©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Carinthia II	161./81. Jahrgang	S. 9—30	Klagenfurt 1971

Zur Erkenntnis puartärer Klimaschwankungen aus geomorphologischen Erscheinungen am Beispiel des Pöllatals (Hafnergruppe, Kärnten)

Von Hubert NAGL, Wien

Mit 3 Abbildungen, 4 Bildern sowie 1 Karte

GLIEDERUNG

Zusammenfassung

1.1. Spät- und postglaziale Gletscherstände und Terrassensysteme, Schwemmkegelgenerationen

1.2. Blockgletscher am Malteiner Sonnblick und am Hafner

2.1. Allgemeine Ergebnisse von Untersuchungen über morphologische Vorgänge und Klimaschwankungen

2.2. Zusammenfassung und Vergleich mit anderen Autoren bzw. verwandten Räumen

ZUSAMMENFASSUNG

Im besonderen sind es zwei Räume, das Katschtal bei Rennweg und das Pöllatal (oberes Liesertal) mit den anschließenden Karen, die Schlüsse auf Klimaänderungen im Spät- und Postglazial ermöglichen. Das untere Liesertal wird durch eine bühlzeitliche (im Sinne MAYR & HEUBERGER) Flur charakterisiert, welche auch für die Epigenese bei Rauchenkatsch (NAGL 1965) verantwortlich ist. Die ersten Ergebnisse stammen aus dem Raum des Katschtals, wo sich Moränen- und Flußschotterablagerungen zu einer Einheit verbinden lassen und eine zeitliche Einordnung ermöglichen.

Im weiteren werden die postglazialen Gletscherakkumulationen und Schuttbildungen bis hinauf zu den Blockgletschern und jüngsten Moränen sowie ihre zeitliche Einordnung besprochen und das Problem ihrer Genese zu deuten versucht.

Zuletzt wird zu den Ergebnissen anderer Autoren Stellung genommen und unter Heranziehung in den östlichen Zentralalpen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

gelegener Beispiele eine Klärung räumlicher und zeitlicher Bedingungen versucht.

1.1. Der obere Abschnitt des Liesertals teilt sich bereits topographisch in zwei Abschnitte, die morphologisch bedingt sind: der obere wird als Pöllatal, der untere als Katschtal bezeichnet. Stellt der erstgenannte einen hochalpinen Trog, ein typisches Tauerntal, dar, so bildet der zweite eine beckenartige Weitung am Südfuß des Katschbergpasses, welche durch verschiedene Akkumulationsgenerationen ihr heutiges Aussehen erhalten hat. Die morphologische Grenze zwischen beiden ist die Moräne der Tendlalm in 1300 m, an der die weiteste Flur ansetzt; auf Grund dieser Wechselbeziehung muß sowohl für die Moräne als auch für die davon ausgehende Aufschüttungslandschaft gleiches Alter angenommen werden, das dem Steinach (im Sinne MAYR & HEUBERGER) entspricht. Die der Moräne entsprechende Schneegrenzhöhe liegt (nach der HÖFERschen Methode berechnet) bei 2100 m; das entspricht einer Depression von etwa 700 m und ist ein erster Hinweis für das steinachzeitliche Alter. Außerdem wurde die Moräne während einer Vorstoßphase in das eisfreie Pöllatal gelagert, weil alle Eisrand- und Staubildungen hier schon früher zur Ablagerung gebracht und wieder ausgeräumt worden waren, so daß der Vorstoß nur post-Bölling angenommen werden kann. Weitere Hinweise kommen aus den Ablagerungen und ihrer Zerschneidung selbst.

Die Voraussetzung für die starke Schwemmkegelbildung und den großen Materialanfall findet man in den geologischen Verhältnissen und den stark wirksamen periglazialen Vorgängen. Neben den altkristallinen Granatglimmerschiefern der Gurktaler Alpen und des Stubeckgebiets sind es vor allem die Phyllite und die Schiefer der Tauernschieferhülle, welche rasch zerfallen und verwittern. Bei der verstärkten Wirkung der periglazialen Kräfte während der Kälterückfälle sind gerade diese reichlich Wasser aufnehmenden Gesteine rasch zerstört. Derzeit sind aktive Denudationsvorgänge ab 2100 m (vor allem Nivation) zu beobachten, ab 2400 m tritt rezente Glatthangbildung und Blockstrombewegung auf. Es ist kennzeichnend, daß der überwiegende Anteil der Talverschüttung den Seitenbächen anzulasten ist, wie auch die rezenten Vermurungen häufig zeigen, und nur eine geringere Masse von der Lieser selbst, welche überwiegend oberhalb Rennweg Zentralgneisgebiete durchfließt. Die Talweitung bei Rennweg, welche für die Aufnahme der hergebrachten Schottermassen überaus geeignet erscheint, ist wohl tektonisch vorgezeichnet (Katschberglinie), zum Großteil aber eine glaziale Ausräumungswanne (Schiefergebiet) des vereinigten Lieser- und Murgletschers; letzterer hat während des maximalen Würmstandes den Katschberg in etwa 2200 m überflossen (Erratica am Aineck in 1900 bis 2210 m!) und lag bei Rauchenkatsch noch über 1900 m hoch. Weiter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

im Süden erlahmte die Erosionskraft rasch, da neben dem Rückstau durch den Draugletscher die starken Seitengletscher (Maltatal) den Eisabfluß hinderten.

Folgende Moränen sind für die Aufschüttungen relevant: Die Moräne der Tendlalm (Steinach) in 1300 m, von welcher die Hauptflut der Verschüttungen ausgeht, die ihrerseits wieder die Akkumulation der Schwemmkegel und ihrer Höhe bestimmt. Und weiter talauf die Moräne und Pöllaalm in 1370 bis 1380 m, welche die spätglazialen Gletscherstände morphologisch einleitet. Auf Grund der guten Erhaltung und der Schneegrenzhöhe kann sie der Gschnitzzeit (Trinser Moräne A. PENCKS) gleichgesetzt werden. Sie wurde demnach nach dem Alleröd zur Ablagerung gebracht, was gut mit den Untersuchungen der Katschtaler Schwemmkegel übereinstimmt (s. u.). Auch die jüngeren Moränen, die von Gletschern zwischen Alleröd und Älterer postglazialer Wärmezeit bei Vorstößen gebracht wurden (Daun und Egesen) zeigen ähnliche Formen, wenn auch in immer höherer absoluter Lage. So finden sich die Daunmoränen als mehrere parallele Wälle in 1800 bis 1900 m, die Egesenmoränen in Höhen zwischen 2100 und 2300 m (im Haupttal). Erst dann ist wieder eine scharfe Zäsur festzustellen: Sind alle bisher genannten Moränen oberflächlich stark verwittert und begrünt, so bestehen die höheren aus bloßem Blockwerk und gehören einer jüngeren Gruppe an, die im Abschnitt Blockgletscher besprochen wird. Auch die Bodenbildungen zeigen eine Sequenz, welche allerdings überwiegend durch das rezente Klimageschehen bedingt wird: Die Steinachmoräne der Tendlalm trägt eine saure Braunerde (A-Horizont 0,2 m, B-Horizont bis 0,4 m), die Gschnitzmoräne einen Semipodsol (0,5 m), die beiden höchsten Moränengruppen weisen einen Ranker auf, der bei den Daunmoränen das Substrat noch geschlossen bedeckt, während bei den Egesenmoränen im Lanisch bis zu 50 Prozent der Oberfläche von Geschiebeblöcken gebildet werden.

Entsprechend der gesamtmorphologischen Entwicklung sind in dem Talabschnitt oberhalb der Tendlalm keine Terrassen entwickelt, da zur Zeit der Talverschüttung das Pöllatal von Eis erfüllt war. Nach dessen Rückschmelzen und den jüngeren Gletschervorstößen blieb das Tal zwar im wesentlichen eisfrei, es wurde aber von den Schuttkegeln [1], die vor allem von der Nordseite (Pöllakamm) des

[1] Als Schuttkegel werden Formen bezeichnet, die ohne Wasser als Transportmedium, also rein als Folge des Steinschlags (Schwerkraft), gebildet worden sind; Murkegel sind solche, die durch wiederholte, aber episodische Akkumulationen einer wasserdurchtränkten Schuttmasse (Mure) abgelagert worden sind, und Schwemmkegel sind einen längeren Zeitraum hindurch von einem Seitenfluß quasi ununterbrochen aufgeschüttete Formen. Während letztere eine Schichtung der Sedimentmasse aufweisen, zeigen die Murkegel meist mehrere in- und übereinandergelagerte unsortierte Grob- und Feinmaterialstränge.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Taltroges herabkamen, und von Murkegeln aus den südlichen Seitengräben stark verschüttet. Dies umso mehr, als die Moräne und ein gegenüberliegender Schwemmkegel bei der Tendlalm einen natürlichen Abschluß boten, der eine Stauwirkung ausübte; das Gefälle der Lieser ist mit 1,3 Prozent das geringste des Oberlaufes. In den Zeiten mit geringen periglazialen Vorgängen konnte das Tal aus den genannten Gründen auch nicht ausgeräumt werden, so daß sich Schuttkegel über Schuttkegel legte und zwischen ihnen die Lieser in Zwangsmäandern dahinpendelt.

