

Das Karbon von Nötsch und sein Rahmen

Von HANS PETER SCHÖNLAUB*)

Mit 7 Abbildungen und 1 Tafel (Beilage)

Herrn Univ.-Prof. Dr. H. W. FLÜGEL zum 60. Geburtstag gewidmet

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blätter 199, 200

Kärnten
Karbon von Nötsch
Stratigraphie
Conodonten
Drauzug-Mesozoikum
Gailtalkristallin

Inhalt

Zusammenfassung, Summary	673
Widmung	674
1. Einleitung	674
2. Erforschungsgeschichte	674
3. Die Neugliederung und das Alter der Karbonablagerungen	677
3.1. Erlachgraben Formation	677
3.2. Badstüb-Brekzie	679
3.3. Nötsch Formation	682
4. Die Tektonik des Karbons von Nötsch	684
5. Der Rahmen des Karbons von Nötsch	684
5.1. Der südliche Rahmen	684
5.2. Der nördliche Rahmen	686
5.3. Der östliche Rahmen	686
6. Die Entwicklungsgeschichte des Karbons von Nötsch	689
Dank	690
Literatur	690

Zusammenfassung

Das Karbon von Nötsch wurde vollständig neu kartiert, lithologisch und altersmäßig neu gegliedert und zusammen mit seinen Rahmengesteinen in einer Buntkarte dargestellt. Von alt nach jung werden die Erlachgraben Formation im Norden, die Badstüb-Brekzie im Mittelteil und die Nötsch Formation am Südrand und in der Westhälfte unterschieden. Die Pölland-Gruppe älterer Gliederungen erübrigt sich, die ehemalige Nötschgraben-Gruppe wird auf die Erlachgraben Formation, die Badstüb-Brekzie und den unteren Teil der Nötsch Formation aufgeteilt.

Die bisherigen Fossilangaben konnten an einer Reihe neuer Fundpunkte ausgeweitet, ergänzt und präzisiert werden; ältere Bestimmungen werden revidiert bzw. kritisiert. Danach ist der überwiegende Teil der Karbonablagerungen in das Namur und Westfal zu stellen und nicht, wie früher angenommen, in das Unterkarbon (Tournai und Visé). Für die bisher umstrittene Genese der Badstüb-Brekzie wird eine sedimentäre Entstehung angenommen und entsprechende Indizien vorgelegt.

Vom Sedimenttypus, den Bildungsbedingungen und von der Einordnungsmöglichkeit in den variszischen Orogenzyklus her gesehen, werden die Karbonablagerungen von Nötsch als postorogene Frühmolasse gedeutet, die dem variszisch metamorph gewordenen Gailtal-Altkristallin längs Bruchzonen grabenartig eingesenkt ist, vergleichbar etwa der Boskowitz Furche in der Böhmisches Masse. Süd- und Nordrand wurden

alpidisch reaktiviert und zu steilen nordvergenten Bewegungsbahnen umgestaltet. Die wichtigsten Störungslinien liegen beiderseits der tektonisch extrem ausgedünnten Lamelle des Granitzuges von Nötsch (vgl. C. EXNER, dieser Band), dessen Tektonik alpidisch ist. In der transgressiv auflagernden Permtrias des Dobratschmassivs trennt die Fortsetzung dieses Störungssystems (= Bruch von St. Georgen, Gailbruch, Lerchgrabenstörung, Dobratschüberschiebung, Dobratschsüdbruch) die abgesenkte Südscholle von der hochgehobenen Gipfeleinheit (O. SCHULZ, 1984 u. a.). Bedingt durch diese Störung liegt die Südscholle transgressiv nur der Quarzphyllitzone des Gailtalkristallins auf, die Gipfelscholle hingegen dem Karbon.

Die Monotonie der Quarzphyllite ist eine scheinbare, denn neben dem Hauptgestein von Quarzphylliten treten silurische Schwarzschiefer, Grünschiefer, Quarzite und Eisendolomite darin auf sowie eine Platte von Ortho-Augengneisen, für die als Edukt jungordovizische Quarzporphyre in Frage kommen. In einem kurzen Schlußkapitel werden der geologische Werdegang des Karbontroges und sein Rahmen behandelt.

Summary

Since the beginning of the last century the Carboniferous of Nötsch in the Gail valley of southern Austria has been well known. The nonmetamorphic and more than 1 km thick fossiliferous sequence has attracted many specialists from various fields in the past as well as in recent times. Ongoing studies include various topics ranging from studies in metamorphism, sedimentology and tectonics to those dealing with microfossils, plants and other fossil groups. Only a small part of its rich and highly diversified fauna has been thoroughly studied or revised as yet.

*) Anschrift des Verfassers: OR Dr. HANS PETER SCHÖNLAUB, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien.

