

# Die Geologie der Rattendorfer Alm (Karnische Alpen)

Von Karloskar FELSER und Franz KÄHLER

## Einleitung

Im Gebiet der Rattendorfer Alm sieht man die Schichten des Unterperms am besten; das schönste Profil des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes verläuft in der Westwand des Schulterkofels. Der locus typicus der Grenzlandbänke liegt entlang der österr.-ital. Grenze zwischen Ringmauer und dem Zottachkopf, jener des Oberen Pseudoschwagerinenkalkes in der Basis des Zottachkopfes auf dessen Nordseite. Der Trogkofelkalk ist natürlich im Trogkofel am besten, wenn auch schwierig zu studieren. Seine Untergrenze läßt sich an mehreren Stellen sehr gut beobachten (auf der Nordseite des Zottachkopfes, im westlichen Trogkofelkar bei 1788 m, hier durch Gleitung etwas zerrüttet, aber auch im schmalen Kammgebiet des Zweikofels). Die besten Bilder der Dolomitisierung bieten die Trogkofelkalke des Zottachkopfes und die terrassenartig nach Nordosten und gegen den „Kessel“ abfallenden Unteren Pseudoschwagerinenkalke der Ringmauer. Das westliche Trogkofelgebiet ist ein ausgezeichnetes Studienobjekt für späteiszeitliche Vergletscherung und für die Erscheinungen der Folgezeit. Auch die Wirkung der Bergerzerrißung läßt sich in diesem Bereich sehr gut studieren.

All diese wunderbare Fülle bildet zugleich eine Landschaft von großer Schönheit, so daß es eine wahre Freude ist, hier zu arbeiten.

Die Rattendorfer Alm ist von Rattendorf im Gailtal (Bahnhof Rattendorf-Jenig) mit guten Gasthäusern heute sogar schon motorisiert erreichbar, doch ist es empfehlenswert, sich vorher in Rattendorf über den jeweiligen Zustand des Fahrweges zu erkundigen. Für Automobile ist er freilich ungeeignet. Unterkunft und Verpflegung, nur während des Almbetriebes (Ende Juni — Mitte September etwa), sind einfach, aber auch für längere Aufenthalte ausreichend. Voranmeldung ist in letzterem Falle notwendig\*.

Von den älteren Arbeiten ragen die geologischen Karten von FRECH (1894) und GEYER (1896) hervor. 1931 hat F. KÄHLER eine Detailkartierung begonnen, die zur Entdeckung der Grenzlandbänke und damit zu einem Umsturz der Permstratigraphie führte; in den Jahren 1935/36 haben K. O. FELSER und H. SEELMEIER auf Grund dieser Unterlagen das Gebiet im Maßstab 1 : 10.000 kartiert. Diese Karte konnte jetzt, nachdem sie jahrelang verschollen war, für

---

\* Anmerkung während des Druckes: Die Verhältnisse haben sich 1963 leider sehr verschlechtert. Der Fahrweg ist nur mehr mit geländegängigen Fahrzeugen befahrbar und die Alm wird heuer nur als Jungviehalm betrieben. Verpflegungsmöglichkeit ist heuer praktisch nicht gegeben. Es besteht Aussicht auf Besserung für 1964.

diese Arbeit mitverwendet werden. 1952, 1954, 1955 und 1956 haben K. O. FELSER und F. & G. KAHLER die Karte neu aufgenommen, die hier in schematischer Form vorgelegt wird.

1936 und 1943 hat F. HERITSCH monographisch die Karnischen Alpen beschrieben und besonders in letzterer Arbeit, die leider infolge von Kriegseinwirkung nur in wenigen Stücken erhalten geblieben und damit kaum zugänglich ist, die bis dahin vorliegenden Ergebnisse dargestellt.

Die versteineringkundliche Bearbeitung erfolgte:

- 1938—1943 durch F. HERITSCH (Korallen, Brachiopoden),  
1937 durch K. O. FELSER und H. SEELMEIER (Korallen und Brachiopoden), wobei FELSER derzeit die Korallenfauna dieses Gebietes neu bearbeitet,  
1937—1941 durch F. & G. KAHLER (Fusuliniden); die Bearbeitung wird derzeit fortgesetzt,  
1933 durch G. KIELHAUSER (Pflanzen),  
1960 durch W. BERGER (Pflanzen, noch nicht veröffentlicht).

### Die Hochwipfelschichten

Sie wurden nicht näher untersucht und sollen hier nur kurz genannt werden. Der für diese komplexe Schiefergesteinsserien geprägte Name leitet sich vom Hochwipfel ab, der mit einer sehr steilen Störung, dem Höchwipfelbruch FRECH's (1890), gegen das Jungpaläozoikum des Schulter- und Hüttenkofels und im Osten gegen die Basis des Zweikofels abstößt.

### Das Oberkarbon

In einem schmalen Gesteinskeil, der zwischen der unterpermischen Schulterkofeleinheit und dem Hochwipfel eingeklemmt ist und aus Schiefen, Sandsteinen und Quarzkonglomeraten besteht, haben wir bisher noch keinen Hinweis auf deren Alter gefunden, nehmen aber Oberkarbon an (FELSER-SEELMEIER 1936). Die neue Kartierung weiter westlich wird wohl die stratigraphische Position dieser Scholle aufklären.

Die Oberkarbonschichten an der Basis des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes im Schulterkofel sind von K. METZ studiert worden. Das Profil wurde von F. HERITSCH 1943 veröffentlicht und sei, da diese Publikation zu den äußersten Seltenheiten gehört, hier nochmals angeführt:

3 m Schiefer, 10 m Sandstein, 1 m sandige Schiefer mit kalkigen Lagen (Krinoidenstielglieder und Brachiopoden), 1 m schwarze Schiefer mit Brachiopoden; Punkt 1881: dolomitische Kalke mit Brachiopoden, wahrscheinlich gleich der Schichte s des Auernig, brauner, plat-

tiger Sandstein, 2 m dünnplattige Sandsteine, 4 m Sandsteinschiefer, 0,5 m Schiefer, 5—8 m lagiger bis schiefziger Sandstein, 15—20 m plattiger, in großen Platten brechender Sandstein, 5 m sandige Schiefer, 6 m schwarze dünnplattige Schiefer und braune Tonschiefer, 0,7 m Sandstein mit der von REICHARDT bearbeiteten „Flora x“:

*Pecopteris arborescens* BRGT., cf. *candolleana* BRGT., *hemithelioides* BRGT., *oreopteridea* BRGT., *feminaeformis* BRGT., *pluckeneti* SCHL., *polymorpha* BRGT., cf. *unita* BRGT.

*Alethopteris* sp., *Callipteridium* aff. *gigas* GUTB., *Calamites* sp., *Annularia stellata* WOOD, *A. sphenophylloides* ZENK., *Cordaites* cf. *palmaeformis* GOEPP. und sp.,

0,5 m sandige Schiefer, in Sandsteine übergehend, 1,5 m Sandstein, 15 m Sandstein mit Pflanzenhäcksel, sandige Schiefer mit schlecht erhaltenen Brachiopoden und Bryozoen, nach oben immer mehr Konkretionen, 10 m plattiger Sandstein, 7 m Quarzkonglomerat, Sandstein in Kalk übergehend und Unterer Schwagerinenkalk der Westwand des Schulterkofels.

Das Profil ist wegen seiner Flora besonders bemerkenswert, die W. REICHARDT in das höhere Stefan (= oberes Oberkarbon bis unteres Perm) einstuft und sie als die jüngste bis dahin bekannte Flora auffaßte. JONGMANS hat dies nach weiteren Aufsammlungen schließlich bestätigt (1938, Westphal E JONGMAN's). Die Grenze Karbon/Perm wird hier von uns faziell angesetzt: der Kalk über dem Sandstein-Konglomeratprofil gilt als Perm.