Die Gesamthöhe der Schuttkegel erreicht 60 bis 160 m, ihre Neigung ist relativ groß: sie beträgt im oberen Abschnitt bis 45°, im unteren bei großen Formen um 11°, bei kleinen Formen um 15°. Auf der Schattseite sind sie bewaldet, auf der Sonnseite (Pöllakamm) sind sie gerodet und als Weide genutzt. Herabkommende Bäche haben meist nur in den oberen Partien Kerben eingegraben, während sie im tieferen Abschnitt weiter akkumulieren, besonders bei Starkregen. Ebenso tragen Lawinenabgänge und Steinschlag zur weiteren Erhöhung bei. Das grob berechnete Volumen (keine Bohrungen vorhanden) der gesamten Schuttmassen zwischen Tendl- und Pöllaalm beträgt 60,6 Millionen m^3.

Oberhalb der Gschnitzmoräne ist der Talboden durch einen Bergsturz (Weiße Wand), den Chr. EXNER beschrieben hat, verschüttet, und erst bei der Talstufe des Lieserfalls tritt der Fels wieder zutage und bildet flußauf das Lieserbett, abgesehen von lokalen Moränen- oder Schuttmassen; letztere verdecken vor allem den südlich des Flusses gelegenen (rechten) Talhang.

Talaus rücken die Hänge zusammen und zwischen der Tendlalm und Gries-Oberdorf fließt die Lieser in einer schmalen Kerbe, die von Terrassen begleitet wird. Der Engtalabschnitt geht auf einen präwürmzeitlichen Bergsturz zurück, der vom Kareck herabkam: Zaneischg (EXNER, 1964). In dem verbliebenen oder wiederausgeräumten Hohlraum zwischen Bergsturzmasse und rechtem Talhang ist, mit Schwemmkegeln verzahnt, die bei der Steinachmoräne ansetzende Terrassenflur klar zu verfolgen. Sie ist dicht bewaldet und erleidet nur entlang der seitlichen Zuflüsse rezente Veränderungen, wobei sich Zerschneidung und neuerliche Aufschüttung das Gleichgewicht halten. Erst außerhalb des Engtalabschnittes, in der Talweitung des Katschtales, beginnen die großräumigen Schwemmkegelbildungen, die in mehrere Generationen gegliedert werden können und bis Rauchenkatsch reichen. Ihre Ausbildung und Datierung ermöglichen morphologische und pedologische bzw. sedimentologische Aspekte. Vorangestellt sei eine Übersichtstabelle über einige morphometrische Werte.

Die Größe der Schwemmkegel ist, wie aus der Tabelle hervorgeht, vor allem von dem Gefälle des Zubringers abhängig und in

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Schwemmkegel	Einzugsbereich Fläche km²	Neigung des Zubringers in Grad Ø	(Exteme)	Fläche des Schwimmkegels Hektar	Neigung des Schwimmkegels Grad	V m³ Mill.	Durchschnittlicher Abtrag des Einzugsbereiches
Wolfsbach	12	17	(14—20)	22	7	5,5	0,46
Fallbach	1,5	32	(24—40)	24	8	6,0	4,0
Mühlenbach	7,0	12	(10—14)	22	3—6	3,3	0,47
Georgenbach	3,0	21	(17—25)	50	5—12	15,0	3,0
Laußnitzbach	10,0	8,5	(5—12)	6	5—7	1,8	0,18
Kranglbach	3,0	25	(20—30)	20	5	6,0	2,0

weiterer Folge erst von der Größe des Einzugsgebietes. Im Durchschnitt [2] ergibt sich bei einem Gefälle von 10 Prozent ein Abtrag von 0,2 m seit dem Schwinden des Würmeises, bezogen auf das gesamte Einzugsgebiet eines Seitenbaches. Bei 15 bis 20 Prozent nimmt der Abtrag auf durchschnittlich 0,5 m zu, bei noch größeren Neigungen nimmt er rasch zu und kann 2 bis 5 m erreichen. Der Georgenbach, der mit etwa 15 Millionen m³ Akkumulation bei einer Fläche von 50 ha einen flächenhaften Abtrag von 3 m leistete, konnte diesen hohen Wert bei dem geringen Bachgefälle von 17 bis 25 Prozent nur deshalb erreichen, weil sein Einzugsgebiet fast zur Gänze mit würmeiszeitlicher Grundmoräne ausgekleidet ist und die wenigen moränenfreien Gebiete aus den weichen Katschbergschiefern aufgebaut werden. Der Hauptfluß mit einem viel geringeren Gefälle liefert gegenüber den Seitenbächen überwiegend Feinmaterial, besonders Sand, so daß die Aufschüttungskörper voneinander gut zu trennen sind: Bis auf kleine Reste oberhalb Rennweg (östlich und nordöstlich) stammt das Material der steinachzeitlichen Talverschüttung von den einmündenden Bächen.

Die vorhandenen Schwemmkegel, die, von beiden Seiten kommend, einander zur Bildungszeit berührten, wie aus Gefällstudien hervorgeht, wurden später wieder zerschnitten; neuerliche Aufschüttungen führten zur Ausbildung von Schwemmkegelgenerationen. Nachdem diese Zerschneidung erst unterhalb der Tendlalm-Moräne auftritt, muß sie mit dem zurückweichenden Steinachgletscher im Pöllatal in Verbindung gebracht werden. Im Alleröd war bereits die Zerschneidung abgeschlossen und das Tal bis auf das heutige Niveau herab ausgeräumt. Ich konnte 1965 darauf hinweisen, daß an günstigen Stellen alte Verwitterungen in Stockwerkprofilen erhalten

[2] Mindestwerte auf Grund des akkumulierten Materials.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

geblieben sind. In der folgenden gschnitzzeitlichen Klimaverschlechterung kam es neuerlich zur Aufschüttung von Schwemmkegeln, die, flußab gesehen, erstmals beim Mühlbachkegel (der Mühlbach kommt vom Katschberg herab) auftreten. Die jüngere Aufschüttung ist hier besonders gut erhalten, weil der Bach später sein Bett verlegt hat und dadurch keine Zerschneidung stattgefunden hat. Die relative Höhe der steinachzeitlichen Kegelkante beträgt hier 15 m, die gschnitzzeitliche 5 bis 10 m. Die großen Kegel talauf (Wolfsbach und Fallbach) sind mit Höhen von 15 bis 20 m zerschnitten und zeigen keine Generationenbildung. Die absolute Höhe der Kegelkante sinkt in diesem Laufabschnitt von 1200 auf 1180 m.

Der Georgenbach, der Laußnitzbach und der Kranglbach weisen neben der steinach- und gschnitzzeitlichen noch eine weitere Stufung bzw. Ineinanderschachtelung auf. Liegt die Oberkante der Hauptaufschüttung bis 35 m über der Lieseraue, so finden sich Stufen in 20 bis 25 m (Kranglbach 30 m) und 5 bis 10 m relativer Höhe, die späteren selbständigen Akkumulationskörpern angehören. Am Laußnitzbach konnte bei einem Anriß die zeitliche Trennung erkannt werden; der zerschnittene Gschnitzkegel ist von einer Soliflunktionsdecke (mit Verwitterungsresten) überzogen, die sich auch in die Kerbe hinabzieht. Seitlich aufgelagert sind die Schotter der folgenden Aufschüttungsphase, welche die Kerbe teilweise erfüllen und nur am anderen Rand später wieder zerschnitten wurden. — Somit lassen sich drei verschieden alte Schwemmkegelgruppen differenzieren: Steinach — Gschnitz — Daun + jünger. Die letzte tiefgreifende Zerschneidungsphase fällt in die beginnende postglaziale Wärmezeit. Später fanden nur noch Aufschüttungs- und Abtragungsvorgänge statt, so daß mehrfach Schotter übereinandergeschichtet wurden. Bis in das Holozän und auch in der Gegenwart bestimmen Murabgänge die Entwicklung in den Bachbetten der Kerbtäler — sie haben wasserbautechnische Schutzmaßnahmen wie z. B. im Wolfsgraben notwendig gemacht. Die Tiefenerosion des Hauptflusses ist durch die Verheftung der Steilstufe bei Rauchenkatsch hintangehalten, so daß bei Hochwasser Anladungen in der Austufe stattfinden.

