechen dürfte. Diese Einordnung könnte stimmen. Die Einordnung der mittleren Stadien durch LUKNIŠ dagegen dürfte für diesen halb polnischen wie für alle slowakischen Gletscher falsch sein. „E₁—E₃“ = c—e werden von ihm nämlich als „wahrscheinlich Schlern, Gschnitz und Daun“ bezeichnet, was so gut wie unmöglich ist, dazu folgt viel zu viel noch oben darüber. Wahrscheinlich gehören hierzu die nur vage im Text erwähnten Moränen zwischen E₃ und „Egesen“, von der inzwischen wohl überholten Bezeichnung „Schlern“ einmal ganz abgesehen.

Sehr gut herausgearbeitet sind dagegen die Gletscherstände im Vorland der Hohen Tatra. Hier konnte LUKNIŠ vier teils übereinander-, teils durch divergierende Fließrichtungen in den verschiedenen Zeiten nebeneinanderliegende, bis 100 m mächtige

Tabelle 3
 Polnischer Anteil der Westlichen und Hohen Tatra
 (nach KLIMASZEWSKI + Karte 1 : 30 000 + Z.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
a . . .	1000?	=	=	1020?	1040	1050	1030	=	=	=	1030	=	=
b . . .	1070	=	1070	1080	1090	1100	1100	=	=	=	1070	=	=
c . . .	1180	1230	1210	1200	1170	1240	1310	1270	1250	1230	1200	=	1180
d . . .	1340	1400	1370	1410	1350	1450?	1380	1360	?	1490	1390	=	1300
e . . .	1550	1600	1600	1590	Fels	?	1550	?	1570	1580	1570	1530	1490
f . . .	?	?	?	1720	Fels	?	?	—	—	—	1670	1690	1620
g . . .	—	—	—	—	1810	1830?	—	—	—	—	1850	1790	?
h . . .	—	—	—	—	?	—	—	—	—	—	1960	1930	—
i . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	?	—
k . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
l . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Der Einfachheit halber wurden hier die $\Delta/2$ -Werte weggelassen, für die Gesamt-Serie siehe Tab. 1 (absolute Minima **dicke** gedruckt).

Die Ziffern bedeuten die Gletschernamen von W nach O:

- | | | | |
|---|-------------------------|----|--------------------|
| 1 | Chocholowska Dolina W | 8 | Sucha Kondracka D. |
| 2 | Chocholowska Dolina O | 9 | Goryczkowa D. |
| 3 | Starorobocianska Dolina | 10 | Kasprowa D. |
| 4 | Pisznianska D. | 11 | Suchej Wodi D. W |
| 5 | Mietusla D. | 12 | Suchej Wodi D. O |
| 6 | Malej Laki D. | 13 | Panszczyca D. |
| 7 | Kondratowa D. | | |

Moränenzüge aus dem Würm nachweisen, die er mit den Buchstaben A bis D bezeichnet. Die Moränen aus B und C reichen am weitesten hinaus, diejenigen von A und D sind etwas kürzer. Mit E_{1-3} werden dann die jüngeren Moränen im Gebirge bezeichnet. In meiner Tabelle 4 erscheinen B bis D als **a**, während D_2 **b** entsprechen dürfte.

Am allerweitesten draußen liegen Reiß-Moränen, die noch älteren Moränen reichen nicht so weit aus dem Gebirge. Der Unterschied zwischen den Minima von Würm und Reiß entspricht etwa den wahrscheinlichsten Verhältnissen im Nördlichen (ZIENERT 1967) und den wirklich gesicherten Ergebnissen aus dem Südlichen Schwarzwald (PAUL 1965 und 1966) und ebenso denjenigen aus dem Gebiet des Rheingletschers. Sie entsprechen dagegen nicht den Verhältnissen im östlichen Teil des nördlichen Alpenvorlandes, wo die Spuren immer älterer Vereisungen jeweils immer weiter hinausreichen.