Auch im italienischen Raum südlich der Ringmauer setzt sich diese Schiefer-Sandstein-Konglomeratfolge fort, ist aber anscheinend nicht sehr günstig aufgeschlossen und hat noch keine entscheidenden Versteinerungen geliefert.

Ein relativ langes Profil liegt im unteren Teil des Hüttengrabens. Es endet, leider tektonisch gestört, am Unteren Pseudoschwagerinenkalk, der hier nur ganz schmal ist. Die Schichtfolge darunter ist nur lückenhaft aufgeschlossen und ist zweifellos sehr kalkarm. KIELHAUSER hat 1933 aus einer Schieferlage des höheren Teiles des Profils eine kleine Flora bestimmt, die FELSER & SEELMEIER gefunden hatten:

*Calamites multiramis* WEISS (sterile Zweige = *Annularia stellata* SCHLOTH.), *Annularia sphenophylloides* ZENKER, *Asterotheca* (*Pecopteris*) *arborescens* SCHLOTH. sp., *A. (P.) candolleana* BRGT., *A. (P.) miltoni* ARTIS sp., *Acithea* (*Pecopteris*) *polymorpha* BRGT., *Pecopteris feminaeformis* SCHLOTH., *Alethopteris serli* BRGT., *Pecopteris* cf. *pluckeneti* SCHLOTH., *Pecopteris* cf. *sterzeli* SCHLOTH., *Callipteridium* cf. *gigas* GUTB.

Diese Flora hat er etwas älter gedeutet als die Flora x vom Westhang des Schulterkofels, und zwar in den Übergang vom mittleren zum oberen Oberkarbon. Trifft dies zu, müßte man im Profil eine Verkürzung annehmen.



Hochwipfel  $\Delta$  2185

- Hochwipfelschichten
- Oberkarbon i. allg.
- Perm Schichten
- Rattendorf
- Rattendorf
- Rattendorf
- Tragkalk
- Endermoränen
- Mardrienzunge
- Störungen
- Untere Pseudoschwagerinen
- Grenzlandbänke
- Obere Pseudoschwagerinen
- Kalke
- Kalke
- Tragkalk

## Das Perm

### Die Rattendorfer Stufe

Sie umfaßt den Unteren und den Oberen Pseudoschwagerinenkalk, zwischen denen eine Folge von überwiegend Sandsteinen und Konglomeraten, relativ selteneren Schiefen und wenig Kalken liegt, die wir (KAHLER 1932) die Grenzlandbänke nannten.

#### Der Untere Pseudoschwagerinenkalk

Er ist am eindrucksvollsten in der Westwand der Schulter zu sehen (vgl. KAHLER, Urwelt Kärntens I, Bildtafel bei S. 33), wo METZ folgendes Profil aufnahm:

- Oben: 20 m gebankter Kalk (meist Bänke von 20—50 cm Stärke) des Gipfels mit Korallen (*Lophophyllidium profundum* M.E.H.), Brachiopoden und Fusuliniden
- 5 m gebankter Kalk mit dicklagigen Einschaltungen dünnerer Bänke
  - 8 m dickbankiger, fossilereicher Kalk
  - 3 m fusulinidenreiche, bankige Lage
  - 1 m Sandstein
  - 8—10 m gebankter (20—50 cm) Kalk mit Fusuliniden
  - 40—50 m in senkrechter Wandstufe ungebankter Kalk, an der Basis Fusuliniden
  - 5 m gebankter Kalk mit Fusuliniden, vermutlich aus dieser Schichte: *Lophophyllidium profundum* M.E.H. und *Palaeosmilia ampfereri* HER.
  - 5—6 m Sandstein ohne Fossilien
  - 20 m gebankter Kalk (20—50 cm) mit Fusuliniden und den Korallen: *Lophocarinophyllum major* HER., *Lophophyllidium profundum* M.E.H., *Carinthiaphyllum kahleri* HER., *Clisiophyllum zeliae* HER. und einer bedeutenden Brachiopodenfauna
  - 5 m dickbankiger Kalk, vom Liegenden durch plattige Lagen getrennt (Algenkalk)
  - 10 m dickbankiger Kalk
  - 2 m plattiger Kalk
  - Quarkonglomerat.

Eine hier beobachtete Schichtmächtigkeit von max. 140 m wird durch zwei Sandsteineinlagen in drei Kalkabschnitte von 37, 53—65 und 37 m getrennt. Es ist bemerkenswert, daß auch in dieser so mächtigen Kalkablagerung doch zwei kräftige Sandeinschüttungen stattfanden.

Die Kalkmächtigkeit in diesem Zeitabschnitt dürfte eine der größten der Welt sein.

Im Schutt dieses sehr bemerkenswerten Profils fanden sich folgende Korallen: *Lophophyllidium profundum* M. E. H., *Allotropiphyllum carnicum* HER., *Corwenia* sp., *Stylidophyllum floriforme* var. *carinthiaca* HER., *Carinthiaphyllum kahleri* HER., *Palaeosmilia ampfereri* HER.

F. HERITSCH hatte paläontologisch nachgewiesen, daß das eben beschriebene Schulterkofelprofil, wie es sich auch aus unserer Vorstellung bei der Kartierung ergab, im Hangenden unvollständig sei, und führte zum Beweis seiner Anschauung folgende Fundorte an:

Im Graben ober der Kirche auf der Rattendorfer Alm: *Amplexocarinia heimo* HER. und *A. ruedemanni* HER., im Kalk bei P. 1651 *Amplexocarinia ruedemanni* HER., am Weg unter der Kirche *Wentzelella stillei* HER. Lose fanden wir ferner unter der Kirche (bei der oberen Alm) und bei der Kalkwand nächst der Unteren Alm *Styliodophyllum floriforme* var. *carinthiaca* HER. und *Palaesmilium ampfereri* HER. Von der Ringmauer stammt schließlich *Zelliaphyllum suessi* HER.

F. HERITSCH fand, daß die große Korallenfauna dieser Kalke erst in den oberen Lagen der Kalkserie auftritt, was mit unseren Beobachtungen übereinstimmt. Es ist uns aber bewußt, daß weitere Aufsammlungen, besonders auch im Schutt — während der stratigraphischen Arbeiten in diesem Raum sammelten wir nur selten im Schutt —, noch eine beträchtliche Vermehrung der Arten bringen wird.

Die Pseudoschwagerinen dieser Kalke umfassen nur eine, von uns (F. & G. KAHLER 1941) allerdings weitgespannte Art: *Pseudoschwagerina alpina*, die wir im betrachteten Raume an folgenden Punkten feststellten:

Ostabhäng der Schulter in den obersten Bänken, nahe der Störung gegen die Grenzlandbänke;

Oberer Rattendorfer Alm, im Graben südlich der Kirche;

östlich der unteren Rattendorfer Alm am Weg zur Tröpolacher Alm; Westwand des Schulterkofels, 33 m unter dem Gipfel, im Hangenden einer 1 m starken Sandsteinbank;

Oberer Rattendorfer Alm, im Graben nahe der Kirche, hier mit teilweise krankhaften Bauformen.

Die übrigen Fusuliniden sind noch nicht bearbeitet. Wir bereiten die Beschreibung vor.

Das Gestein der untersuchten Proben zeigt meist eine dunkle, feinkörnige Grundmasse mit Organismenresten. Manchmal wird sie grobkörnig, hat dann auch etwas Quarzsand und viel kohlige Substanz. In den Halden an der Ostseite des Hüttenkogels findet man reichlich sehr große Seeigelstachel auf den etwas mergeligeren Schichtflächen. Die Kalke verwittern grau und neigen zur Bildung mehr oder weniger gegliederter Felswände, die in den dickgebankten Teilen rundlich abwittern und schwer zu überklettern sind.