Da eine Verbindung von der steinachzeitlichen Moräne der Tendlalm und der höchsten Schwemmkegelflur besteht und außerdem nur eine bereits bestehende Aufschüttung durch den abschmelzenden Gletscher (Steinach) zerschnitten werden konnte, muß die älteste (höchste) Schwemmkegelflur als steinachzeitlich bezeichnet werden. Die in das Steinach-Zungenbecken und in die Schwemmkegel-Einschnitte eingelagerte nächstjüngere Verschüttung entspricht der folgenden, nachallerödzeitlichen Klimaverschlechterung, dem Gschnitz. Als Analogbildung zu diesen, unmittelbar von ihrem genetischen Zusammenhang her datierbaren Formen kann die jüngste Schwemmkegelakkumulation dem Daunstadium zugeordnet werden.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bei den gegebenen Gefällsverhältnissen und der augenblicklichen Situationen bei Rauchenkatsch ergibt sich, daß die bühlzeitliche Talverschüttung und die steinachzeitliche Terrasse oberhalb Rauchenkatsch ungefähr bis in die gleiche Höhe reichten: beide Systeme wurden mit Solifluktionsdecken (vor allem aus Grundmoränenmaterial) überzogen, so daß eine oberflächliche Trennung nicht möglich ist. Die sedimentologische Unterscheidung ergibt sich aus älterem Fein- und jüngerem Grobmaterial in Aufschlüssen und Bohrungen!

1.2. Die Klimaschwankungen während und nach der postglazialen Wärmezeit haben nicht zur Bildung von Talgletschern geführt. Infolge der zu geringen Schneegrenzdepression, ihrer zu kurzen Dauer und des reichlich anfallenden Schuttes bildeten sich mehrfach Blockgletscher, die heute teils aktiv, teils passiv sind. Sie sollen vorerst individuell vorgeführt werden (Abb. 1).

Im Pöllatalbereich findet man Blockgletscher im Seekar (Lanisch), kleinere auch im Lieser- und im Eben—Lanisch-Kar. Weiter im Osten gehen die Formen in Blockströme und Schutthalden über. Im Maltatalbereich hat sich im oberen Melnikkar, am Fuß des Kammes Mittlerer—Kleiner Sonnblick (3000 m, 2990 m) der bestgegliederte Blockgletscher entwickelt, der auch eine Altersdifferenzierung zuläßt. Kleinere Formen, die jedoch nicht näher untersucht wurden, treten südlich des Kleinen Hafners (3016 m) und östlich des Großen (Malteiner) Sonnblicks (3030 m) auf. Wenn im folgenden von inaktiven Formen gesprochen wird, so versteht der Verfasser darunter (zumin-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

dest scheinbar) unbewegte Blockmassen; bei aktiven Blockgletschern sind Rutschungen an der Stirn, Überfahren von Anschwemmungen oder auch Sackungserscheinungen an der Oberfläche festzustellen.

Im Eben—Lanisch-Kar treten drei Blockgletscher auf: Nördlich des Waschgangs ein kleiner (2560 bis 2640 m), inaktiver, ein von Süden (Moar Eissig 2747 m) kommender und bis knapp unter 2400 m herabsteigender, gering aktiver und ein im Osten liegender fossiler [3], der bis zum See reicht (2368 m). Letzterer zeigt zwar typisch die gewölbte Oberfläche, jedoch sind die Blöcke mit Flechten verkrustet und es ist keine scharfe Grenze zur Umgebung zu erkennen. Auch die im Lieserkar erkennbaren Blockgletscher (zwei kleinere und ein 500 m breiter, aber sehr kurzer im Osten) sind unbewegt. Dennoch ist hier eine Veränderung zu erkennen, die auf einer Erhöhung der Oberfläche durch Lawinenschutt und über die Schneedecke abgehenden Steinschlag beruht. Durch die Veränderung des Gefälles (Verflachung auf der Blockzunge gegenüber dem Hang) kommt es zu einer stärkeren Akkumulation auf der schneebedeckten Blockgletscherzunge als auf den ungestörten Hängen. Weiters konnte festgestellt werden, daß Blockzungen n i e eine Zerschneidung durch Wasserkerben oder Lawinenbahnen zeigen, wohl deshalb, weil das Wasser sofort versickert bzw. die Lawinen abgebremst werden. Im Gegensatz dazu zeigen gerade die Schutthalden unterhalb des Kleinen Sonnblick im Lieserkar metertiefe kastenförmige Lawinenbahnen, ebenso das Gelände neben den Blockgletschern!

Im Seekar (Lanisch) sind vier subrezent bzw. rezent aktive Blockgletscher ausgebildet, unter denen der südlichste einen Kilometer Länge erreicht. Nach ihrer Höhenlage geordnet sind dies (siehe Abb. 1):

1 „Kalte Seite" (2390 bis 2550 m);

2 „Kleiner Sonnblick" (2380 bis 2700 m);

3 „Lanischkees" (2480 bis 2600 m, oberhalb rezentes Eis);

4 „Großes Sonnblickkees" (2550 bis 2870 m, mit rezentem Eis).

Der Blockgletscher der „Kalten Seite" besitzt kein felsiges Hintergelände, sondern setzt einen schuttbedeckten Glatthang fort. Vier steil geböschte Loben ziehen gegen NW, die sie zusammensetzenden Blöcke haben eine Größenordnung von durchschnittlich 2 bis 8 m Kantenlänge. Sie stammen von einem linksseitig herabziehenden Grat und vom Glatthang selbst. Die Stirn zeigt Feinmateriallinsen, Neigungen bis 35° und am Fuße einen Quellhorizont. Die nordwestliche Zunge zeigt eine schüsselartige Hohlform, die als Eisschmelzform (Nachsacken) gedeutet werden kann; offenes Eis ist allerdings nicht

[3] Fossil: Neben der Bewegung fehlt auch das typische Feinmaterial, das ausgewaschen wurde.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

aufgeschlossen, die Quelltemperatur gibt hier keinen Hinweis, da perennierende Schneefelder die Wassertemperatur zu stark beeinflussen!

Etwas südlich liegt der Blockgletscher „Kleiner Sonnblick", der teilweise sehr stark gewölbt ist (bei 150 m Breite liegt nach steilem randlichen Anstieg die Blockoberfläche 5 bis 10 m höher als die Umgebung) und deutlich in zwei Generationen geteilt erscheint. Eine ältere (tiefere) zeigt ausgeglichene Formen, der Flechtenbewuchs ist stark und rezente Veränderungen scheinen nicht aufzutreten. In halber Höhe beginnt eine stark reliefierte, flechtenlose und durch Rutschungen und Blockbewegungen gekennzeichnete jüngere Generation. Nach oben geht der Blockgletscher in einen Lawinenhang über, den eine kaminreiche Felswand abschließt. Couloirartige Gletscher haben den Blockgletscher aufgebaut, sie sind jedoch vollkommen verschwunden. Auf Grund der Aktivität des höheren Teils ist aber Toteis im Blockwerk anzunehmen (eine Aufdeckung war infolge der Blockgröße bis 8 m Kantenlänge absolut unmöglich), um so mehr, als Sackungen der Oberfläche hinter der Stirn als Toteislöcher gedeutet werden können. Nach GRÖTZBACH muß die Bildung als Blockzunge (aus einem Gletscher entstanden) angesprochen werden, nach GERHOLD muß dieser Blockgletscher dem Typ a, die bisher besprochenen den Typen b_1 und b_2 gleichgesetzt werden. Allerdings kann nur der ältere Teil als Moräne bezeichnet werden, da der jüngere durch Eisgehalt noch in Bewegung zu sein scheint. Die Blockgletscher des Lieser- und des Eben—Lanisch-Kars halte ich bei den b_2-Typen ebenfalls für Nivationsformen, etwa in der Art zeitweise bewegter Schneeschuttwälle.