Based on a new mapping carried out by the author the clastic sequence and the surrounding rocks as well were re-studied and newly subdivided. In the south dipping sequence the oldest part named Erlachgraben Fm. occurs in the north, followed by the Badstüb Breccia and the Nötsch Fm. The latter and the first are composed of similar lithologies, such as shales, siltstones, sandstones and conglomerates. Locally fossils occur in great numbers. The Badstüb Breccia, however, consists of crystalline pebbles and its debris such as schists, micaschists, amphibolites, orthogneisses, paragneisses, quartz, quartzites, marbles and a few limestones embedded in a very dense greenish host rock of tholeiitic composition suggesting amphibolites as main source rock. Different from earlier assumptions there is new evidence which favours the idea of a sedimentary origin for the Badstüb Breccia instead of a volcanic breccia. At one place conodonts of the nodosus-Zone have been recovered from the breccia.

New and revised fossil data suggest a Namurian and Westfalian age for the greater part of the Carboniferous molasse-type sequence. The base, however, may start as early as late Visean although there is no fossil proof yet. This is also true for the basement of the transgressive Carboniferous sequence which presumably overlies an amphibolite grade crystalline complex at the southern margin of the Permo-Triassic between the Gail and Drau valleys („Drauzug“). Time of metamorphism and tectonism of this complex can thus only be speculated as early Variscan although there is good conodont proof of early Devonian in the neighbouring phyllitic rocks. The rocks comprise black schists of Silurian age, greenschists, and quartzites and augengneisses of probably late Ordovician origin.

The forementioned weaker metamorphic sequence („Quarzphyllit-Komplex“) is separated from the Carboniferous strata by the „Granitzug von Nötsch“. The latter embraces the late Variscan „Nötsch Granite“, diorites and dioritic amphibolites which intruded into a roof of paragneisses, older orthogneisses and garnet bearing amphibolites (see the paper by C. EXNER in this volume). As stated above there are indications that similar rocks underlie the Carboniferous trough filled by the predominantly Upper Carboniferous sedimentary sequence.

The present outline of the whole Carboniferous area was formed during the Alpine orogeny which affected and rejuvenated the older faults and created new ones. Nevertheless along the eastern margin of the post-Variscan, i. e. Lower Permian unconformity is excellently exposed at several places and permits a limited glance on a small and narrow zone of weakly deformed fossiliferous Variscan strata overlying a Lower Palaeozoic metamorphic complex. Obviously, style of deformation and metamorphism differ very distinctly between the Variscan, post-Variscan and Alpine strata in this segment of the crust.

Widmung

Mehrmals besuchte mein ehemaliger Lehrer, Herr Univ.-Prof. Dr. H. W. FLÜGEL aus Graz, die Umgebung von Nötsch und beschäftigte sich mit der Problematik der Karbonablagerungen. Es ist bekannt, daß dieses Gebiet in der Vergangenheit ein ähnliches Schicksal erlebte wie so viele andere in den Ostalpen. Der Teufel liegt nämlich im Detail. Ihm beizukommen, kann nur in der Natur gelingen und verlangt nach mühsamer und langwieriger Kleinarbeit. Dies erkannte der Jubilar zur rechten Zeit. In weiser Voraussicht plante er deshalb die Neuaufnahme des klassischen ostalpinen Paläozoikums in den Karnischen Alpen und in der Steirischen Grauwackenzone und begann, das Grazer Paläozoikum systematisch neu zu studieren. Nötsch gehört ebenso dazu, weshalb ich ihm diese Arbeit anlässlich der Vollendung seines 60. Lebensjahres widme.

1. Einleitung

Die hier mitgeteilten Neuergebnisse betreffen das Karbon von Nötsch und seine Umrahmung. Diese Untersuchungen wurden im Zusammenhang mit der geologischen Kartierung der Österreichischen Karte, Blatt 199 Hermagor, durchgeführt und waren notwendig, da

die für dieses Gebiet zur Verfügung stehenden Kartenunterlagen nicht ausreichten, um ohne Bedenken auf die neue Karte übertragen zu werden. Dazu kommt eine Reihe weiterer Gründe: Die neue, detaillierte Bearbeitung des „Granitzugs von Nötsch“ durch C. EXNER, die auch in einer großmaßstäbigen Karte ihren Niederschlag finden sollte; die erstmalige Aufnahme des Gailtaler Quarzphyllitkomplexes und des darin eingeschalteten Ortho-Augengneisses; die Klärung der bisher umstrittenen Beziehung der Permtrias des Drauzuges zum Karbon bzw. Gailtal-Kristallin und schließlich die Tatsache, daß durch neu angelegte, fast 50 km lange Forststraßen und Güterwege die Möglichkeit geboten wurde, im Karbongebiet selbst Ergänzungen und Neuaufsammlungen durchzuführen.

Erste Übersichtsbegehungen ließen es sinnvoll und wünschenswert erscheinen, über den durch den Blattschnitt vorgegebenen Ostrand hinauszugehen und die auf der bereits erschienenen geologischen Karte, Blatt Arnoldstein, gelegene Osthälfte des Karbons im Einklang mit der Westhälfte zu revidieren. Dabei ergaben sich denn auch grundsätzliche Unterschiede gegenüber den bisherigen Karten, Auffassungen und Deutungen in einem Gebiet, das wiederholt als Indiz für die Richtigkeit dieses oder jenes geologischen Frage-und-Antwort-Spiels über den Bau der Ostalpen strapaziert wurde – zu Recht, da die Karbonablagerungen in Bezug auf ihr Alter und ihre tektonische Position innerhalb des Alpenbogens einzigartig sind, aber auch zu Unrecht, da sich bisher kaum jemand der Mühe unterzog, von der einen oder anderen Seite über die jeweilige geologische Grenze zu blicken und ein Gesamtbild dieses hochinteressanten Raumes zu erhalten. Dieser Versuch soll in den folgenden knappen Ausführungen als Erläuterung zur neuen geologischen Karte des Karbons von Nötsch und seines Rahmens gemacht werden.