Ein stratigraphisch vollständiges Profil dieses in der Landschaft sehr stark hervortretenden Schichtgliedes gibt es nicht, weil im Westen die großen Blöcke der Schulter, der Ringmauer und des Hüttenkofels frei aufragen und damit stark abgewittert sind, während weiter im Osten der Kalk Wandstufen in Schutt- und Moränengebieten bildet, die natürlich unvollständige Mächtigkeiten zeigen.

Leider sind die Pseudoschwagerinen i. a. selten. So haben wir lange geschwankt, ob wir die teilweise mächtigen Kalke in der Talmulde bei P. 1687 als Perm auffassen könnten, doch gelang es G. KAHLER schließlich 1957, hier dieses Leitfossil zu entdecken. An einzelnen Punkten, wie etwa in der kleinen Kalkscholle vor dem Bachwiesel im Weg von der Unteren zur Oberen Rattendorfer Alm sind sie hingegen leicht zu finden.

## Die Grenzlandbänke

Bei der ersten Kartierung im Jahre 1931 fand F. KAHLER, daß in einer kalkarmen Gesteinsfolge des Rattendorfer Sattels Pseudoschwagerinen vorhanden seien. Damit war die fazielle Wiederholung des bisher nur aus dem Oberkarbon bekannten Auernigrhythmus im Unterperm erwiesen, die Schichten rückten in das Perm, das Normalprofil erweiterte sich um diese Mächtigkeit und die Tektonik mußte anders aufgefaßt werden.

Zwei Profile sollen die ziemlich wechselhaft ausgebildeten Schichtenfolgen schildern. Eines davon haben F. & G. KAHLER nach der ersten Aufnahme beschrieben; 1952 haben wir es neu aufgenommen. Es sei in dieser etwas abweichenden Fassung hier wiedergegeben, um auch die Schwierigkeiten zu zeigen, die sich aus dem Schrägschnitt einer schmalen Scholle im Grenzbereich ergeben. Das Profil lautet in der Aufnahme 1952:

Grenzstein 346 mächtige Sandsteine und Konglomerate. Von hier läuft das Profil entlang der Grenze gegen Osten:

- 0.3 m Kalkmergelbank mit Fusuliniden und kleinen Quarzgeröllen
- 10 m Konglomerate
- 2 m dünnplattige Schiefer
- 4 m Pseudoschwagerinenkalk, der locus typicus für *Pseudoschwagerina confinii* und *aequalis* KAHLER & KAHLER
- 2 m dünnplattige graue Schiefer
- 4 m rostig verwitternde Sandsteinschiefer
- 0.2 m Mergelkalk, anscheinend ohne Fusuliniden
- 1 m dünnplattige graue Schiefer
- 1 m ockeriger kalkiger Sandstein
- 0.4 m sandig verwitternder Mergelkalk von bräunlichgelber Farbe
- 1.5 m Kalk, oben und unten vermergelnd, seltene Pseudoschwagerinen, hie und da groß-„oolithisch“ (wobei es sich vermutlich um Algen handelt)
- 2 m rostig angelaufener, dünnplattiger Schiefer, manchmal mit Pflanzenstreu, aber ohne bestimmbare Versteinerungen
- 4 m Schiefer mit unruhigen Schichtflächen, mit Krinoidenstielen, wie die früheren Schiefer stark glimmerig
- ungef. 10 m ähnliche Schiefer mit Glimmer auf den Schichtflächen, in einer Lage Flyschfiguren und 1 m über diesen eine dünne Lage mit Fusuliniden in Sandsteinen
- 2 m dünnplattiger Sandstein, glimmerig
- 2 m konglomeratischer Sandstein
- 4 m Konglomerat. Wir stehen auf der Höhe 1852.
- ungef. 10 m schlecht aufgeschlossen, Schiefer und Sandsteine, teilweise sehr glimmerig
- 2 m stark zerbröckelnde Schiefer mit unruhigen Schichtflächen
- 1 m Kalkmergel
- 1 m Kalk
- 2 m Kalkmergel
- 5 m recht weiche sandige Schiefer, darauf Grenzstein 349
- 5 m gleichartige Schiefer mit mehreren Lagen von Fusuliniden, Productiden und (?)Bryozoen
- 0.3 m Mergelkalk
- 3 m härtere graue Sandsteine, Störung bei Grenzstein 351

Man erkennt, daß die Kalkerzeugung in dieser Zeit außerordentlich zurückgegangen ist und daß die Einschüttung von klastischem Material gleicher Art, wie es im Oberkarbon geschüttet wurde, weit überwiegt. Die Pseudoschwagerinen dieses Profils sind demnach nur ein kleiner Ausschnitt ihrer Entwicklung. Da schon im Liegenden ganz neue Formen auftreten, ist anzunehmen, daß zwischen ihnen und den Unteren Pseudoschwagerinenkalken ein recht beträchtliches Schichtstück fehlt. Ein solches scheint in der nördlich anschließenden Scholle vorzuliegen. Über der bereits erwähnten mächtigen Kalkbank mit *Pseudoschwagerina alpina* fand G. KAHLER 1953 knapp im Hangenden in dünnplattigen Schiefen Bruchstücke der durch ihre charakteristische Skulptur leicht kenntlichen *Isogramma paotchowensis*. Damit war erwiesen, daß dieser im Oberkarbon des Naßfeldgebietes reichlich vorkommende Brachiopode noch ins Perm aufsteigt. Leider fanden wir in dem kurzen hier vorhandenen Profil den Anschluß an das eben geschilderte Profil an der Grenze nicht.

Das zweite Profil wurde von F. KAHLER 1932 am Westhang des Zweikofels aufgenommen. Hier kommen westlich des Punktes 1868 zwei Bachrißäste zusammen. Das Profil läuft im südlichen Bachast, in dem ein Verwurf von etwa 2 m Sprunghöhe zu sehen ist. Die Maßangaben sind Schätzungen. (vom Bachzwiesel an):

10—15 m harte Sandsteinschiefer, in den unteren Lagen etwas kalkig mit seltenen Krinoiden, 2 m glimmerreiche Sandsteine mit Konkretionen, mind. 5 m harter Sandstein, 10 m nicht aufgeschlossen, 3 m feinplattige Schiefer, milde mit Konkretionen, 0,5 m gelblich verwitternder Sandstein mit seltenen Fusuliniden, 0,3 m grünlicher Sandstein, 0,3 m gelblicher Sandstein, 6 m in dieser Art, wechselnd, wobei im oberen Teil graugrüne Sandsteinschiefer überwiegen, 0,3 m Konglomerat, 5 m Sandsteinschiefer mit ganz schmalen Quarzgerölllagen, 0,3 m gelblicher Sandstein, kleine längliche Fusuliniden, 3 m Sandstein, grünlich wie hier immer, 0,2 m Mergelkalk, braun verwitternd, mit Fossilspuren, 1 m weiche, feinkörnige Schiefer, 0,2 m Sandstein mit Fusuliniden, braun verwitternd, 0,2 m harter Sandstein,

2 m Mergelkalk mit Fusuliniden, 10 m harte Sandsteine, manchmal von weicheren Schichten unterbrochen, 1 m Kalkmergel mit reichlichen Fossilspuren, Krinoiden, Brachiopoden, lange schmale Fusuliniden (leider nicht schleifbar), 4 m Sandsteinschiefer, wieder ziemlich hart und plattig,

2 m Groß„oolith“ mit Pseudoschwagerinen. Diese sind leider an dieser Stelle überaus selten, 4 m mürbe Schiefer, 10 m ziemlich harter Schiefer, 1 m relativ buntes Konglomerat, das untersuchenswert wäre, 2 m ziemlich mürber Schiefer,