Diskussion der Ergebnisse

Überblickt man die Ergebnisse in den hier untersuchten Gebirgen, so lassen sich eine Reihe von allgemeineren Feststellungen treffen. Berücksichtigt müssen dabei allerdings noch manche Details werden, auf die im bisherigen Zusammenhang nicht weiter eingegangen werden konnte.

1) Maximalstand

Im Nördlichen Schwarzwald gibt es nur recht selten mehr als eine Moräne beim Maximalstand, dagegen ist der Stand **b** zu rund 25 % durch Doppel- oder Mehrfach-Moränen repräsentiert. Ähnlich scheint es im Südlichen Schwarzwald und im Böhmerwald zu sein, wahrscheinlich auch noch im Riesengebirge. In der Tatra dagegen nimmt die Zahl der Moränen, und hier damit die Zahl der echten Einzelvorstöße des Maximalstandes immer mehr zu: In der Niederen Tatra scheint es noch selten mehr als eine Moräne zu geben. In der Westlichen Tatra treten bereits mehrmals zwei Stände nahe beieinander

Tabelle 4
Größere Gletscher der Hohen Tatra
(nach KLIMASZEWSKI und LUKNIŠ-Texten und -Karten, Z.)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a . . .	930=B—D ₁	=	=	990	990	890	900	970?	900 50 50
b . . .	1000 =D ₂	=	=	1040	1050	1000	1010	1020	1000 35 85
c . . .	1200?	1200	1080=E ₁	1070	1100	1080	?	1060?	1070 75 160
d . . .	1380	1310	1280=E ₂	1250	1180?	1250	1240	1220	1220 80 240
e . . .	Fels	1410	1500=E ₃	1430	1390	1430	1350?	1380	1380 70 310
f . . .	1670	1580	1600	?	1510	1560	1520	1520	1520 100? 410
g . . .	1780	1720	1750	?	?	?	?	?	1720 80 490
h . . .	1880	Fels „c. 1900“ L.	?	?	?	?	?	?	1880 85 575
i . . .	—	2050	?	?	?	?	?	?	2050
k . . .	—	?	?	?	?	?	?	?	?
l . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—

- 1 Bialka-Gletscher W
- 2 Bialka-Gletscher Mitte
- 3 Bialka-Gletscher slowak. Teil
- 4 Javorinka-Gletscher
- 5 Biela-Voda-Gletscher
- 6 Studený-Gletscher
- 7 Poprad-Gletscher
- 8 Koprovy-Gletscher
- 9 Gesamtgebiet (wegen der im Text aufgeführten Unsicherheiten wurde hier für a bis f nur das „korrigierte“ Minimum benutzt, ab g sind die Werte wohl etwas zu hoch mangels Angaben aus dem slowakischen Teil der Hohen Tatra).

auf, die hier zu a zusammengefaßt wurden. In der Hohen Tatra schließlich gibt es im allgemeinen drei Stände (B, C und D₁ nach LUKNIŠ), die man wohl zu a zusammenfassen muß, wenn z. B. die Folge der Δ/2-Werte darüber stimmen soll.

Für diese Erscheinung gibt es zwei verschiedene Erklärungsmöglichkeiten: Entweder beruhen diese Unterschiede auf klimatischen Faktoren, wie es in den Alpen der Fall sein soll (freundliche mündl. Mitteilung H. GRAUL, dem ich für manche anregende Kritik herzlich danke). Dort soll das Maximum je weiter nach W um so später erreicht worden sein. Oder die Unterschiede hängen mit den verschiedenen Größen der Einzugsgebiete und der Länge der Gletscher selbst zusammen, wie es in der Reihe der hier untersuchten Gebirge zumindest der Fall sein könnte. (Vielleicht ließe sich diese Frage durch eine vollständige Neubearbeitung der Moränen in den Vogesen klären, die aber eigentlich von einem dort wohnenden Kollegen durchgeführt werden sollte.) Bisher läßt sich nur fest-

stellen, daß die größten Gletscher zuerst ihr Maximum erreichten und dann lange Zeit ähnlich groß blieben bzw. jeweils wieder wurden. Die kleineren Gletscher dagegen, von der Tatra bis zum Schwarzwald, scheinen recht gleichzeitig und nur einmal ihr Maximum erreicht zu haben.