Das „Lanischkees" besteht aus einem heute noch vorhandenen Blankeisgebiet, welches vom Fuß des Kleinen Hafners (3016 m) zwischen 2830 und 2650 m gegen SE zieht und einem Blockgletscher, der sich aus der Moräne (vor allem Endmoräne) gebildet hat. Offensichtlich birgt die Moräne noch Toteis, wie Spalten zeigen und eine Bewegung hangab andeutet. Allerdings ist auf Grund des fast fehlenden Flechtenbewuchses und der engen Lage zum rezenten Gletscherkörper ein höchstens subrezentes Alter anzunehmen, wahrscheinlich sogar nur der 1850er-Stand als Bildungszeit. Gab es ältere Blockgletscherbildungen, was ich hier nicht annehme (es lag da immer ein kleiner Gletscher), so wurden sie überfahren und sind nicht erhalten. Der Gletscherschwund führt zu einem starken Einsinken der Gletscherzunge und einer Zerlegung in kleinere Teilstücke. Wie schon von anderen Autoren bemerkt wurde, bilden sich Blockgletscher bei Vorstößen schuttüberladener Eiszungen oder von Gletschern in Schuttgebiete. Hier ergibt sich ein weiterer Beweis für diese Annahme, denn der aufgewölbte und bewegte Blockgletscher steht im scharfen Gegensatz zu dem fast toten und eingesunkenen

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

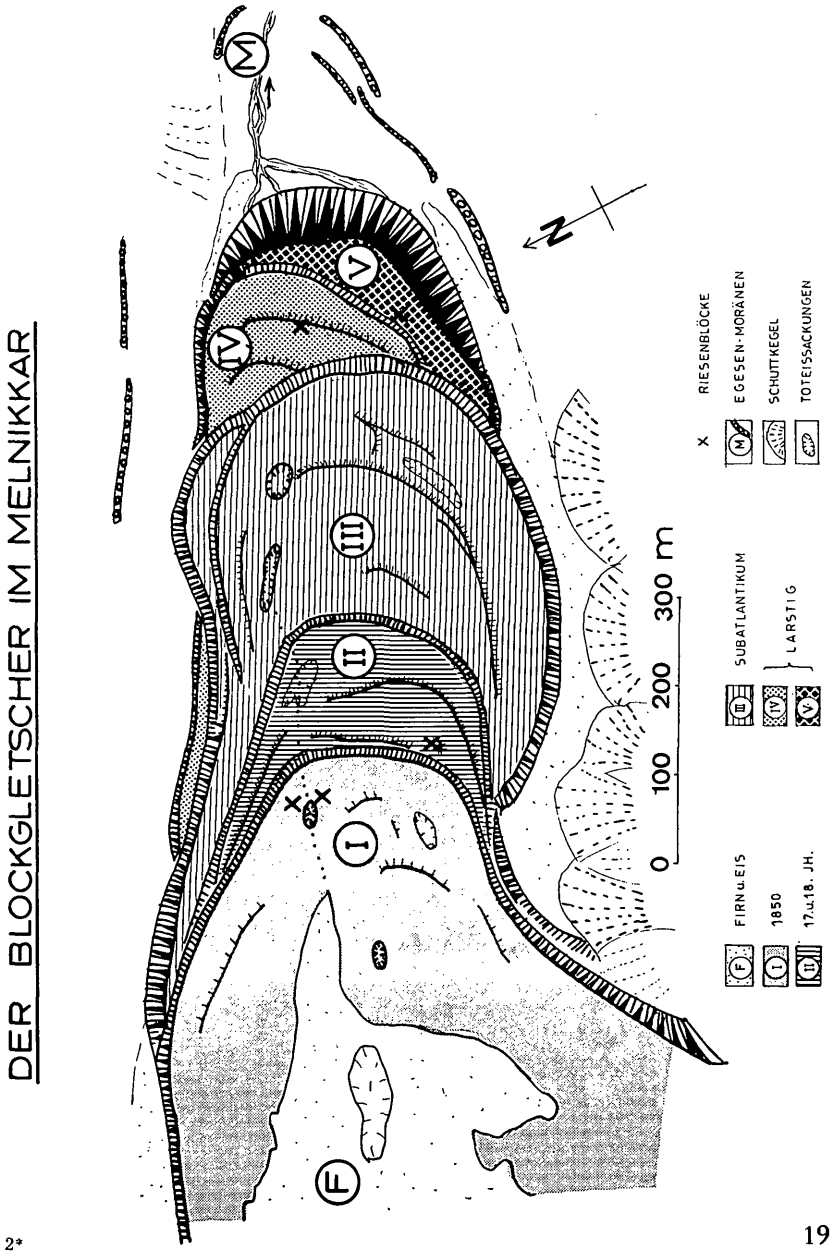
Gletscherrest; ähnliche Bilder ergeben sich auch beim Blockgletscher östlich des Mittleren Sonnblicks.

Der größte Blockgletscher des Seekars ist jener nördlich des Großen Malteiner Sonnblicks (3030 m), das „Große Sonnblickkees". Der Blockstrom ist mit dem rezenten Eis verbunden und erfüllt einen schmalen, trogartigen Karboden. Hier sind wieder zwei Generationen deutlich voneinander zu unterscheiden: Eine jüngere, die wieder dem letzten Gletschervorstoß (1850) entspricht und eine ältere, die den subatlantischen Vorstößen entspricht (Flechtenvergleich). Der höhere Abschnitt (2870 bis 1650 m) zeigt mehrfach gestaffelte Wälle, die in parallelen Bögen verlaufen und halbkreisförmig enden; zahlreiche Toteislöcher und darunter ansetzende Schmelzwasserfurchen kennzeichnen diesen Abschnitt. Die westliche Seite sowie der obere Teil gehen in den rezenten Gletscher über, aus welchem bereits mehrere Moräneninseln herausgeschmolzen sind. Auch hier hat der eigentliche Gletscher keine Bewegung mehr, eher kann man von Toteis oder perennierenden Firnflecken sprechen, die sich am schattigen Fuß der Nordwand erhalten haben. Der Moränencharakter des Blockgletschers ist unzweifelhaft vorhanden, das Fehlen von Flechten sowie das auftauchende Blankeis (am Nordende in Toteisform und Spalten) beweisen das junge Alter des Vorstoßes.

Der untere Abschnitt ist bedeutend flacher und von Schmelzwasserfurchen, die ihren Ausgang im höheren Teil nehmen, durchzogen. Bei einer Länge von 200 m senkt sich seine Oberfläche nur von 2660 auf 2640 m herab, um dann plötzlich steil (60°!) abzubrechen. Diese Front zeigt ganz typisch den Blockgletschercharakter: Grobmaterial und Feinmaterial, letzteres oft von Eislinsen durchsetzt, bilden den Abfall, der andauernd durch Rutschungen und Steinschlag in Bewegung ist. Das Vorrücken geht aus der Überfahrung einer rezenten Initialvegetation und aus ununterbrochen anhaltendem Steinschlag während mehrerer Beobachtungen (Juli 1967, August 1969 und August 1970) hervor; zwischen 1969 und 1970 wurde ein zimmergroßer, markanter Felsblock, der am Blockgletscherfuß lag, linksseitig um etwa 0,7 m überholt. M. E. entspricht die Grundmoränenlandschaft, die an einer abfallenden Felswand in 2500 m endet, der Larstigphase, die Verwitterung der jüngeren postglazialen Wärmezeit führte zu einer Bodenbildung, die Vegetation ermöglicht *(Carex curvula, Oreochloa disticha, Chrysanthemum alpinum, Pulsatilla alpina* und *Sedum alpestre).* Der Steinschlag des vorrückenden Gletschers (etwa 50 m seit 1850, geschätzt an Blockströmen, die auf Grund des Flechtenbewuchses diesem Stand zugeordnet werden konnten und teilweise überfahren wurden) verschüttet mehr und mehr diese Standorte. Der Blockgletscher selbst (tieferer Abschnitt) stammt wohl aus dem Subatlantikum (1. Jahrtausend v. Chr.); die steilen Felswände haben bei verstärkten Periglazialwirkungen (Frost-