2. Die Erforschungsgeschichte

Das Karbon von Nötsch liegt im unteren Gailtal zwischen der Windischen Höhe und den Orten Bleiberg und Nötsch. In der älteren Literatur als „Unterkarbon von Bleiberg“ bezeichnet, ist es schon seit Beginn des vorigen Jahrhunderts durch seinen Reichtum an Versteinerungen bekannt und berühmt. Erste Berichte darüber finden sich bei F. MOHS (1807), L. v. BUCH, (1824), B. STUDER (1829) und A. SEDGWICK & R. I. MURCHISON (1831). L. v. BUCH zeichnete, in den Grundzügen richtig, das erste Profil durch den Nötschgraben. Er parallelisierte die im Hangenden auftretenden roten Schiefer und Sandsteine bereits mit den Grödener Schichten in Südtirol. Eine erste Fossilbestimmung erfolgte durch K. PETERS (1856), der das Vorkommen von *Productus cora* angab. Die zahlreichen Produkten wurden aber bereits früher als Hinweis auf ein Äquivalent des Kohlenkalk-Niveaus in Belgien gewertet.

E. SUSS (1868) hielt die Quarzphyllite des unteren Gailtales für jünger als die Karbonablagerungen, da sie nach seinen Beobachtungen darüber liegen. Diese Irrmeinung führte zur Parallelisierung mit den Casannaschiefern Südtirols, die ein Alter zwischen Karbon und dem Perm der Grödener Schichten haben sollten. Aus dem Nötscher Karbon führte E. SUSS Fossilien wie *Productus giganteus*, *Cyatophyllum*, *Poteriocrinus* und *Fenestella* an. Die Badstüb-Brekzie(?) nannte er ein „grünes dioritisches Gestein“.

Die ersten Pflanzen fand D. STUR (1871), der aus dem Karbon u. a. *Calamites transitiones* GÖPPERT und *Lepidodendron veltheimi* (STERNBERG) beschrieb, die nach Y. TENCHOV (1980) für Namur sprechen.

Die erste umfangreiche Bearbeitung der reichen Fauna (und Flora) des „Bleiberger Karbons“ (= Karbon von Nötsch) erfolgte durch L. G. DE KONINCK 1873. Die Liste enthält 80 Taxa vor allem von Brachiopoden, Bivalven und Gastropoden, es werden aber auch Calamiten, Korallen und ein Nautilide erwähnt. F. FRECH (1894) ergänzte die Fauna durch einige weitere Formen, u. a. fand er erstmals Trilobiten. Beide Bearbeiter glaubten an eine Vertretung der oberen Zonen des Kohlenkalks von Belgien.

F. FRECH (1984:303) führte den Begriff „Nötscher Schichten“ für das jüngere Unterkarbon nördlich von Nötsch ein. Es sei klar vom marinen Oberkarbon der Karnischen Alpen zu unterscheiden, das früher als Teil der Gailtaler Schichten aufgefaßt worden war.

Zu Beginn dieses Jahrhunderts wurde von F. HERITSCH (1918) im Nötschgraben bei Punkt 721 (heute größtenteils verschütteter Fundpunkt) eine aus Gastropoden, Brachiopoden und Rugosa bestehende Fauna beschrieben. Letztere wurden später von A. KUNT-SCHNIG (1926), F. HERITSCH (1934) und H. W. FLÜGEL (1965, 1972a) durch weitere Funde im Lerchbachgraben und bei den Gehöften Peterhöher und Oberhöher (= Fischerhube) ergänzt und revidiert. Danach stammen von P. 721 *Palaeosmilia m. murchisoni*, von den Fundpunkten im Lerchbachgraben und Peterhöher „*Palaeosmilia*“ *isae*, *Pseudozaphrentoides j. juddi*, *Pseudozaphrentoides* sp., *Arachnolasma cylindrica*, *Caninia?* sp., *Clisiophyllum?* sp., *Lophophyllum* sp. und *Hexaphyllia mirabilis*. Nach H. W. FLÜGEL gehört die Korallenfauna in die obere Dibunophyllum-Zone der englischen Gliederung, d. h. in das jüngere Visé. Für eine stratigraphische Untergliederung innerhalb des Nötscher Karbons ist sie – entgegen der Meinung von F. HERITSCH (1934:162, 1943:446) – offenbar nicht geeignet.