2) Expositions-Einflüsse?

Je größer ein Gletscher, als desto uninteressanter erweisen sich Expositions-Unterschiede. Ähnliches gilt für die Höhe der Umrandung der Einzugsgebiete. Entscheidende Unterschiede in der Reichweite der größten Gletschervorstöße hängen fast ausschließlich mit unterschiedlichen Größen der Einzugsgebiete (auch einschließlich vorgelegter Hochflächen, vgl. Nördl. Schwarzwald) zusammen. Deshalb z. B. liegen im Riesengebirge und in der Hohen Tatra die Moränen der nach Süden gerichteten Gletscher am tiefsten, während im Südl. Schwarzwald die tiefstgelegenen Moränen alle etwa dieselbe Höhenlage aufweisen. Je kürzer allerdings ein Gletscher ist oder wird, desto mehr machen sich die Auswirkungen von Expositions-Unterschieden bemerkbar (vgl. Nördl. Schwarzwald, für die Kare des Südl. Schwarzwaldes auch WEBER 1965).

3) Schneegrenz-Depression (oder hier besser: Ansteigen der Schneegrenze)

Vergleicht man die Sequenzen der $\Delta/2$ -Werte in den einzelnen Gebirgen, so ergibt sich jeweils eine gewisse Tendenz zu größeren oder kleineren Werten. Extrapoliert man daraus auf die gesamte Abfolge, so ergeben sich die Werte der untersten Zahlenreihe auf Tab. 1. Im W, bis zum Böhmerwald, erhält man Werte zwischen 800 und 900 m, vom Riesengebirge bis zur Tatra dagegen nur 650 bis 750 m. Je geringer die Zahl der nachweisbaren Rückzugsstände, desto unsicherer wird natürlich die Extrapolation. Trotzdem ist die Tendenz hier wie dort interessant. Grob gesagt: Je nördlicher (und östlicher) die Lage, desto niedriger die Gesamtwerte. Die einzelnen $\Delta/2$ -Werte darf man übrigens nicht überbewerten. Für mögliche Einflüsse auf ihre Größe, meist sind es Einflüsse der Topographie, zwei Beispiele: Zwischen **a** und **b** ist der Wert für den Südl. Schwarzwald besonders groß, weil es in dieser Zeit dort besonders große Veränderungen in der Fläche der Einzugsgebiete gab. Oder: Die teilweise besonders niedrigen Werte zwischen denselben Ständen für den polnischen Teil der Tatra erklären sich teils aus der Lage von Talengen, durch welche die Gletscherenden damals hindurch mußten (im W), teils aus sehr starker Breitenabnahme der Gletscherzunge (beim östlichsten Gletscher der Tab. 3).

4) Parallelisierung mit alpinen Rückzugsständen?

Die größten Schwierigkeiten treten bei der Parallelisierung der hier zusammengestellten Stände der außeralpinen Gebirge Mitteleuropas mit denjenigen der Alpen auf. Das hat mehrere Gründe, am wichtigsten dürften sein: Historische Moränen (Fernau bis 1920) scheinen im Untersuchungsgebiet zu fehlen, erst recht natürlich rezente Gletscher. Man hat also keine sichere Obergrenze zur Verfügung. Außerdem gibt es kaum ¹⁴C-Daten. Man ist also oft auf Abschätzungen angewiesen.