0,2 m Kalkmergel ohne Fossilien, 4 m Sandsteinschiefer, ziemlich weich, aber plattig, in den oberen Teilen mit Spuren, die nach Regentropfen aussehen und sicher keine sind, 1 m Konglomerat, x m ziemlich harte Sandsteine, 1 m dunkler, gelblich verwitternder Knollenkalk ohne Fossilien, 5 m Schiefer, nach oben in plattigen Sandstein übergehend, 0,2 m dunkler Schiefer, 1 m Sandstein,

5 m rötlicher Schiefer mit grünlichen Zwischenlagen, wobei solche die obere Grenze bilden, 1 m graulicher Schiefer mit seltenen Krinoiden, 1 m Knollenkalk, 0,2 m grünliche Sandsteinbank, 1 m wieder rötliche Schiefer, die völlig fossilfrei sind, 2 m Sandstein, im unteren Teil mehr konglomeratisch, 2 m gebankte Sandsteine, im oberen Teil stark ockerig,



3 m rötliche Kalke mit Krinoiden, nach dem 1. Meter mit schwacher grünlicher Schieferschichte. Diese Kalke sind wahrscheinlich viel mächtiger, sind feingebankt, aber mit unruhigen Schichtflächen und rötlichen Schieferhäutchen; sehr seltene kleine Fusuliniden, aber Krinoiden sind häufig. Die Fazies gleicht den roten Kalken am Nordfuß der Höhe 2004 südlich der Rudnigalm, enthält aber nicht die *Pseudoschwagerina geyeri*. 2 m Sandsteinschiefer, 1 m gelblich verwitternde Sandkalke, 0,2 m reine graue Kalke,

3 m Kalke mit Sandbeimengung, rosa, mit kleinen schlanken Fusuliniden. Leider sind diese Kalke etwas verworfen, und es kann sein, daß zuerst graue knollige Kalke kommen. Die rosa Kalke führen reichlich Krinoiden und länglich-plattige „Oolithe“, leider nur recht selten Fusuliniden. Darüber folgen die grauen Kalke des Oberen Pseudoschwagerinenkalkes.

Das Profil ist wichtig, weil es zeigt, daß unter dem Oberen Pseudoschwagerinenkalk, an dieser Örtlichkeit allerdings nicht ganz ohne Störung, die Schichtfolge der Grenzlandbänke auftritt, daß diese nur eine spärliche Kalkentwicklung hat, aber eindeutig ins Perm gehört. Es zeigt ferner die ersten Spuren eines größeren Farbumschlages der Kalke von dunkelgrau auf rot, wobei wir bemerken, daß wir auch an der österr.-italienischen Grenze in der Schichte bei Grenzstein 377-p (nördlich 1847) in einem außerordentlich schönen „Groß-Oolith“ die vermutlich ältesten Spuren einer Rotfärbung fanden.

Ein ähnliches Profil, das einige Lagen mit Pseudoschwagerinen zu enthalten scheint, haben FELSER & SEELMAIER etwas nördlich davon aufgenommen. Wir werden versuchen, hier neue Aufsammlungen durchzuführen, weil ja die Fusulinidenfauna dieses Zeitabschnittes nur in den Kalkbänken überliefert ist und Kalkbänke verschiedener stratigraphischer Höhe daher die Aussicht geben, Zwischenglieder zu finden.

Wir wollen nochmals festhalten, daß wir den Namen „Groß-Oolith“ verwenden, bis sich die Entstehung durch eine eingehende Untersuchung geklärt hat. Wir vermuten Algen. Sie umhüllen nicht selten ein Fossil, bes. auch z. T. beschädigte Fusuliniden. Es scheint sich um Bildungen in stark bewegtem Wasser, aber zumeist bei ausbleibender Sandzufuhr zu handeln.

Tektonisch recht stark beansprucht, liegen Grenzlandbänke auch zwischen Schulter und Ringmauer, kräftig eingesenkt und in schmale Gesteinskeile zerlegt. Aus ihren Kalken wurden von F. & G. KÄHLER 1937 *Pseudoschwagerina turbida*, *extensa* und *carniolica* beschrieben. Wahrscheinlich handelt es sich hier um vermutlich etwas höhere Teile der Grenzlandbänke. Jedenfalls haben wir hier andere Ausschnitte einer Fusulinidenfauna, die uns nur in der Kalkschlammfazies überliefert sind. Aus einer Untersuchung möglichst vieler solcher Kalkbänke ließe sich demnach vielleicht ein Bild der Entwicklung dieser Tiergruppe auch in den Grenzlandbänken erzielen, weil sich schon hier erweist, daß die Kalkfazies sichtlich sehr wechselvoll und örtlich umgrenzt auftrat und immer wieder durch die Sandzufuhr ersticke. Als Extrem fanden wir am Westfuß des Zweikofels lose einen Block mit Quarzgeröllen, die durch Kalkschlamm zu einem Konglomerat gebunden waren.

Im untersuchten Bereich ist die Korallenfauna klein. Sie umfaßt nur die Durchläufer *Lophophyllidium profundum* M. E. H., ferner *Rossophyllum densiseptatum* HER. aus der oberen Kalkbank an der Grenze und außerhalb des Kartenbereiches „*Caninia*“ *sophiae* HER. Auch die Brachiopodenfauna ist relativ klein.

Wichtig ist die Tatsache, daß sich, wie FELSER & SEELMEIER feststellten, auf den Verebnungsflächen der Ringmauer nördlich des Grenzsteines 320 sowie zwischen P. 1814 und P. 1808 des Hüttenkogels kleine Reste von Grenzlandbänken erhalten haben, die aber in der Karte nicht eingetragen wurden.

Ebenso wichtig ist die Tatsache, daß sich in dem leider stark gestörten Gebiet zwischen 1845 und 1871 westlich des Zottachkopfes in einer Lage Pflanzenreste fanden. Knapp über dieser Schichte steht eine leider nachträglich dolomitisierte Kalkbank mit Pseudoschwagerinen an, die unbestimmbar sind. Darüber schneidet eine Störung die Schichtfolge ab. Wir konnten aber damit immerhin erweisen, daß der Wechsel von Schichten mit Landpflanzen und marinen Kalken auch noch in den oberen Grenzlandbänken vorhanden ist.

#### Der Obere Pseudoschwagerinenkalk

Am Zottachkopf, am Fuß der Nordwände des Trogkofels und auf beiden Flanken des Zweikofels ist diese Schichtfolge sehr schön zu sehen, die sich aus dünnbankigen, schwarzen, ungemein fossilreichen Kalken mit schwachen tonigen Zwischenlagen zusammensetzt.

Das Profil am Nordhang des Zottachkopfes wurde von F. & G. KAHLER 1937 beschrieben. Es ist leider nicht vollständig, weil der untere Teil der Felswand von Schutthalden überdeckt wird. Der Kalk ist außerordentlich reich an Versteinerungen, wobei die Fusuliniden weit überwiegen. Auffällig ist die relativ kleine *Pseudoschwagerina* (*Zellia*) *heritschi* mit ihrem Formenkreis und die nur eine schmale Bank erfüllende *Ps. pulchra*, die aber im Schutt leicht gefunden werden kann. Brachiopoden und Korallen sind hier sehr selten. Der Profilbeschreibung von 1937 ist derzeit nichts anzufügen. Bemerkenswert ist der rasche Übergang in helle Trogkofelkalk. Die „Groß-Oolithe“ sind in der Regel kleiner als in den Kalken der Grenzlandbänke.