Aus ebenflächig brechenden dunkelgrauen Schiefern im Erlachgraben beschrieb J. PIA (1924) Pflanzen, wie schlecht erhaltene Calamitenreste, ein fragliches Exemplar von *Archaeocalamites scrobiculatus* und die neue Gattung *Gymnoneuropteris* mit der neuen Art *G. carinthiaca*. Die mittlerweile von Y. TENCHOV (1980) durchgeführte Überprüfung des Originalmaterials ergab, daß die meisten Calamitenreste weder als Art noch als Gattung bestimmbar sind; das fragliche Exemplar von *A. scrobiculatus* gehört wahrscheinlich zu *Mesocalamites cistiiformis*; das bereits beim Erstautor vermutete Oberkarbon-Alter (Namur) wurde durch die Revision bestätigt.

Als jünger, nämlich dem Westfal zugehörig, wird eine zweite Flora aus der westlich gelegenen Pölland-Gruppe angesehen, die folgende Taxa enthält (W. REMY in H. W. FLÜGEL, 1972b): *Pecopteris* sp., *Neuropteris?* sp., *Alloiopteris* sp.?, *Calamites* sp. und *Asterophyllites equisetiformis*.

Die im Landesmuseum für Kärnten aufbewahrten Brachiopoden, Cephalopoden und Trilobiten aus Nötsch wurden von G. AIGNER (1929, 1931), G. AIGNER & F. HERITSCH (1929, 1931) und F. HERITSCH (1929) beschrieben und von F. HERITSCH (1943), die Brachiopoden betreffend, revidiert. Leider fehlen dazu genauere Ortsangaben.

Im Nötschgraben wurden bereits von F. FRECH (1894) zwei Grüngesteinszüge festgestellt. Während analog K. O. FELSER (1936, 1938) der südliche zur heute als „Granitzug von Nötsch“ bezeichneten Altkristallinlamel-

le (C. EXNER, 1976 und dieser Band) gehört, ist der nördliche Brekzienzug zweigeteilt. Nach dem Hauptvorkommen auf der Badstube wählte K. O. FELSER (1935) dafür die Bezeichnung Badstubserie (ab 1936 Badstub-Breccie). Beide Gesteine wurden erstmals von L. MILCH in F. FRECH (1894) petrographisch untersucht. Später beschäftigten sich ausführlich F. ANGEL (1932), K. O. FELSER (1936) und F. KIESLINGER (1956) damit. Lange Zeit war die Genese dieses Gesteins umstritten: Ursprünglich von F. FRECH als Diabas gedeutet, wurde es von F. ANGEL, K. O. FELSER und F. HERITSCH als Aufarbeitungsprodukt des kristallinen Untergrundes, d. h. als sedimentäre Bildung angesehen, das von einer späteren Mylonitisierung betroffen worden war; F. KIESLINGER erklärte es hingegen als Eruptivbrekzie.

Für das Karbon von Nötsch und hier im Besonderen für die Schichtfolge im Nötschbachgraben wurde lange Zeit eine inverse Lagerung angenommen (F. HERITSCH, 1934, 1943; K. O. FELSER, 1935, 1936, 1938). Diese Vermutung stützte sich auf Korallen- und Goniatitenfunde aus Tonschiefern vom Fundpunkt Oberhöher (= Fischerhube), die nach dem Vorkommen eines in der Zwischenzeit verloren gegangenen Exemplars von *Pericyclus hauchecornei* HOLZAPFEL, weiters von *Productus globosus* GARWOOD und *Caninia* sp. in die jüngere Tournai-Stufe des älteren Unterkarbons gehören sollten. Diese Schichten wären damit die ältesten Gesteine des Karbons von Nötsch. Sie bauen den Südteil auf und fallen steil unter den Granitzug von Nötsch ein, der die ursprüngliche Unterlage des Karbons bilden sollte. Nach Norden schließen – überkippt – entsprechend jüngere Gesteine an, die im Erlachgraben wahrscheinlich bis ins ältere Oberkarbon (Namur) reichen. Der darunter liegende, berühmte Fossilfundpunkt im Lerchbachgraben schien diese Auffassung zu bekräftigen, zumal hier Goniatiten der granosus-Zone, d. h. jüngstes Visé nachgewiesen werden konnte.

H. W. FLÜGEL (1965), M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL (1970) und F. TESSENHORN (1972) widersprachen dieser Vorstellung aufgrund von Geopetalgefügen in Kalkproben, in Lebensstellung eingeregelter Productiden, Spurenfossilien und der bereits oben erwähnten Revision der Korallenfauna. Danach wies die Schichtfolge des Nötschgrabens zumindest im Straßenprofil Hermsberg eine normale, südfallende Schichtfolge auf. Das Problem des hohen Alters am Fundpunkt Oberhöher blieb allerdings bestehen (H. W. FLÜGEL, 1965, schloß die Möglichkeit einer Umlagerung nicht aus), was diesen Autor 1970 veranlaßte, das gesamte Karbon als kompliziertes, durch NNE-Brüche zerstückeltes Antiklinorium mit der Badstub-Brekzie im Kern zu sehen. Es wird im Norden und Süden durch Störungen begrenzt („Bleiberger-Bruch“ bzw. „Gailtal-Bruch“), im Osten taucht es hingegen unter die transgressiv auflagernde Permotrias der Villacher Alpe.