Moränen der Tatra oberhalb 2050 m (hier = **i**) = „Egesen“ meint KLIMASZEWSKI. Wieso er dies meint, das entzieht sich meiner Kenntnis. Ich halte seine Meinung aber jedenfalls für brauchbar und für mit größter Wahrscheinlichkeit richtig. Zählt man nun zeitlich rückwärts, natürlich unter Beachtung der $\Delta/2$ -Werte, so ergibt sich die auf Tab. 1 aufgeführte Zuordnung vom Egesen bis zum Steinach. Dann wird es schwierig, da man sich im Inn-Gebiet (großes Längstal, s. o.) selbst noch nicht über die vollständige Abfolge vom Würm-Maximum bis heute wirklich im klaren ist. Vor allem scheint mir die Verbindung von Ständen aus dem Vorland mit solchen aus den Alpen selbst, auch z. B. zwischen Rhein- und Inn-Gebiet, völlig ungeklärt zu sein. Versuchsweise, aber sehr mit Vorbehalt, habe ich die Reihe unter Verwendung der Namen vom Rheingletscher bis zur Äußeren

Jugendmoräne fortgesetzt (dann fehlt aber ein Stand dazwischen). Leichter wäre eine Zuordnung zu den Ständen des Dora-Báltea-Gletschers vom Paradiso bis zum Moränen-Amphitheater von Ivrea. Die Bezeichnung der vier Stände aus dem Amphitheater erfolgt von mir vorläufig nach Orten auf oder an der „Serra“, der über 22 km langen und bis über 500 m mächtigen linken (nördlichen) Seitenmoräne, dem jüngsten Teil des mit Abstand mächtigsten Seitenmoränen-Systems eines Alpengletschers. Die inneralpinen Halte sind dagegen schon länger bekannt (vgl. ZIENERT 1965). Eine endgültige Klärung der Zuordnung zu den hier untersuchten Ständen ist damit aber trotzdem nicht erreicht, allenfalls ein Diskussions-Vorschlag. Immerhin wird klar, daß die Datierungen von ERB für den Südl. Schwarzwald: „Feldsee“ (=d) = Gschnitz, „Zipfelhof“ (=c) = Lindau und Konstanz, „Titisee“ (=b) = Innere Jugendmoräne, und „Joostal“ (=a) = Äußere Jugendmoräne Oberschwabens, nicht alle stimmen können. Ähnlich steht es mit den Zuordnungen von LUKNIŠ: „E₁“ (=c) = „Schlern“, „E₂“ (=d) = Gschnitz (vgl. ERB), „E₃“ (=e) = Daun. Die Lücke bis heute wäre bei dieser Zuordnung zu groß.

5) Vergleich mit dem Mount Kenya/Ostafrika

Frappiert hat mich schließlich der Gleichlauf der meisten $\Delta/2$ -Summen zwischen der Hohen Tatra und dem M. Kenya. Allerdings ist zu beachten, daß es sich einmal um die Werte zwischen den Gletscher-Minima einigermaßen gleich großer Gletscher, das andere mal um Werte zwischen den durchschnittlich erreichten Minima sehr unterschiedlich großer Gletscher handelt. Kenya-II scheint dabei zwei verschiedene Stände zu repräsentieren. Ob sich der Stand „II-B“ vielleicht im Gelände noch finden ließe? Vielleicht stecken einige dazu zählbare Moränen schon in II, das dann „gereinigt“ zu „II-A“ würde? In den Alpen hat man Gschnitz und Steinach oder Daun und Egesen ja auch zuerst nicht unterscheiden können. Eine solche Unterscheidung würde auch eine Verminderung des $\Delta/2$ -Wertes zwischen I-D und II-A und eine Vergrößerung zwischen II (dann II-A) und III ergeben. Oder gab es am M. Kenya im entsprechenden Höhenabschnitt wirklich nur einen Halt, während es hier bei uns zwei waren?

Die Untersuchung endet also mit vielen Fragen, deren Beantwortung lange Zeit beanspruchen dürfte, aber sie werden immerhin einmal präzisiert und gestellt.