Auch das Trogkofelkar-Profil ist bereits von F. & G. KAHLER 1937 beschrieben worden. Unsere späteren Aufnahmen haben gezeigt, daß hier der ganze Hang im Verband absackt — es ist unwahrscheinlich, daß die Bewegung bereits aufgehört hat. Man erkennt die Wirkung am besten vom Zottachkopf in einer gewaltigen Auflockerung der betroffenen Felsmasse, die hoch in den Trogkofelkalk hinaufreicht. Das beschriebene Profil dürfte aber durch diese Bewegungen kaum wesentlich gestört worden sein.

Ein vollständiges Profil ließe sich auch in den Westwänden des Zweikofels erzielen. Das Studium des Gesamtinhaltes an Versteinerungen wäre sehr interessant, doch scheint er nicht bloß vertikal, sondern auch innerhalb der einzelnen Bank zu schwanken.

K. O. FELSER und H. SEELMEIER fanden im Gebiet des Zweikofels 1937 *Styloidophyllum volzi* HUANG, *St. arminiae* FELSER und *Spirifer cameratus* MORTON. Erstere Art entdeckten wir in großen Korallenstöcken am Südfuß des Zottachkopfes und an mehreren Stellen im Trogkofelgebiet, immer in situ, innerhalb der Bank gewachsen, wobei große Korallenstöcke bis in die nächste Kalkbank reichen können. Diese Art ist aus den Nankinghügeln (Südchina) beschrieben worden. Am Südfuß des Zottachkopfes fanden wir als seltene Gesteinsabart einen Kalk, der mit Kleinforaminiferen erfüllt ist.

Von den Fusuliniden sind bisher erst die Pseudoschwagerinen bearbeitet, die durch einen Variationschwarm um *Ps. (Zellia) heritschi*, durch die sehr schöne *Ps. pulchra* und die niedliche, leider seltene *Ps. nitida* charakterisiert sind. Auch diese Arten beweisen die alten Meereszusammenhänge bis Indochina.

Im Trogkofelkarprofil könnten etwas jüngere Kalke als im Zottachkopfprofil vorliegen. Geologisch war bisher ein Beweis für diese Annahme nicht zu erbringen.

Die übrigen Faunen sind klein geblieben und haben sich kaum vermehren lassen. Durch die Entdeckung, daß *Styloidophyllum volzi* relativ häufig vorkommt, gelang zwar ein Fortschritt, aber reichere Brachiopodenfaunen fanden wir nicht.

Südlich des Zottachkopfes macht sich eine Rekurrenz der schwarzen Kalkfazies im unteren Teil des Trogkofelkalkes bemerkbar, die auch an anderen Stellen zu beobachten ist. Der Kalk ist hier noch einmal gebankt. Sonst aber ist der Übergang der Fazies zum Absatz lichter und rötlich gefärbter Kalke das große Ereignis im betrachteten Raum. Knapp außerhalb des Kartenbereiches, am Nordfuß der Höhe 2004 und knapp östlich des Ostabbruches des Trogkofels, kann man plattige, intensiv rote Kalke mit der auffälligen *Pseudoschwagerina geyeri* beobachten. Jene der Höhe 2004 sind von F. & G. KAHLER 1938 eingehend beschrieben worden, da nicht bloß sehr schöne geopetale Feinschlammablagerungen in den Pseudoschwagerinenschalen zu beobachten sind, sondern sich auch aus dem Zusammenbrechen leerer Schalen dieser Art Schlüsse auf die Entstehung dieses Sedimentes ziehen ließen.

Die nicht sehr reichliche Korallenfauna dieses Fundortes ist noch durch FELSER in Bearbeitung.

Sehr bemerkenswert ist die Tatsache, daß über den roten gebankten Kalken der Trogkofelkalk in seiner normalen Entwicklung auftritt, daß er aber hier, in den Nordabhängen der Höhe 2004, noch eine Sandsteineinlagerung von etwa 1 m Mächtigkeit enthält. Der Einfluß der Küste macht sich demnach noch immer bemerkbar, was in Hinblick auf die permische Überflutung, die wir auf dem Roßkofel beschreiben werden, von großer Bedeutung ist.

### Die Trogkofelstufe

Wir stellen in diesen Zeitabschnitt den Trogkofelkalk, die Trogkofel-Breccie und die Tarviser Breccie.

F. KAHLER hat kürzlich vorgeschlagen, die Trogkofelstufe in ihrem Umfang so zu begrenzen, wie sich dieser am *locus typicus*, im Trogkofel, ergibt. Hier wäre die Untergrenze lithologisch durch die letzten schwarzgrauen, gebankten Kalke in den Profilen am Nordfuß des Zottachkopfes und im westlichen Trogkofelkar zu bestimmen, während die obere Begrenzung auf dem Gipfel des Trogkofels und im Gipfelplateau, hier auf der Oberfläche der Tarviser Breccie läge.

Paläontologisch wäre die Untergrenze zwischen dem auffälligen Auftreten der *Pseudoschwagerina pulchra* und den noch im wesentlichen unbekanntem Fusulinidenfaunen des Trogkofels selbst zu ziehen; hier ist noch viel zu tun. Möglicherweise wird es eines Tages zweckmäßig sein, die Obergrenze gegen oben zu erstrecken und die Grenze Trogkofelstufe—Sosiostufe mit dem Auftreten der ersten Vertreter der „südasiatischen Fusulinidenfauna“ (*Armenina*, *Misellina* etc.) zu definieren. Wahrscheinlich läßt sich diese Grenze auf große Entfernungen gut bestimmen, wäre aber in den Karnischen Alpen selbst schon innerhalb der sehr geringmächtigen Grödener Schichten gelegen und damit unkenntlich.

### Der Trogkofelkalk

Da in Kürze in den Erläuterungen zum Blatt Naßfeld - Gartnerkofel diese Ablagerung ausführlicher geschildert wird, wollen wir hier nur ganz kurz sein und bemerken, daß wir den Trogkofelkalk als Riffkalk auffassen und beabsichtigen, seine Mikrostrukturen, aber auch seine Fauna genauer zu studieren.

### Die Trogkofelbreccie im Sinne GORTANI's

Vielfach, aber rasch auseinander, finden sich im lichten, oft recht diagenetischen Trogkofelkalk Breccien, die wir augenblicklich, ohne genauere Untersuchung, als Riff-Böschungsbreccien auffassen. Eine Vorstellung von ihrer Verteilung haben wir nicht, und es besteht infolge der Steilheit der Felswände wenig Hoffnung, daß hier bald eine Klärung erfolgt.

### Die Tarviser Breccie im Sinne von F. HERITSCH

Wir haben den bisherigen Beschreibungen nichts hinzuzufügen, wollen aber bemerken, daß es schwierig sein wird, ihr genaues Alter mit Hilfe unbeschädigter Fossilien des Bindemittels zu bestimmen. Mit der Tarviser Breccie endet im betrachteten Raume die paläozoische Schichtfolge.

### Die Dolomitisierung

Wir haben diese Erscheinung 1956 beschrieben und möchten daher hier nur kurz auf sie hinweisen. Sie ist örtlich wechselnd intensiv, diffus und umfaßt vielgestaltige Gesteinskörper. Sie zerstört den Fossilinhalt in seinen Feinstrukturen. Im betrachteten Raum tritt sie im

Unteren Pseudoschwagerinenkalk besonders östlich des „Kessels“ auf und wird hier im Bereich von Störungen durch grobkörnige Dolomite auffällig (auf dem alten Kriegsweg von der Oberen Rattendorfer Alm zum Kessel). In den Grenzlandbänken fiel die Dolomitisierung einer schmalen Kalkbank mit Zellen in unmittelbarer Nähe der Schiefer, die eine kleine Flora enthalten, auf. Leider sind hier die Zellen durch diese Umwandlung unbestimmbar geworden. Im Oberen Pseudoschwagerinenkalk fanden wir noch keine Dolomitisierung. Im Trogkofelkalk ist sie besonders im Zottachkopf gut und bequem zu studieren. Sie erfaßt aber auch im Trogkofel sehr beträchtliche Gesteinsmassen.