Innerhalb des Karbons von Nötsch unterschieden M. G. KODSI (1967), H. W. FLÜGEL & M. G. KODSI (1968) und M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL (1970) drei verschiedene alte lithofaziale Einheiten: Die Nötschgraben-Gruppe ist die älteste und auf den Nötschgraben beschränkt, die Erlachgraben-Gruppe vertritt älteres Oberkarbon und ist nur im Erlachgraben verbreitet, während die Pölland-Gruppe im Mittelteil und Westen des Karbongebietes das jüngste Schichtglied, nämlich höheres ?Namur und Westfal repräsentiert. Die Stellung der Badstub-Brekzie zur sedimentären Schichtfolge ließen sie offen.

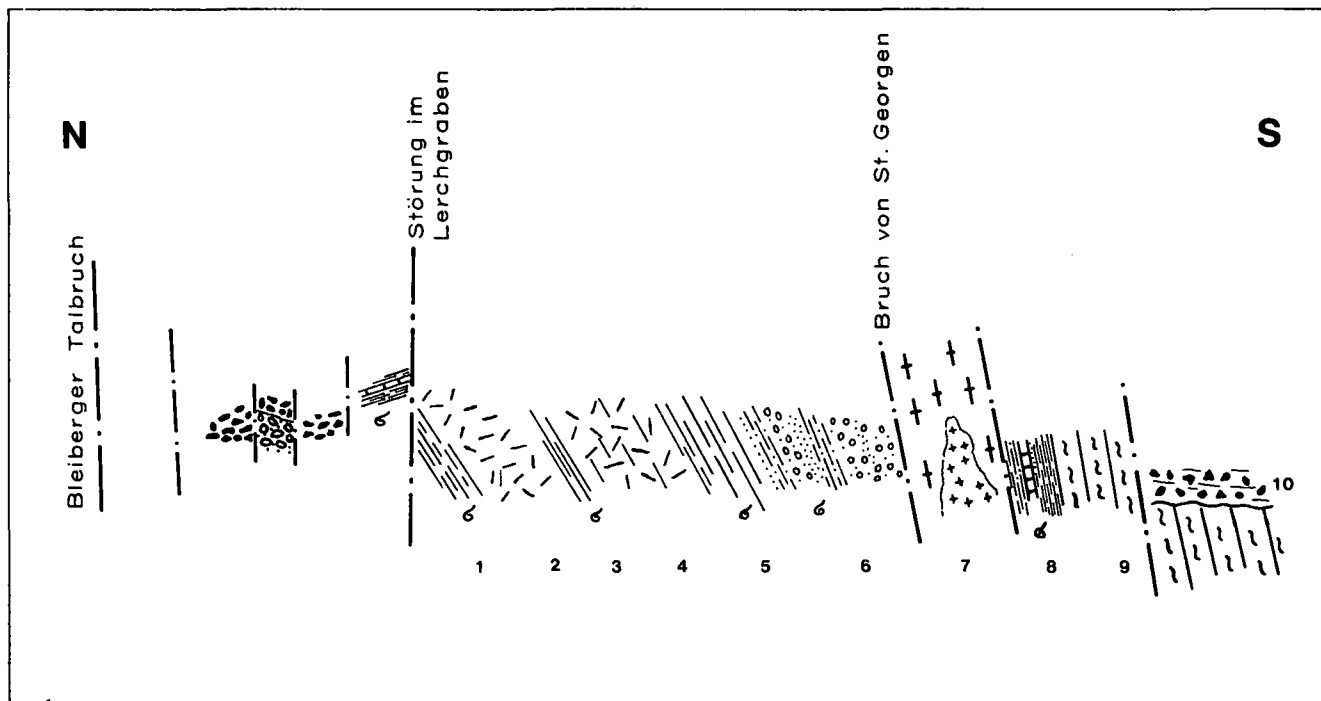


Abb. 1: Schematisches Nord-Süd-Profil für den Mittelteil des Nötschgrabens (nach H. P. SCHÖNLAUB, 1973a). Länge des Profils etwa 2 km. 1: Oberster Teil der Erlachgraben Formation; 2–4: Badstub-Brekzie mit Zwischenschiefer; 5–6: Schiefer, Sandsteine und Konglomerate der Nötsch Formation; 7: Granitzug von Nötsch; 8: Graphitschiefer und Kalkdolomite des Unterdevons; 9: Quarzphyllite des Gailtal-Kristallins; 10: Gröden Formation.

Begünstigt durch hervorragende neue Aufschlüsse im Nötschbachgraben vermutete H. P. SCHÖNLAUB (1973a) einen zusammenhängenden Profilverband im Nötschgraben zwischen dem Hermsberg-Straßenprofil und dem Südrand des Karbons (Abb. 1). Die zweigeteilte Badstub-Brekzie ist darin sedimentär eingeschaltet. Nach dieser Vorstellung sei die nördlich des Lerchbachgrabens verbreitete Erlachgraben-Gruppe eine tektonische Wiederholung der obersten Partien der Nötschgraben-Gruppe. Das „Tournai“ beim Gehöft Oberhöher fand allerdings auch in diesem Konzept keine befriedigende Erklärung.