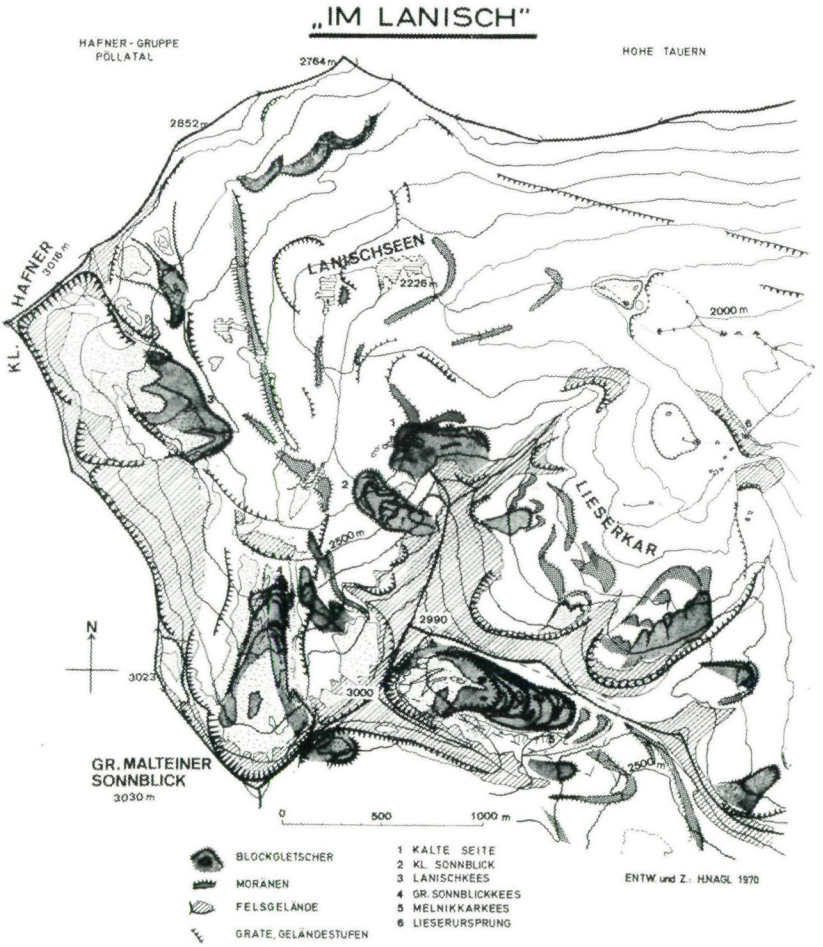
©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

sprengung) genügend Material auf den vorstoßenden Gletscher geliefert, so daß sich ein echter Blockgletscher bilden konnte und das Eis konserviert wurde.



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Der differenzierteste und daher interessanteste Blockgletscher liegt auf der Maltatalseite östlich des Mittleren Sonnblicks („Melnikkarkees"), ebenfalls mit Anschluß an einen rezenten Firnfleck (Nr. 5 auf den Abb. 1, 2 und 3). An drei fast rechtwinkelig aneinander stoßenden Seiten finden sich 100 bis 300 m hohe Felswände, von denen Schutthalden herabziehen, welche teilweise in tieferen Partien Vegetationsflecken zeigen. Im innersten Winkel des Kars gehen sie auf den Gletscher aus. Der Blockgletscher selbst schneidet diskordant die Halden, wobei die Höhen der Blockwülste bis 20 m über den Randfuß aufsteigen. Außerhalb des Blockgletschers finden sich mehrfach Moränenwälle, von denen auch der nächstgelegene bereits einen begrünten Außenrand aufweist.



©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Die Kubatur des gesamten Blockgletschers beträgt fast 3.5 Millionen m³, die Blockgröße ist außerordentlich groß und schwankt im Maximum bei 5 bis 15 m Kantenlänge, im Durchschnitt zwischen 1,5 und 3 m! Nur im tieferen Teil der Stirnwand, die mit einer größten Höhe von 30 m abbricht, sind auch feinere Blocklagen aufgeschlossen, linsenartig auch Sandschichten. Auf Grund der Lage der Blockzungen übereinander, des verschiedenartigen Flechtenbewuchses und aus dem Auftreten von Toteisresten kann man hier versuchen, das Alter zu bestimmen. Folgende Zonen sind von innen gegen Osten ausgebildet: Der rezente Gletscherfleck reicht vom Wandfuß in 2820 m bis 2730 m herab; er ist teilweise bereits von Schutthalden (Oberflächenmoränen) durchsetzt und besteht eigentlich nur noch aus einem Toteiskörper mit einer Firnbedeckung, die je nach Jahreswitterung den Spätsommer überdauert oder nicht. Das Eis ist stark zusammengeschmolzen und bildet heute eine flache Mulde mit „Gletscherkarst"-Formen, wie trichterförmige Einsturzgebiete und Schmelzwasserhöhlen. Dieser Gletscherfleck, der nur noch rund 4 ha Größe besitzt, wird wallartig von der ersten Blockgletschermasse umgeben, die sich im Süden aus einer Blockhalde herauslöst und nach einem halbkreisförmigen Bogen parallel zum nördlichen Hang zieht, wo sie an einem vorspringenden steilen Pfeiler endet. Die Gesamtlänge beträgt 750 m, die Höhe gegen den Gletscher (W) fast 20 m, gegen den weiteren Blockgletscher (E) hingegen nur 4 bis 7 m. Eine besondere Erscheinung ist ein Toteiseinsturz im NW der Blockzunge, der 15 m tief ist und von gewaltigen Blöcken umgeben wird: darunter ist heute noch Toteis zu erkennen. Anschließend ist im Begrenzungswall auch ein ehemaliges Gletschertor durch eine Kerbe angezeigt, an die eine Abflußrinne im weiteren Blockgletscher anschließt. Sie ist nicht als Gerinneweg ausgebildet, sondern vielmehr durch einzelne aneinandergereihte Einsenkungen angedeutet; nach kurzer Zeit ihrer aktiven Funktion scheint sich das Wasser später im Blockwerk tiefergelegt zu haben, so daß der Eindruck entsteht, daß zwar bei angeschwollener Eiszunge ein Abfluß oberirdisch (zumindest ein Stück) stattgefunden hat, während des Rückzugs und des Einsinkens der Eisoberfläche aber das Schmelzwasser nachgefolgt ist und an der Grenze Eis—Schutt geflossen ist; spätere Sackungen veränderten dann die Rinne bis zum heutigen Bild.

Gegen Osten schließen weitere fünf Blockgletscherkörper an, die jeweils mit Wällen enden; sie sind nicht immer in die vollkommen gleiche Richtung bewegt worden, sondern divergieren um einige Grad N oder S. Dadurch aber ist ihre Trennung voneinander viel besser möglich, als wenn ihre Blockmassen in- oder übereinandergeschoben worden wären.

Die der innersten am nächsten liegende Blockgletscherzunge besitzt drei Wälle, welche randlich unter der Masse des innersten

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Blockwalles verschwinden. Daraus ist auf ein höheres Alter zu schließen, wie weiter unten noch näher ausgeführt werden wird. Der dritte Blockgletscher weist große Mächtigkeit und weite Ausdehnung auf. Eine scharfe Kerbe trennt ihn im Süden vom zweiten, im Norden liegt der Wall weiter außen als in der vorhergehenden Zunge. Mit über 200 m Länge und 220 m Breite erreicht hier die durch einen höheren und mehrere kleinere Wälle gegliederte Blockzunge ihre größte N—S-Ausdehnung (Breite). Außerdem sind auch hier noch vier Toteiseinbrüche festzustellen. Die Stirn dieses Abschnitts bricht etwa 15 m tief auf den vierten Abschnitt ab. Dieser besteht aus drei stark aufgelösten und nur im nördlichen Teil entwickelten Wällen, die in ihrer randlichen Fortsetzung vom Abschnitt drei stellenweise überdeckt werden, um dann wieder als selbständiger Randwall aufzutreten; dieser zieht bis auf die Höhe des ersten Stirnendes zurück. Der vierte Blockgletscher ist im Material stark verwittert, und die Blöcke zeigen vielfach bereits größere Flechten. Als letzter Abschnitt schließt ein vor allem im Südteil ausgeprägter Blockgletscher an, dessen Rand im Norden mit dem Rand des vorhergehenden zusammenfällt und welcher mit der genannten Höhe gegen das „Vorland" abbricht. Dieses ist die Spitze eines moränenerfüllten Zungenbeckens, welches auch von mehreren, teilweise begrünten Endmoränenwällen abgeschlossen wird.

Wie bereits aus der Beschreibung hervorgeht, liegen die einzelnen Abschnitte teilweise diskordant übereinander. Dazu kommt, daß auf Grund des Flechtenbewuchses sowie der verschieden intensiven Blockverwitterung verschiedenes Alter abgeleitet werden kann, wobei zwei Marken ein jüngstes und ein größtes Alter angeben: Der rezente Gletscherfleck mit anschließendem Blockgletscher läßt für den innersten Abschnitt nur den 1850er-Hochstand zu, für einen eventuell auftretenden 1920er-Stand ist der Blockgletscher viel zu groß und deutlich ausgeprägt. Das maximale Alter wird durch die östlich anschließenden Moränen angegeben, die mindestens eine Phase früher abgelagert worden sind.

Eine vergleichende Zusammenstellung der Gletscherteile ermöglicht eine erste Altersdifferenzierung; es werden jeweils Hauptfließrichtung [4], Unter- und Überlagerung, Blockgröße [5], Verwitterung und Vegetation (Flechten) angegeben.

---

[4] Anzeichen für eine rezente Bewegung sind eine starke Steinschlagtätigkeit an der Blockgletscherstirn und eine sehr scharfe Grenze gegen das Vorland, über welches sich der Gletscher bzw. von ihm ausgehende Schutthalden zu legen scheinen. Der Gegensatz zu fossilen Formen im Eben—Lanisch- und im Lieserkar ist jedenfalls gegeben und beruht nicht nur auf Solifluktionsvorgängen, wie aus einem Vergleich der hier und dort anschließenden Hänge hervorgeht.