### Die Tektonik

Wir haben mehrere Großeinheiten zu unterscheiden:

- a) im Norden begrenzen die Hochwipfelschichten, steil gegen Süden fallend, das Oberkarbon-Perm-Gebiet. Der Hochwipfelbruch FRECH's hat hier eine imponierende Verwurfscholle, die sich leider schwer abschätzen läßt, da das westliche Oberkarbon im Bereich der Straniger Alm vikariierende Sedimentation zeigt.
- b) Vom Oberkarbon-Permistreifen des betrachteten Gebietes liegt die Schulter im westlichen Teil am höchsten. Die Obergrenze des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes liegt hier über 2100 m. Die Scholle fällt gegen Osten.
- c) Die Ringmauer scheint die Unteren Pseudoschwagerinenkalk nur in ihrem unteren Teil zu besitzen, so daß hier die Obergrenze nur unwesentlich unter jener der Schulterkofelscholle gelegen sein mag. Die Kalke fallen flach wellig (Abbildung S. 41 in KAHLER, Die Urwelt Kärntens) gegen Norden ein.
- d) Tief eingesenkt liegt zwischen b und c eine Scholle von Grenzlandbänken, die bis 2019 m reichen. Die Obergrenze des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes kann hier bei 1940 m angenommen werden, so daß die Einsenkung rund 150 m betragen muß.
- e) Die Scholle des Hüttenkofels macht den Eindruck, als säße sie infolge der heutigen Morphologie ab. Sicher ist dies für einen Teil, nämlich für die abgebrochene Teilscholle 1784 m.
- f) Eingeklemmt und abgesunken ist der schmale Streifen von Unteren Pseudoschwagerinenkalk westlich der Oberen Rattendorfer Alm. Da er fossilreich ist, handelt es sich wohl um Obere Teile des Kalkes, die bei der Kriegskapelle in 1628 m, also rund 180 m tiefer als im Hüttenkofel, 1808 m, anstehen. Die hier gemachten Korallenfunde, die F. HERITSCH bestimmte, sprechen für diese Annahme.
- g) Im Bereich der weitgespannten Rattendorfer Alm kann die Obergrenze des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes bei 1680 m angenommen werden. Etwa in dieser Höhe verläuft sie auch in der
- h) Zottachkopf-Trogkofelscholle bei 1660 m, während sie in der
- i) Zweikofelscholle bei 1560 m liegt.

Wir erkennen also aus der Verfolgung der Obergrenze des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes recht gut, daß die Absenkung gegen Osten beträchtlich ist, nämlich fast 600 m beträgt.

Dadurch wird klar, daß im Westen der Untere Pseudoschwagerinenkalk Gipfel bildet, deren Höhe jener des Trogkofelgebietes ähnlich ist.

Der unversehrt gebliebene Trogkofel ist rund 2200 m hoch, der Schulterkofel 2100 m. Auf diesem müßten zunächst noch die obersten Teile des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes und dann eine Schichtfolge von rund 550 m Mächtigkeit liegen, er wäre also bis zur Oberkante des Trogkofelkalkes rund 2700 m hoch. Es ist aber nicht sicher, ob er einmal tatsächlich so hoch gewesen ist.

Es entsteht nämlich die Frage, ob die im Bereich des Trogkofels so bedeutende Stärke des Trogkofelkalkes seinerzeit auch gegen Westen angehalten habe. Auffällig ist, daß westlich des Trogkofels die Grenzlandbänke noch in 1850 m anstehen, also rund 200 m höher liegen als in der Zottachkopf-Trogkofelscholle. Die Erosion, die aus den tiefen Gräben von Norden her ansteigt und den Zerfall des Zweikofels verursacht, ist hier noch nicht wirksam gewesen, so daß wohl eine flächenartig eingreifende Verwitterung anzunehmen ist, nicht aber eine Erosion, die durch tiefe Gräben den Zusammenbruch von Kalkmassen, die auf verhältnismäßig weichen Schichten liegen, herbeiführt. Besonders wichtig aber ist die Tatsache, daß im südlichen Teil des Rattendorfer Sattels auf italienischem Gebiet die Grödener Schichten anscheinend transgredieren, ohne daß unter ihnen Trogkofelkalk läge.

Die Entwicklung des Trogkofelkalkes ist anscheinend lückenhaft erfolgt und entspricht dem derzeitigen Bild von Riffen mit großer Kalkproduktion an einzelnen bevorzugten Stellen.

Die Tektonik des betrachteten Raumes ist überaus einfach und läßt sich zusammenfassend als ein Zerbrechen in Schollen auffassen, die teilweise schräg gestellt wurden. Nur einige Einklemmlinge stehen steil. Sonst ist die Lagerung durch flache Winkel ausgezeichnet.

Sanfte Wellungen sind in der Ringmauer zu sehen, Mulden entstehen durch das Zueinanderbeugen mehrerer Schollen, kleinere von ihnen zerbrechen im Streichen ihrer Achse bei stärkerer Beanspruchung, denn die Gesteinsfolge des Auernig-Rhythmus ist spröde. Das mechanische Verhalten dieser ist anders als das der darüber liegenden, teilweise sehr mächtigen Kalkmassen. Das Entstehen dieser vermutlich örtlich beschränkten Kalkmassen auf dem damals noch weichen Untergrund könnte schon ursprünglich zu Ausweichbewegungen geführt haben und es ist denkbar, daß das Bild einer ganz flachen Mulde, das der Trogkofel bietet, möglicherweise schon einer alten Anlage entspricht.

Wichtig ist, daß wir in dem betrachteten Raum das Jungpaläozoikum der Karnischen Alpen blockweise gegen Osten absinkend sehen, daß aber im Bereich der Rudnikalm dieses Absinken zu Ende geht. Hier wird in der Tresdorfer Höhe der Untere Pseudoschwagerinenkalk hochgeworfen und im Grenzkamm steht von der Madritschen an nur

Oberkarbon, zum Teil sogar mit recht tiefen Einheiten, an. Erst die Höhe 1885 m östlich der Garnitzen zeigt wieder eine Spur des Unteren Perm.

Der Zeitraum der Bewegungen, die zu diesen Blockzerlegungen, Höher- und Tieferschaltungen im betrachteten Raum führten, ist eindeutig alpidisch. Eine weitere Einengung ist vorläufig hier nicht möglich.

### Quartär

SRBIK hat erkannt, daß infolge einer besonderen Ortsgunst des westlichen Trogkofelkars der Gletscher dieses Einzugsgebietes im Gschnitz I bis in den Raum von 1300 — 1400 m hinabreichte, während er im Bereich des Rattendorfer Sattels bei 1700 m lag.

In der weiten Mulde, die sich südwestlich der Rattendorfer Alm spannt, ist tatsächlich die Beobachtung von Gletscherständen schwierig, da die Formen sehr flach sind. Es fallen aber doch einige Einzelheiten auf.

Zunächst ist zu erkennen, daß westlich und knapp östlich der Rattendorfer Alm zwei sehr flache Wälle abwärts weisen und sich damit, besonders mit dem westlichen Wall, die Grenze zwischen der Herkunft des Eises aus den westlicheren Mulden und aus dem Trogkofelkar anzeigt. Ungefähr in dieser Linie endet auch das Streugebiet der Trogkofelkalkblöcke.

Im Bereich östlich des Hüttenkofels und der oberen Rattendorfer Alm gibt es größere eiszeitliche Ablagerungen, die anscheinend aus dem Winkel östlich der Ringmauer stammen.