Der geologische Rahmen des Karbons von Nötsch wurde zuletzt in den Erläuterungen zu Blatt 200 Arnoldstein (N. ANDERLE, 1977) von H. P. SCHÖNLAUB (1982) behandelt. Diese Zusammenfassung betraf den Ostteil. Aus dem Westteil liegen hingegen kaum einschlägige Veröffentlichungen vor. Ausnahmen bilden Kurz- und Archivberichte über die Zinnober-Lagerstätte im Kerschdorfer Graben, eine quartärgeologische Studie von D. v. HUSEN (1980) über die Hochfläche von St. Stefan a. d. Gail sowie die petrologische Bearbeitung der im Gailtalkristallin zwischen Kerschdorf, Emmersdorf und Nötsch gelegenen Augengneise durch T. TEICH (1982a). Es könnte sich dabei um altpaläozoische Quarzporphyre handeln, was eine Stütze in dem durch Conodonten nachgewiesenen Obersilur–Unterdevon am Nordrand des Quarzphyllitkomplexes im nahegelegenen Nötschgraben findet (H. P. SCHÖNLAUB, 1973a, 1979).

Die Frage nach der ehemaligen Fortsetzung des Karbonmeeres ist wiederholt gestellt worden, konnte jedoch bis heute nicht befriedigend beantwortet werden. K. METZ (1952:271) wies auf die Verschiedenheit der Faunen zwischen dem Karbon von Nötsch und jenem in der Veitscher Decke der Grauwackenzone hin. Dem hielt H. W. FLÜGEL (1964:426,427) entgegen, daß zwi-

schen den beiden Vorkommen keine trennende Schwelle existiert haben muß, d. h. eine direkte Meeresverbindung bestanden hat. Sie könnte nach K. METZ (1965:259) über den West- und Nordrahmen des Muralen-Kristallins verlaufen sein. R. SCHÖNENBERG (1970:17) hielt hingegen eine primäre enge Nachbarschaft zwischen Nötsch und Veitsch für wahrscheinlicher. Diese Meinung vertrat auch H. W. FLÜGEL (1977), der für beide Vorkommen einem im Süden des mitteloostalpinen Altkristallins gelegenen Ablagerungsraum annahm. Ihre heutige isolierte und wurzellose Stellung an der Basis der oberostalpinen Decken (Drauzug bzw. Nördliche Kalkalpen) wird im Sinne von tektonischen Schüfflingen erklärt, das Karbon von Nötsch daher als tektonisches Fenster unter der Dobratsch-Gipfel-Decke gedeutet.

H. P. SCHÖNLAUB (1979) betonte den Frühmolasse-Charakter des Nötscher und Veitscher Karbons. Danach waren beide Vorkommen ursprünglich im Süden der frühvariszisch geprägten Altkristallin- und Quarzphyllitareale beheimatet, denen sie transgressiv auflagerten. Südlich von Nötsch und Veitsch schloß der Ablagerungsraum der Norischen Decke an, in dem erwiesenermaßen die pelagische Sedimentation bis in das ältere Oberkarbon fort dauerte. Die Orogenfront erreichte dieses Gebiet – wie die Südalpen – erst im Westfal.

Von H. W. FLÜGEL (1980) stammte ein weiterer interessanter Versuch, das Karbon von Nötsch paläogeographisch einzuordnen. Unter Berücksichtigung der Faziesanordnung des Mesozoikums und der alpidischen Deckentektonik gehörten Nötsch und Veitsch zwar einem einheitlichen karbonen Sedimentationstrog an, doch ist dessen Achse schräg zur Streichrichtung der Fazieszonen im Mesozoikum verlaufen. Beide Vorkommen wären in diesem Modell zudem nicht in unmittelbarer Nachbarschaft gelegen.

Im Einzelnen noch nicht ausgewertet sind die Faunenbeziehungen zwischen dem Karbon von Nötsch und außeralpinen Vorkommen. Dazu fehlen derzeit moderne monographische Bearbeitungen der verschiedenen Tiergruppen. Dies gilt jedoch nicht für die Trilobiten, für die G. & R. HAHN (1973) darauf verwiesen, daß sie sich weder an jene aus dem Kohlenkalk noch aus dem Kulm des Rheinischen Schiefergebirges anschließen ließen, sondern selbständig seien. Unsere reichen Neuaufsammlungen bestätigen diese Auffassung.

Von verschiedener Seite wurden in den letzten Jahren Argumente vorgebracht, die für eine zwischen 100 und 150 km große Lateralverschiebung mit rechtsseitigem Bewegungssinn längs der Gailtallinie sprechen. Sollte sie zutreffen, wäre die primäre Position des Karbons von Nötsch entsprechend weiter in westlicher Richtung zu suchen. Bisherige paläomagnetische Untersuchungen im Norden und Süden der Periadriatischen Naht, u. a. auch aus dem Karbon von Nötsch, ergaben jedoch eine sehr gute Übereinstimmung der Paläopollagen, die eine Rotation an der Gailtallinie seit dem Karbon ausschließen (H. HEINZ & H. J. MAURITSCH, 1980). Die Analyse der magnetischen Gefüge, definiert aus Größe und Richtung der magnetischen Suszeptibilität (J. S. RATHORE & H. HEINZ, 1980) ergab für das untere Gailtal neben einem rechtsseitigen Bewegungssinn auch einen linksseitigen, wobei die Netto-Gesamtbewegung an der Puster-Gailtallinie aber dextral erfolgte (J. S. RATHORE et al., 1977).