[5] Blockgröße: Durchschnittswerte der Kantenlänge bei klein: 0,5—1,5 m; mittel: 1—3 m; grob: 5—10 m.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

1. Innerster Blockgletscher: Fließrichtung: SE.

a) Unterlagerung: ältere Blockmassen; b) Überlagerung: keine; c) Blockgröße: mittel, teilweise grob; d) Verwitterung: nur Frostsprengung, Vegetation: keine.

Der Randwall zieht von Karwand zu Karwand und umschließt einen Blockgletscherteil und einen Firnfeldteil. Letzterer ist stark zerlegt und im Schwinden begriffen, zahlreiche Toteisformen. An der Grenze Firn—Blockmasse ist ein zweiter Wall undeutlich entwickelt, der dem 1920er-Stand entsprechen könnte, der eigentliche Blockgletscher entspricht dem Vorstoß in der Mitte des 19. Jahrhunderts, wobei die steilen Felshänge zwischen bzw. östlich des Kleinen und Mittleren Sonnblicks (2990 bzw. 3000 m) das Material geliefert haben.

2. Blockgletscherteil II: Fließrichtung: SE.

a) Ältere Blockmassen (III); b) jüngere Blockmassen (I); c) klein bis mittel; d) keine Bodenbildung, am äußersten Wall kleine Flechten (siehe Tabelle am Ende des Abschnitts).

Der Randwall verschwindet im N und im S unter dem Blockgletscher I, die beiden inneren Wälle scheinen von Oszillationen desselben Standes zu stammen und gehen im S in den Randwall über.

3. Blockgletscher III: Fließrichtung: E 35° S bis E 20° S.

a) Blockgletscher IV; b) Blockgletscher II; c) oberflächlich klein, am Außenrand mittel bis grob; d) Rankerflecken in Mulden mit *Carex* sp., Flechten häufig, Oberfläche durch Solifluktionvorgänge verändert. — Der Außenwall reicht im N und S um den Blockgletscher II bis an (N) oder nahe an (S) den Blockgletscher I heran. Ein innerer Wall ist nur teilweise ausgebildet und wird im N von Toteisbrüchen abgeschnitten. Gegen Osten ist ein isolierter Block-Lobus erhalten, der über IV liegt und sich im W mit dem Hauptwall vereint.

4. Blockgletscher IV: Fließrichtung: ESE.

a) Blockgletscher V; b) im SW III, im N keine; c) grob, mit Riesenblöcken (10 m Kantenlänge); d) starker Flechtenbewuchs, Feinmaterial ausgewaschen. — Die stark gegliederte Oberfläche zieht am Nordrand, unterbrochen von dem Lobus (III), weit zurück, im S verschwindet sie bereits in der Stirnmitte von III.

5. Blockgletscher V: Fließrichtung: E 20° S.

a) Älteres Moränenmaterial (Egesen; siehe auch SENARCLENS-GRANCY); b) im N IV, im S keine bzw. weiter westlich III; c) mittel bis grob mit Riesenblöcken; d) Flechtenbewuchs, an der Grenze zu IV Bodenreste (Humusbildungen). — Im tieferen Teil der Stirn treten Sand und Kieslinsen auf, am Stirnfuß treten mehrere Quellen auf (Temperatur zwischen 2° und 4° C im August 1970).

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Durch die verschiedene Fließrichtung und die Überlagerung (teilweise) ist eine Altersdifferenzierung zwischen Egesen (Liegendmoräne) und 1850 (Blockgletscher I) gegeben. Die beiden aus groben Komponenten aufgebauten, flechtenreichen Massen V und IV scheinen dem Larstigvorstoß anzugehören; Boden- oder Holzfunde waren bisher nicht möglich, so daß eine absolute Datierung nicht vorgenommen werden konnte. Vorstoß III mit Unterwällen ist den subatlantischen Vorstößen (MAYR & HEUBERGER) gleichzusetzen und Blockgletscher II (mit Untergliederung) den Klimarückfällen des 17. und 18. Jahrhunderts zuzurechnen.

Übersicht der Flechtenvorkommen:

Wall	Flechte	Durchmesser	Häufigkeit
I	*Sporastatia testud.*	100—120 cm	überall
	Rhizocarpon geographicum	270—315 cm	überall
II	*Sporastatia testud.*	90—120 cm	überall
	Rhizocarpon geographicum	260—300 cm	v. a. Südteil
III	*Sporastatia testud.*	50— 70 cm	überall
	Rhizocarpon geographicum	45— 75 cm	v. a. Südteil
IV	*Sporastatia testud.*	30— 50 cm	mittl. Teil
	Rhizocarpon geographicum	25— 60 cm	mittl. Teil
V	kleinste Initialformen	1— 5 cm	Ostrand

Aus den vergleichenden Untersuchungen lassen sich demnach in diesem Raum drei verschiedene Moränentypen ableiten: 1. Mehr oder minder deutlich ausgebildete Wallmoränen (End- und Seitenmoränen), welche die älteren Stadiale von Steinach bis Egesen markieren. Steinach und Gschnitz sind noch in den Tälern, Daun und jüngere Akkumulationen nur in Karen entwickelt. Oftmals sind der Ausdehnung der Gletscher entsprechend Schliffgrenzen und Sekundärtröge ausgebildet. 2. Blockgletscherartige Moränenmassen, die keinerlei Bewegung ausführen (fossil sind) und in Höhen zwischen 2200 und 2700 m auftreten; sie finden sich fast ausnahmslos in nordexponierten Karen, sind sehr grobblockig und besitzen keinen rezenten Firnanschluß. Altersmäßig sind sie der Larstigphase zuzuordnen, da sie die äußersten Blockbildungen innerhalb der Egesenmoränen darstellen. 3. Blockgletscher mit rezenten Firnfeldern im Hintergrund. Sie bestehen aus in- und übereinander gelagerten Blockmassen, die durch die Verbindung des vorrückenden Eises mit den Schuttmassen der steilen Hänge ausgebildet wurden und teilweise noch mit Eis durchsetzt sind. Selbst ältere Abschnitte scheinen noch Toteis zu bergen, jedenfalls treten auch fossile Toteisbildungen bei allen Blockgebilden dieser Art auf. Sie beginnnen teilweise bereits im Larstig und reichen kontinuierlich in ihrer Entwicklung bis zum

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Gletscherhochstand des vorigen Jahrhunderts. So sind nicht nur den spät- und postglazialen Ständen Formen eigen, sondern auch den Gletschervorstößen der postglazialen Wärmezeit und der Folgezeit. Im zweiten Teil sollen nun die hier gewonnenen Ergebnisse mit solchen aus anderen Räumen und mit jenen anderer Autoren verglichen und ihre Allgemeingültigkeit zur Frage gestellt werden.

2.1. Allgemeine Ergebnisse

Aus der Abfolge der spät- und postglazialen Aufschüttungen, sowohl jener, die die Talräume betreffen, als auch der, welche auf den Kar- und Gletscherbereich beschränkt sind, lassen sich Rückschlüsse auf das Klima zwischen dem Ende des Eiszerfalls und heute ziehen. Von der allgemeinen Tatsache ausgehend, daß in inneralpinen Räumen während Zeiten mit periglazialem Klima die Akkumulationen (sowohl denudativ als auch fluviatil) im Talbereich bzw. auf vorhandenen Hangverflachungen überwiegen, kann man aus der Abfolge von Akkumulationsphasen eine entsprechende Folge von Klimaminima ableiten. Durch die Heranziehung mehrerer Arten ist es möglich, weitgehend vorhandene Lücken zu erkennen und die tatsächliche Abfolge von Klimaänderungen zu rekonstruieren. Absolute Datierungen würden solche Untersuchungen im einzelnen beweisen, sie waren in diesem Raum bisher nicht möglich. Dafür wurden andere, stratigraphische Methoden herangezogen und mit pedologischen Faktoren ergänzt.