Im Gebiet südlich der Rattendorfer Alm (1534 m) sieht man mehrere Verebnungen, teilweise mit schwachen Wällen bei 1540, 1600, 1620, 1660 und 1700 m, die einer selbständigen Vereisung aus dem Westhang des Zottachkopfes und der Mulde um P 1871 entsprechen könnten. Die angegebenen Einzelstände sind nur teilweise eindeutig und stellen daher nur eine persönliche Auffassung dar.

Auffällig war uns, daß im Bereich Schulterkofel-Ringmauer-Hüttenkofel sehr wenig glazialer Schutt liegt, wenn man von der leicht verständlichen Tatsache absieht, daß im „Kessel“ eine Hohlform ausgefüllt ist.

Ganz anders das Trogkofelkar. Die Beschreibung von SRBIK ist hier leider nicht klar, und er hat keine Karte gegeben. Die Einzeichnung in der Übersichtskarte ist zu schematisch. Wir haben daher versucht, unser Ergebnis darzustellen. Danach haben wir eine sehr schön ausgebildete Eigenvergletscherung nach der letzten Großvereisung, sehen aber im kartierten Raume nicht ihren größten Umfang.

Ein zunächst nicht leicht erkennbares Zungenbecken erstreckt sich mit ausgezeichneten Randmoränen bis etwa 1220 m in den Doberbachgraben hinab. Hier endet dieser doch schon gewaltige Gletscher sehr spitz. Dieses Gletscherstadium ist wohl jenes, das SRBIK als Gschnitz I bezeichnen wollte, auch wenn er von 1300 — 1400 m sprach (Wall 1 der Karte).

Innerhalb dieses Zungenbeckens lag später ein jüngerer, sehr viel schmalerer und auch wesentlich geringermächtiger Gletscher. Es ist also zu einem starken Einsinken der Eisoberfläche gekommen, ohne daß die Länge des Gletschers wesentlich abgenommen hätte. Er floß nur mehr in der Taltiefe und überströmte die Wände des Unteren Pseudoschwagerinenkalkes nicht mehr. Die starke Neigung innerhalb des älteren Zungenbeckens ließ ihn wahrscheinlich erst bei 1300 m enden. In dieser Lage scheint er eine Zeitlang stabil geblieben zu sein, denn seine Wälle sind gut kenntlich (Wall 2 der Karte).

Diese schmale Zunge mußte, da sie wenig Eis besaß, einer weiteren Verminderung der Eiszerzeugung im Kar rasch zum Opfer fallen, und wir sehen, daß nach einer gewissen Zeit der Gletscher mit einer kurzen Zunge bei etwa 1560 m endete. Die Kartengrundlage läßt dieses Stadium nicht erkennen, aber wir glauben, daß es bestand (Wall 3 der Karte). In dieser Gestalt ist der Gletscher bereits ein reiner Kargletscher, wobei aber zugleich ein Rückweichen von den sonnenbestrahlten steilen Hängen der Zweikofelrippe zu beobachten ist: der Gletscher lag in dieser Zeit bereits im Schattenbereich des Trogkofelkars, also in der Gunstlage. An seinem Rande liegen die vermutlich größten Blöcke, die er je transportierte.

Die Wirkung der Schattenlage ist in der Führung der Wälle 4 bis 6 der Karte sehr deutlich zu erkennen.

Am Westhang des Zweikofels sind ebenfalls etliche Wälle zu beobachten. Es ist aber schwierig, sie mit dem Kargletscher zu vergleichen. Sie liegen in Ungunst. Der schmale Grat mit seinen Steilhängen und die sonnige Westseite mögen die Eisproduktion sehr vermindert haben. Am steilen Hang mögen aber auch Schnee, Firn und Eis viel rascher zur Tiefe gewandert sein, als es für den Dauerbestand eines Gletschers vorteilhaft war. Die oberen Wälle am Westhang der Höhe 2013 machen den Eindruck von Schneeschubwällen.

Das Ausbiegen des Walles 1 gegen Südosten zeigt, daß bei stärkerer Füllung des Gesamtkares auch an diesem Hang die Eisproduktion größer wurde, zumal sich die Neigung umso mehr verminderte, je mehr Eis sich im Tale sammelte.

Nördlich der Höhe 1806, am Zottachkopf, scheint ein Wall gegen Norden zu ziehen, der einen größeren Gletscher als jenen von Wall 1 voraussetzen würde. Auch er wäre ein Eigengletscher nach der Hauptvereisung. Wo sein Zungenende gelegen sein mag, haben wir nicht untersucht. Jedenfalls würde diese Gletscherausdehnung zu jener mit den schwachen Wallspuren östlich der Rattendorfer Alm führen und damit zu einer Vereisung, die mit sehr starkem Zustrom aus dem westlichen Trogkofelkar und einem schwachen aus dem Gebiet der Rattendorfer Alm weit ins Tal oder auf den eingesunkenen Talgletscher vorgestoßen sein müßte.

Wir glauben damit zeigen zu können, daß das Eigeneis dieses Raumes beim Beginn der Würmeiszeit vermutlich rasch und stark gegen das Tal vorgestoßen ist, daß es aber auch durchaus seinen Beitrag zum



Talgletscher in der Hocheiszeit zu liefern vermochte und daß es, sobald dieser einsank, auf diesen vorstieß, um mit voller Kraft und lebendig in die Trostlosigkeit eines zerfallenden Talgletschers einzudringen. Dann aber wurde das Kareis ein schöner Eigengletscher mit noch gut entwickelten Zungen und um diese Zeit mag die heute so großartige Landschaft des Trogkofelgebietes von unwahrscheinlicher Schönheit gewesen sein. Schließlich lag der Gletscher nur mehr im Kar und auch im schattigsten Teil, bis er dann einer Klimaverbesserung zum Opfer fiel.

Dieses Karstadium mag recht lange gedauert haben. Denn auf dem Rücken des Kargletschers sammelte sich ein ungeheures Bergsturzmaterial, das das Gletschereis zum Teil durchsetzt haben muß. Die Blöcke blieben erhalten, weil sie weich auf Eis oder Schnee fielen. Sie sind vielfach auch im Kar gerundet, also bewegt worden.

Heute liefert der Berg im dauernden Abwurf hauptsächlich Schutt und nur wenig grobes Blockwerk. Das abstürzende Material zerschlägt beim Aufprall aus großer Sturzhöhe. Die Erhaltung des Abtrags ist eben anders geworden.

### Verkarstung und Höhlen

Das Gebiet des Unteren Pseudoschwagerinkalkes (Ringmauer, Schulter und Hüttenkofel) zeigt einen schönen Grünkarst mit teilweise sehr tiefen Kleinschluchten in den örtlichen Karrenfeldern. Einzelne Streifen sind schwer begehbar.

Auf dem Gipfelplateau des Trogkofels sind im Bereich von Störungen, die die Tarviser Breccie durchziehen, tiefe Kleinschluchten entstanden. Hier ist infolge der Höhenlage nur mehr vereinzelter Bewuchs zu sehen.

Auf den Trogkofelkalkblöcken, die stark verstreut unterhalb des Zottachkopfes liegen, sieht man sehr schön ausgebildete Regenrillen, die mit der Richtung des Abfließens des Niederschlags übereinstimmen. Die Blöcke haben sich nicht mehr bewegt. Es handelt sich also um Bildungen nach dem Abschmelzen des letzten Eises. Dagegen fehlen Anhaltspunkte für die Altersbestimmung der Karrenfelder, weil in ihrem Raum sehr wenig Schutt der letzten Vereisung zu sehen ist.