3. Die Neugliederung und das Alter der Karbonablagerungen von Nötsch

Übersicht

Das Karbon von Nötsch liegt im unteren Gailtal zwischen der Windischen Höhe und der Villacher Alpe. Die höchste Erhebung ist der Gipfel der Badstube mit 1369 m, der tiefste Punkt liegt im Nötschbach bei etwa 700 m.

Im Nötschbach- und Erlachgraben nahezu 2 km breit, keilt das Karbon in westlicher Richtung nach etwa 8 km an der südlichen Überschiebungsbahn des Gailtal-Kristallins tektonisch aus. Die E–W verlaufende Nordgrenze ist ebenfalls tektonisch und in der Regel als steilstehender Bruch und Mylonitzone ausgebildet. Westlich des Ortes Pölland taucht der nördlichste Bereich allerdings unter Quarzphyllite und Augengneise ab, die zum Gailtal-Kristallin gehören.

Die Ostgrenze des Karbons ist weniger klar. Mächtige Lokalmoränen verhüllen hier den Untergrund und seinen Kontakt mit der Auflage. Diese besteht aus roten Sandsteinen und Schiefern im Liegenden der Werfen Formation der Dobratsch-Gipfeldecke. Am Ausgang des Lerchbaches kommen sich beide Einheiten bis auf wenige Meter nahe. Die flache Lagerung des klastischen Perms (Gröden Formation), der geringe Grad der Deformation, die Konkordanz mit den höheren Schichtgliedern in der Trias und das Fehlen von N–S gerichteten Störungen im Raum des Nötscher Berges sind u. E. die stärksten Argumente für die transgressive Überlagerung der Permotrias auf das Karbon von Nötsch an seinem Ostrand – allerdings nur der Gipfelscholle und nicht der Südscholle des Dobratsch!

Während somit die Verhältnisse am Nord- und Südrand des Karbons eher ein tektonisches Fenster vermuten lassen, spricht die Situation im Osten gegen diese

Deutung. Wir neigen daher zur Ansicht, das Karbon als primäre Unterlage von Teilen der Permotrias des Drauzugs aufzufassen, das längs E–W gerichteter Brüche in das Gailtal-Kristallin eingesenkt wurde und damit eine Tiefe und vor der Erosion geschützte Position einnimmt.

Die Aufschlüsse des Karbons galten infolge der Überdeckung durch Grundmoränen lange Zeit als sehr schlecht. Dazu kam die starke Verwitterung der weit verbreiteten Schiefer, die nur in Bachläufen und an den Flanken der Steilhänge Einblick in die Gesteinsgesellschaft ermöglichten. Diese Verhältnisse besserten sich in den vergangenen Jahren dank zahlreicher neu angelegter Forststraßen und Güterwege wesentlich. Dies kommt deutlich im Vergleich zwischen der neuen Karte und jener von M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL aus dem Jahre 1970 zum Ausdruck.

In der in der Osthälfte des Karbons generell Süd-fallenden Schichtenfolge werden von Norden nach Süden drei Kartiereinheiten (Formationen) unterschieden (vgl. geologische Karte):

1. Erlachgraben Formation
2. Badstub-Brekzie mit Zwischenschiefer
3. Nötsch Formation

Der Westteil des Karbons wird nahezu vollständig von den Gesteinen der Nötsch Formation aufgebaut.

3.1. Erlachgraben Formation

- Name: Nach dem E-W verlaufenden Erlachgraben, der bei Bleiberg-Kreuth in den Nötschbach-Graben mündet.
- Definition: Schichten im Liegenden der Badstub-Brekzie mit Quarzkonglomeraten und sandigen Schiefern im tieferen nördlichen Verbreitungsgebiet und grauen bis dunkelgrauen, ebenflächig spaltenden, Glimmer-führenden Siltschiefern und Tonschiefern im oberen Teil.
- Typus-Gebiet und Verbreitung: ÖK 199, 200. Zwischen dem Gipfel der Badstuben und dem Erlachgraben mit seinen nördlichen Quellbächen bis zur Grenze der Trias. Ausgang des Lerchbachgrabens (ältere Bezeichnung: Thorgraben).
- Synonym: Erlachgraben-Folge bei M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL (1968, 1970). Nördlichster Teil der Nötschgraben-Folge (lit. cit.) im Liegenden der Badstub-Brekzie.
- Alter: Jüngstes Visé oder Unter-Namur.

Die Erlachgraben Formation ist das älteste Schichtglied des Karbons von Nötsch. In der gleichmäßig süd-fallenden Schichtfolge des östlichen Verbreitungsgebietes finden sich die entsprechenden Gesteine zwischen dem Südrand der Trias und dem Gipfel der Badstuben westlich von Bleiberg-Kreuth. Sie bestehen aus sandigen Schiefern und zwischengeschalteten, bis über 10 m mächtigen, überwiegend aus Quarz aufgebauten Konglomeratzügen, die vor allem in dem nördlichen Seitengraben des Erlachgrabens auftreten. Bei konstantem E–W-Streichen fallen sie in der Regel steil nach Süden ein. Diese Quarzkonglomerate sind bisher weder sedimentologisch noch in Hinblick auf ihre Geröllführung und andere Parameter untersucht worden. Zweifellos unterscheiden sie sich von den Quarzkonglomeraten der jüngeren Nötsch Formation durch ihre bereits makroskopisch im Gelände auffallende geringere Reife der Gerölle.