Die älteste Talverschüttung ist an kein einheitliches Niveau gebunden, wie schon E. LICHTENBERGER (1953) erkannt hat. Diese mächtige Schotter- und Sandakkumulation (bis über 100 m) entsteht zu einer Zeit des Eisstromnetz-Zerfalls, wobei größere, meist inaktive Toteisreste als Ursache der Aufstauung und Aufschüttung anzunehmen sind. Die älteste dieser lokal und temporal aufeinanderfolgenden Ablagerungen ist das Lieserdelta nahe dem Millstätter See, es folgen jene von Trebesing, von Gmünd und von Rauchenkatsch, wobei letztere die Epigenese von Rauchenkatsch verursacht hat. Die Oberkanten liegen im Süden bei 700 m und steigen gegen Norden auf über 1100 m an. Nach diesen regionalen Talverschüttungen führt eine Phase der Tiefenerosion zu deren fast völligen Abtragung. Bis zu 0,5 m mächtige Verwitterungsdecken (lehmartig) auf den Terrassen einerseits, die zu den beschriebenen Aufschüttungen vollkommen diskordant liegende nächste (an Moränen anschließende) Akkumulation andererseits sprechen für ein bühlzeitliches Alter (Schönberg-Phase im Inntal im Sinn MAYR & HEUBERGER) = Ältere Dryas der Talverschüttung und deren Ausraum im Bölling-Interstadial (etwa 12.720—12.320 Jahre vor heute).

Nach dem weitgehenden Abschmelzen der Gletscher im Bölling führt eine neuerliche Klimaverschlechterung zum Vorstoß der Glet-

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

scher; der Liesergletscher endete bei der Tendlalm in 1300 m, relativ weit oben im Tal. An sie schließt eine weitere Talverschüttung an, die anfangs als echte Flußterrasse im Katschtal vorwiegend durch aneinanderschließende unterschnittene Schwemmfächer gekennzeichnet ist. Vor allem die Gurktaler Alpen, aber auch die östlichste, an das Liesertal angrenzende Hafnergruppe weisen für eine größere, auf Grund der Schneegrenze und der Moränenlage als steinachzeitlich datierte Vergletscherung zu geringe Höhen auf. Als Folge kommt es vor allem zu einer verstärkten Aufschüttung der Gletscherbäche, da auch das Material für eine periglaziale Verwitterung günstig ist; daher sind auch die Akkumulationen der Lieserzuflüsse volumsgrößer als die Lieserterrassen selbst. In der darauffolgenden Wärmephase des Alleröd (etwa 12.000—9800 vor heute) werden anfangs durch die vermehrte Schmelzwasserführung der Flüsse die Schwemmkegel zerschnitten, später bildeten sich Böden aus, die stellenweise (Laußnitzkegel) unter der nächstjüngeren Aufschüttung erhalten geblieben sind. Ganz ähnliche Vorgänge treten während der Gschnitzphase auf; das Ende des Liesergletschers lag bei der Pöllaalm in 1370 m, fast alle Schwemmkegel wurden neuerlich in die Einschnitte der alten eingeschüttet, wobei bei Flußverlegungen diese bis heute unzerschnitten erhalten sind (z. B. Katschbachkegel). Das steinachzeitliche Zungenbecken wurde seitlich mit Schuttkegeln verschüttet, die auch später immer wieder aktiviert wurden.

Im Postglazial bleiben die Gletscher auf die Kare beschränkt, der Liesergletscher endet oberhalb des Lieserfalls an einer gesteinsbedingten Stufe in der Daunzeit und bei den Lanischseen während des Egesenstandes; die Kare zeigen nur noch kleine Lokalmoränen. Mit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit ist die Periode der Gletscherbildungen abgeschlossen, nur noch kleinste Gletscherflecken wurden immer wieder neu belebt, ihre Vorstoßweite ist jedoch sehr gering. Während der postglazialen Wärmezeit kam es jedoch zu Klimarückfällen, die teilweise größere Vorstöße als die rezenten verursacht haben. Aus diesen Perioden sind in fast allen Karen heute fossile Blockgletscher vorhanden, in Karen mit rezenten Firnflecken sind diese Blockgletscher auf Grund der Vorgänge an der Stirn als noch aktive Formen zu bezeichnen. Vor allem im Melnikkar ist ein ältester Teil des Blockgletschers auf Grund morphologischer und lichenometrischer Ergebnisse in die Larstigzeit (etwa 6000 vor heute) zu stellen. Im Subatlantikum und in der Neuzeit wurden diese Blockgletscher erneuert, oft schoben sich die jüngeren Blockzungen in oder über die älteren. Auch der 1850er-Vorstoß ist in den meisten Fällen durch Blockgletscher gekennzeichnet, was auf die überaus steilen Felshänge (Materialanlieferung) zurückzuführen ist. So läßt sich aus den geomorphologischen Erscheinungen ein ganz ähnliches

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bild ableiten, wie es vor allem MAYR & HEUBERGER und jüngst PATZELT in Nord- bzw. Osttirol erkannt haben.

2.2 Abschließend sei Stellung zu anderen Autoren genommen und seien Vergleiche aus anderen Räumen herangezogen. Während auch in anderen Teilen der Hohen Tauern (Ankogelgruppe, Blockgletscher nördlich der Gamskarspitze) mit HEUBERGERS Beobachtungen Übereinstimmung gewonnen wurde, sind in den östlichen Zentralalpen ähnliche Formen in viel tieferer Lage zu finden. So liegen in den Seckauer Tauern unterhalb rund 2400 m hoher Gipfel in 1850 m bis 2100 m mehrere fossile Blockgletscher, die alle eindeutige Moränennatur besitzen und daher auch zur Schneegrenzbestimmung herangezogen werden könnnen. Zwar muß ein weiteres Vorschieben nach Abschmelzen des hier gschnitzzeitlichen Gletschers angenommen werden, doch kann man auf Grund der Höhenkonstanz der Blockgletscherenden mit nur geringen Vorschüben rechnen, was auf eine durchgreifende Klimaverbesserung am Ende des Gschnitzstadials schließen läßt; denn prinzipiell konnten aktive Blockgletscher nur in periglazialen Klimazonen angetroffen werden. Das Feinmaterial ist hier weitgehend ausgewaschen, so daß grobes Blockwerk mit ähnlichen Wülsten wie in den Hohen Tauern freiliegt und teilweise als fast vegetationslose Zunge in den Wald herabsteigt, dann allerdings ebenfalls mit einem 20 bis 50 m hohen Steilabfall endet. Dieser Steilabfall zeigt einen größeren Anteil an Feinmaterial (vor allem Sandfraktion) und ist mit Buschwerk bewachsen, so daß heute keine Weiterbewegung angenommen werden kann.

Die ausgezeichneten, durch Maß und Zahl gut belegten Untersuchungen JÄCKLIS in Graubünden geben ebenfalls die wesentlichen Merkmale eines Blockgletschers an, wobei besonders die zahlreichen Bewegungsuntersuchungen und Massenberechnungen einen wirklichen Fortschritt bedeuten. Die Höhengebundenheit der bewegten Blockströme, wie JÄCKLI sagt, zwischen 2800 und 2300 m entspricht durchaus den Beobachtungen PILLEWIZERS und des Verfassers, hingegen scheint die Exposition nicht so ausschlaggebend zu sein, zumindest SE-Lage konnte mehrmals festgestellt werden. Entgegen H. BOESCH (1951) und J. DOMARDZKI (1951), welche die Entstehung aus moränenreichen, sich zurückziehenden Gletschern ableiten, was bereits JÄCKLI abgelehnt hat, muß wohl ein Gletschervorstoß angenommen werden, da viele moränenüberladene Gletscher beim Abschmelzen eine oft 300 m tiefe, moränenausgekleidete Mulde hinterlassen, an deren Rändern scharfe Moränenwälle aufragen. Andererseits möchte ich schärfer zwischen echten Blockgletschern und Blockströmen unterscheiden. Während JÄCKLI alle Formen als Blockströme anspricht, muß man wohl die genetische in Zusammenhang mit echten Gletschern stehende Blockmasse auch begrifflich von weiterbewegten Schutthalden oder Bergstürzen unter

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

scheiden. Erstere sind genetisch Glazialformen, letztere Periglazialformen; auch PILLEWIZER (1957) bezeichnet in den Ötztaler Alpen die Blockgletscher als Teil- oder Folgeformen von Gletschern. Aus Schutthalden entstandene Blockströme weisen zwar gleiche Bewegungswülste und Stirnpartien auf, wie wir sie von Blockgletschern kennen, doch sind sie ärmer an Feinmaterial und nie so mächtig. Bei völligem Schwinden des Eises kann allerdings bei fossilen Formen eine Trennung oft sehr schwer sein. Die Blockgirlanden JÄCKLIS, meist Schneeschuttwälle und ähnliches, haben nur den konvexen Rand mit den Blockströmen gemein und sind — wie allgemein angenommen wird — unbewegt. Es besteht allerdings eine Konvergenzerscheinung zu gealterten fossilen Blockgletschern (z. B. Seckauer Tauern).