Den „Kessel“ oberhalb des Hüttenkofels fassen wir als eine große Doline auf. Zeitweise mag hier, wie SRBIK vermutete, ein kleiner See bestanden haben. Er hat noch heute einen Abfluß für die im Sommer meist geringen, in der Schneeschmelze vermutlich bedeutenderen Wassermengen, der in einen Verbruch führt. Dieser ist wohl ein Höhlensystem, das störungsbedingt, so wie die Doline, entstanden sein mag. Für beide ist ein höheres Alter wahrscheinlich.

Am Nordhang des Hüttenkofels sieht man den Eingang einer größeren Höhle, die von BERGER in seinem Verzeichnis angeführt, aber anscheinend noch unerforscht ist. Vor ihr liegt eine sehr beträchtliche Halde mit deutlicher Hochwasserschüttung. Die hier zeitweise austretenden Wassermengen müssen sehr beträchtlich sein. Sie bringen viel

Geschiebe mit. Der Zusammenhang mit dem „Kessel“ ist wahrscheinlich.

Die Entwässerung der großen Kalkgebiete des untersuchten Raumes erfolgt unterirdisch, vermutlich vielfach am Grund der Schutthalden. Diese münden im westlichen Trogkofelkar in ein Blockmeer und das ganze Kar entwässert in starken Quellen, die am Unterrand des Unteren Pseudoschwagerinkalkes entspringen. Dieser saugt, mindest randlich, jedenfalls soweit er von den hangenden Grenzlandbänken entblößt ist, die Wasservorräte des Kares ab. Die Speicherwirkung des Kares muß zu einer Verzögerung der Hochwasserwelle bei starken Niederschlägen führen, doch haben wir über die Ergiebigkeitsschwankungen dieser Großquellen noch keine Messungen.

Im Gegensatz dazu fließt nach unseren Beobachtungen in den Schiefer- und Schieferschuttgebieten der Rattendorfer Alm der Niederschlag von Starkregen vehement und mit ganz geringen Verzögerungen ab, während für den Kalkblock: Schulter-Ringmauer-Hüttenkofel wieder mit gewissen Verzögerungen gerechnet werden kann.

Die Erosion greift heute, aus dem Doberbachgraben kommend, scharf das Lockermaterial am Südfuß des Hochwipfels an. Auch im Zungengebiet des älteren Trogkofelkar-Gletschers ist sie beträchtlich, hier ist also mit stärkeren Ermäßigungen der Austrittsniveaus von Quellen zu rechnen, während sie in den übrigen Gräben sichtlich gering ist.

Die während des Ersten Weltkrieges durch die Gewinnung von Rasenziegeln entblößten Flächen der Ringmauer und des Rattendorfer Sattels sind heute kahlgefeget; eine Wiederbesiedlung bei etwaiger Schädigung der Grasnarbe des früher erwähnten Grünkarstes ist unter den heutigen Klimabedingungen unwahrscheinlich.

### Bergzerreibungen, Bergstürze, Block- und Steinschlaghalden

Über die wunderschönen Bergzerreibungen am Zottachkopf haben wir bereits 1956 berichtet, wir schrieben auch davon, daß der Zweikofel heute nur mehr eine in weiterem Zerfall befindliche Bergruine sei.

Neue Bergstürze kommen hauptsächlich auf seinen Hängen vor. Da die abstürzenden Mengen in der Regel nicht groß sind, kommt es nicht zu weit vorstoßenden Schuß-Strömen. Im Sattel südöstlich des Zottachkopfes ist eine größere Felsabsackung im Gange, die zu einem Bergsturz in das westliche Trogkofelkar führen wird. Weiter östlich ist eine sehr bedeutende Absackung sichtlich steckengeblieben und wird vermutlich noch längere Zeit stehen.

Die Steinschläge haben unter den Wänden des Trogkofels und unter dem Zweikofel sehr ansehnliche Schutthalden angehäuft, die in weiterem Wachsen sind. Sie greifen in die Hohlformen der letzten Vereisungsspuren herein und erfüllen sie, wie am Zweikofel-Westhang, fast ganz.

Geologie:

- HERITSCH, Franz: Die Karnischen Alpen. Monographie einer Gebirgsgruppe der Ostalpen mit variszischem und alpidischem Bau. Graz 1936.
- HERITSCH, Franz: Das Paläozoikum in Franz HERITSCH und Othmar KÜHN, Die Stratigraphie der geologischen Formationen der Ostalpen, Berlin 1943. Die Auflage dieses fundamentalen Werkes ist durch Kriegseinwirkung fast vollständig vernichtet worden und gehört zu den größten Seltenheiten.
- GEYER, Georg: Über die geologischen Verhältnisse im Pontafeler Abschnitt der Karnischen Alpen. Jb. GRA 46, H. 1, S. 127—233, Taf. 1, 1896.
- KAHLER, Franz: Untersuchungen an Fusuliniden des Karnischen Oberkarbons. Anz. Akad. Wien Nr. 21, Sitzung vom 5. 11. 1931, 2 Seiten.
- Das Karbon der Rattendorfer Alm und des Naßfeldgebietes. Anz. Akad. Wien Nr. 21, Sitzung vom 3. 11. 1932, 1 Seite.
- KAHLER, Franz und HERITSCH, Franz: Die stratigraphische Gliederung der Naßfeldschichten. Dasselbst 1 Seite.
- SRBIK, Robert: Glazialgeologie der Nordseite des Karnischen Kammes. 6. Sonderheft d. Car. II, 1936.
- FELSER, Karloskar & KAHLER, Franz: Die Bildung schmaler Felskämme durch Bergzerreißung und Talzusub. Mitt. Geogr. Ges. in Wien 98, H. III, S. 204—208, Wien 1956.
- FELSER, Karloskar, KAHLER, Franz & KAHLER, Gustava: Dolomite im Oberkarbon und Unterperm der Karnischen Alpen. Sonderh. 20 der Car. II, S. 40—48, 4 Abb.

Versteinerungskunde:

- FELSER, Karloskar: Mitteilung über einige stratigraphisch wichtige Korallen aus den obersten Naßfeldschichten und dem Trogkofelkalk der Karnischen Alpen. Anz. Akad. Wien, Sitzung vom 22. 4. 1937, 3 Seiten.
- FELSER, Karloskar: Rugose Korallen aus dem Oberkarbon-Perm der Karnischen Alpen zwischen Schulterkofel und Tresdorfer Höhe. Mitt. Naturw. V. f. Stmk. 74, S. 5—20, Taf. 1, Graz 1937.
- JONGMANS, W. J.: Paläobotanische Untersuchungen im österreichischen Karbon. Berg- und hüttenm. Mh. 86, S. 97—104, Leoben 1938.
- KAHLER, Franz & Gustava: Beiträge zur Kenntnis der Fusuliniden der Ostalpen: Die Pseudoschwagerinen der Grenzlandbänke und des Oberen Schwagerinenkalkes. Palaeontographica 87, Abt. A, S. 1—44, Taf. 1—3, Stuttgart 1937.
- KAHLER, Franz & Gustava: Die Gattung Pseudoschwagerina und ihre Vertreter im Unteren Schwagerinenkalk und im Trogkofelkalk. Dasselbst 92, Abt. A., S. 60—98, 1 Tab., Taf. 10—11, Stuttgart 1941.
- KIELHAUSER, G.: Eine Karbonflora aus dem Hüttengraben in den Karnischen Alpen. Anz. Akad. Wiss. Wien 1937.
- SEELMEIER, Hans: Versteinerungen aus den Rattendorfer Schichten der Karnischen Alpen. Mitt. Naturw. V. f. Stmk. 74, S. 98—112, Graz 1937.

Anschriften der Verfasser:

- Dr. Karloskar Felser, Leoben, Geol.-paläont. Institut der Montan. Hochschule.  
 Dr. Franz Kahler, Klagenfurt, Tarviser Straße 28.