Schrifttum

- BERG, G.: Die Vergletscherung an den Teichen des Riesengebirges. — Monatsber. dt. geol. Ges., **66**, 63—82, Stuttgart 1915.
- : Geol. Karte 1 : 25 000, Blätter 5159/5259 Schreiberhau-Schnee grubenbaude und 5260 Krummhübel; Aufnahmen 1930/31, mit Erläuterungen, Berlin 1940.
- BRUNNER, H.: Zur Geologie und Geomorphologie des Riesengebirges. — Geogr. Ber., **8**, 146—161, Berlin 1963.
- CIELINSKA, M. & DUMANOWSKI, B.: The Karkonosze. — INQUA-Congress Warsaw, Guidebook B, The Sudetes, 25—32, Lodz 1961.
- ERB, L.: Die Geologie des Feldbergs. — Der Feldberg im Schwarzwald, 22—97, Freiburg i. Br. 1948.
- ERGENZINGER, P.: Die eiszeitliche Vergletscherung des Bayerischen Waldes. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **18**, 152—168, Öhringen 1967.
- HEUBERGER, H.: Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain und Ötztal. — Wiss. Alpenvereinshefte, **20**, Innsbruck 1966.
- KLIMASZEWSKI, M.: The Tatras. — INQUA-Congress Warsaw, Guidebook, **3**, 168—210, Lodz 1961.
- KRAL, V.: Stopy činnosti ledovců ve východní části Krkonoš. — Ochrana Přírody, **5**, 55—58, Praha 1950.
- LUKNIŠ, M.: Die Entwicklungsperioden der Hohen Tatra in Bezug auf die Quartärlagerungen. — Report INQUA-Congress Warsaw, **3**, 197—203, Lodz 1963.
- : The course of the last glaciation of the Western Carpathians in relation to the Alps etc. — Geografický Časopis, **16**, 127—142, Bratislava 1964.
- : Geomorphological Map of the Vysoké Tatry Mts. and their foreland 1 : 50 000, Bratislava 1968.

- MEYER, O. E.: Neue Moränenfunde im Riesengebirge. — Z. Gletscherk., **18**, 52—56, Leipzig 1930.
- PARTSCH, J.: Die Vergletscherung des Riesengebirges zur Eiszeit. — Forschg. dt. Landesk., **8**, 103—195, Stuttgart 1894.
- : Die Eiszeit in den Gebirgen Europas zwischen dem nordischen und dem alpinen Eisgebiet. — Geogr. Z., **10**, 657—665, Leipzig 1904.
- PAUL, W.: Zur Frage der Reißvereisung der Ost- und Südostabdachung des Schwarzwaldes. — I: Jh. geol. LA Baden-Württ., **7**, 423—440, Freiburg i. Br. 1965, II: Mitt. bad. Landesver. Naturk. Naturschutz, **9**, 309—324, Freiburg i. Br. 1966.
- RATHSBURG, A.: Die Gletscher der Eiszeit in den höheren deutschen Mittelgebirgen. — Firgenwald, **5**, 5—29, 65—77, 103—113, 1932; **6**, 96—112, 126—127, 1933; **7**, 39—42, 77—107, 148—158, 1934; **8**, 67—84, Reichenberg 1935.
- REICHEL, G.: Neuere Beiträge zur Kenntnis der Vergletscherung im Schwarzwald und in den angrenzenden Gebieten. — Schriften Ver. Gesch. Naturgesch. Baar, **26**, 108—122, Donaueschingen 1966.
- Tatrzański Park Narodowy Mapa Turystyczna 1 : 30 000, Warszawa o. J.
- WEBER, K. H.: Morphologische Untersuchungen an Karen im Feldberg — Schauinsland — Gebiet des Südlichen Schwarzwaldes. — Diss. naturwiss. Fak. Mainz (maschinenschriftlich) 1965.
- ZIENERT, A.: Gran Paradiso — Mont Blanc: Prähistorische und historische Gletscherstände. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **16**, 202—225, Öhringen 1965.
- : Vogesen- und Schwarzwald-Kare. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **18**, 51—75, Öhringen 1967.
- : Gleiche Würm-Rückzugsstadien in den Gebirgen Mitteleuropas und Ostafrikas? — Eiszeitalter u. Gegenwart, **19**, 85—92, Öhringen 1968.

Manusk. eingeg. 16. 9. 1969.

Anschrift des Verf.: Dr. Adolf Zienert, 69 Heidelberg 1, Gerbodoweg 7.