D. BARSCH untersucht die Blockgletscher im Kar Macun im Engadin und berichtet, daß oft kennzeichnend ein Blockgletscher (konvex) an ein konkaves Zungenbecken des 1850er-Stands anschließt. Ähnliches fand ich auch im Melnikar. Damit ist für Blockgletscher die Moränennatur erwiesen; sie bildet auch ein Hauptmerkmal für die Entstehung. Auch BARSCH unterscheidet Blockgletscher, die unterhalb größerer Schutthalden entstanden sind, es gilt dasselbe wie bei JÄCKLI. Die Erklärung der auftretenden Depressionen als Zerrspalten kann zwar oft zutreffen, sicher aber sind viele auch als Toteiseinbrüche zu erklären, vor allem dann, wenn sie trotz größerer Neigung rundlich sind oder überhaupt in flachen Partien auftreten. Ob bei flächigem Einsinken eine Ausdünnung der Blockmasse besteht oder nur ein Einsinken infolge Eisschmelze in der Tiefe (PILLEWIZER) kann nur durch Bohrungen bzw. seismische Messungen erklärt werden.

Abschließend sei eine Korrelation der Befunde der Pollenanalyse von A. FRITZ (1967) in Kärnten mit den Ergebnissen der morphologischen Untersuchungen versucht. Es zeigt sich dabei eine überaus auffällige Parallelität. Die Datierungen weichen zwar fast immer um einige Jahrhunderte voneinander ab, was aber leicht mit der Verspätung von Klimaoptima in der Höhe bzw. Klimaminima im Drautal erklärt werden kann. Außerdem stammen die meisten absoluten Daten der Glazialgeologie aus dem Bereich nördlich des Alpenhauptkammes, wo andere Bedingungen herrschten als südlich (FRITZ). Auch zahlreiche Details stimmen überein, was in der Tabelle nicht immer ausgeschieden wurde: So wird in der *Pinus-Betula*-Phase der *Picea*-Pollen-Anstieg durch ein Cheniopodaceen-Maximum unterbrochen, was zeitlich gut mit dem Steinachvorstoß zusammenfällt. Zugleich aber war bereits das Haupttal (Drau) eisfrei, wie aus den Baumpollen ersichtlich ist. Dies kann als weitere Stützung der Annahme eines Steinachstandes gegenüber dem Schlernstand gelten, da letzterer noch Eis im Haupttal aufwies (am locus typicus). In den postglazialen Phasen sind lokalklimatische Faktoren von großer

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

Bedeutung, was A. FRITZ für das verschiedene Verhältnis von BP zu NBP in gleichaltrigen Profilen und ich an anderer Stelle für unterschiedliche Gletscherentwicklungen beschrieben habe (1968). Abb. 4 zeigt abschließend eine Tabelle zur besseren Übersicht, zu welcher folgende Erklärungen gelten:

KORRELATION DER BEFUNDE DER GLAZIALFORSCHUNG u.d. POLLENANALYSE

JAHRE[1] VOR HEUTE	BLYTT u. SERNANDER	NAGL nach[2] MAYR-HEUBERGER	A. FRITZ (1967)[3]		BEMERKUNGEN[4]
400	SUB-ATLANTIKUM	SUBR. u. REZENTE VORSTÖSSE	PINUS-PICEA-PHASE	POSTGLAZIAL	MEHRERE VORSTÖSSE DER GLETSCHER UND SCHWANKUNGEN
		Mittelalter			
1.500		SUBATLANTISCHE VORSTÖSSE	PICEA-(FAGUS)-(ABIES)-PHASE		DER WALDGRENZE
3000	SUB-BOREAL	Jüngere postglaziale Wärmezeit			HAUPTZEIT DER BLOCKGLETSCHER-BILDUNG
5.800	ATLANTIKUM	LARSTIG			
6.000		Ältere			
7.000		LARSTIG	PICEA-PHASE		
7.500	BOREAL	postglaziale Wärmezeit			
8.800	PRÄ-BOREAL	EGESEN			WALDENTWICKLUNG IN HAUPTTÄLERN ↑ EISFREI-WERDEN
10.000	J. DRY. AS	DAUN			
		GSCHNITZ	PINUS-BETULA-PHASE	SPÄT-	
	ALLER ÖD	Alleröd			
12000	ÄLTERE DRYAS	STEINACH			
13.000		Bölling			
		BÜHL			

1. Gerundete Werte aller ^{14}C-Messungen aus dem Tiroler Bereich (nach MAYR & HEUBERGER, HEUBERGER und KINZL).

2. Infolge der im Text angeführten Gründe konnte die Nomenklatur im Sinne MAYR & HEUBERGER (1966) übernommen werden.

3. Die einzelnen Phasen wurden nach Ozeanität und Kontinentalität unterschieden, da sich diese Differenzierungen nur in tieferen Lagen auswirkten.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Kärnten, Austria, download unter www.biologiezentrum.at

4. Gültig für den Raum des Untersuchungsgebiets (nicht für die zum Vergleich herangezogenen Seckauer Tauern, wo eine Verschiebung nach oben gilt: die Blockgletscherbildung setzte früher ein, postdaun waren diese Räume eisfrei).

In weiteren Fahrten soll versucht werden, Material für eine absolute Datierung zu finden.

Abschließend erlaube ich mir, der Kärntner Landesregierung für Subventionen, die die ausgedehnten Begehungen erlaubten, meinen Dank auszusprechen.

LITERATUR

BARSCH, D. (1969): Studien und Messungen an Blockgletschern in Macun, Unterengadin. — Zeitschr. f. Geom., Berlin—Stuttgart. Suppl. *8:*11—30.

EXNER, Chr. (1964): Aufnahmen 1963 in der Hochalm-Ankogel-Gruppe (156). — Verh. Geol. BA., Wien. *3:*A 16—17.

FISCHER, Kl. (1965): Murkegel, Schwemmkegel und Kegelsimse in den Alpentälern. — Mitt. Geogr. Ges. München, *50:*127—160.

FRITZ, A. (1967): Beiträge zur spät- und postglazialen Pollenstratigraphie und Vegetationsgeschichte Kärntens. — Carinthia II, Klagenfurt, *77:*1—33.

GERHOLD, N. (1967): Zur Glazialgeologie der westlichen Ötztaler Alpen. — Veröff. Tiroler LM. Ferdinandeum, Innsbruck, *57:*5—52.

GRÖTZBACH, E. (1965): Beobachtungen an Blockströmen im afghanischen Hindukusch und in den Ostalpen. — Mitt. Geogr. Ges. München, *50:*175—201.

HEUBERGER, H. (1968): Gletschergeschichtliche Untersuchungen in den Zentralalpen zwischen Sellrain- und Ötztal. — Wiss. AV-Hefte, Innsbruck, *20:*1—126.

— (1968): Die Ötztalmündung (Inntal, Tirol). — Alpkdl. Studien, FS. H. KINZL, Innsbruck, *1:*53—90.

LICHTENBERGER, E. (1953): Glazialgeologische Beobachtungen in der Umgebung des Millstätter Sees. — FS. KOBER, Geol. Arb. Wien, 404—414.

JÄCKLI, H. (1957): Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebiets. — Beitr. zur Geol. d. Schweiz, Geot. Ser. *36:*1—136.

LUCERNA, R. (1933): Der Gletscher von Gmünd. — Mitt. Österr. Geogr. Ges., Wien, *76:*262—282.

MAYR, F. (1964): Untersuchungen über Ausmaß und Folgen der Klima- und Gletscherschwankungen seit dem Beginn der postglazialen Wärmezeit. Zeitschr. f. Geomorph. NF *8:*257—285.

MORAWETZ, S. (1942): Schwemmkegelstudien. — Pet. Mitt., Gotha, *88:*84—91.

NAGL, H. (1965): Geomorphologie der Region um den Katschberg und der benachbarten Gebirgsgruppen. — Diss. phil. Wien,

PILLEWIZER, W. (1957): Untersuchungen an Blockströmen der Ötztaler Alpen. — Geom. Abh., FS. O. MAULL, Berlin, *5:*37—50.

SENARCLENS-GRANCY, W. (1935): Stadiale Moränen im Hochalmspitz-Ankogelgebiet. — Zeitschr. f. Glkde., Leipzig, *23:*153—170.

Anschrift des Verfassers: Dr. Hubert NAGL, Assistent am Geographischen Institut der Universität Wien, Universitätsstraße 7/V, A-1010 Wien.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Carinthia II

Jahr/Year: 1971

Band/Volume: 161_81

Autor(en)/Author(s): Nagl Hubert

Artikel/Article: Zur Erkenntnis puartärer Klimaschwankungen aus geomorphologischen Erscheinungen am Beispiel des Pöllatals (Hafnergruppe,Kärnten)- (Mit 3 Abbildungen, 4 Bildern sowie 1 Karte) 9-30