In einer Höhe von etwa 1080 m teilt sich der Erlachgraben in einen E–W und in einen nach SW gerichteten Ast. In der steil nach Süden einfallenden Schichtenfolge dominieren dunkelgraue bis schwarze, $\pm$ gut gebankte, glimmerführende Sandsteine und Siltschiefer; Konglomerateinschlaltungen sind im höheren Teil der Erlachgraben Fm. hingegen seltener. Bezeichnend ist in diesem Bereich das häufige Auftreten von Spurenfossilien, u. a. von *Zoophycos*-Bauten. J. PIA (1924) beschrieb von hier („ungefähr zwischen 1100 und 1200 m Höhe“) Pflanzenreste, die jedoch nach Y. TENCHOV (1980) nur zum Teil bestimmbar sind (siehe Kap. 2). Trotz intensiver Suche gelangen bisher keine Neufunde.

Durch den Neubau einer Forststraße von der „Bauernschaft“ auf die Ostseite der Badstube wurden neue Aufschlüsse im oberen Teil der Erlachgraben Fm. und in der darüber folgenden Badstub-Brekzie geschaffen. Die Straße quert vornehmlich graue sandige Schiefer, die gleichmäßig mit etwa 50° nach Süden einfallen, einen Konglomeratzug sowie Sandsteine, in denen an zwei Stellen Calamitenreste gefunden wurden. In etwa 1320–1330 m nordöstlich des Gipfels der Badstube ist in der Nähe des Kreuzungspunktes zwischen dem Fußweg auf die Badstube und der erwähnten Forststraße der Übergang zwischen der Erlachgraben Fm. und der Badstub-Brekzie gut aufgeschlossen. Wenige Meter unter dieser Grenze tritt in den Schiefen eine relativ reiche, derzeit noch nicht bearbeitete Fauna aus Crinoiden, Korallen, Brachiopoden, Bivalven und Gastropoden auf. Die Grenzzone zwischen beiden Einheiten ist etwa 5 m mächtig.

Nach der hier vorgelegten Neugliederung gehören die nach Norden bzw. nach Süden fallenden Schichten am Ausgang des Lerchbaches sowie am Beginn des Güterweges nach Hermsberg ebenfalls zur Erlachgraben Fm. Sie bestehen aus grauen bis bräunlichen Tonschiefen, Siltschiefen, Sandsteinen und Feinkonglomeraten. Die bekannten Fossilfundpunkte beiderseits des Grabens sind durch eine Störung getrennt, die im Bachbett verläuft (H. P. SCHÖNLAUB, 1973a).

Vom Fundpunkt Lerchbachgraben faßten H. W. FLÜGEL & M. G. KODSI (1971), H. W. FLÜGEL (1972), R. SIEBER (1972) und R. WINKLER-PRINS (schrftl. Mitt.) die bisher bekannten und neu aufgesammelten bzw. revidierten Fossilfunde zu folgender Faunenliste zusammen:

Gigantoproductus giganteus sinuatus SARY.
Gigantoproductus latissimus (SOW.)
Gigantoproductus edelburgensis (PHIL.)
Gigantoproductus maximus (McCOY)
Pustula pustulosa (PHIL.)
Buxtonia scrabacula (SOW.)
Plicatifer plicatus (SOW.)
Spirifer trigonalis MARTIN
Spirifer octoplicatus SOW.
Leptaena analoga PHILL.
Pseudozaphrentoides juddi juddi (THOMSON)
 „*Palaeosmilia*“ *isae* HERITSCH
Arachnolasma cylindrica YÜ
Clisiophyllum sp.
Prolecanites quinquelobosus KITTL
Goniolites granosum postriatum BRG.
Schizophoria cf. *resupinata dorsosinuata* D.
Isogramma carinthiaca AIGNER
Isogramma germanica PAECKELMANN

Isogramma cf. *paeckelmanni* AIGNER & HERITSCH
Eomarginifera sp.
Pustula sp.
Gigantoproductus sp.
Semiplanus sp.
Punctospirifer sp.
Solemya primaeva PHILLIPS
Parallelodon obtusus (PHILLIPS)
Pinna flabelliformis (MARTIN)
Leptodesma cf. *laminosa* (PHILLIPS)
Leptodesma hirundo (KON.)
Limipecten dissimilis (FLEMING)
Pernopecten phillipsi (GOLDF.)
Palaeolima heritschi PAUL
Schizodus axiniformis (PHILLIPS)?
Scaldia cardiiformis KON.
Cypricardella rectangularis (McCOY)
Cypricardella selysiana KON.
Edmondia sulcata (PHILLIPS)
Cardiomorpha egertoni (McCOY)
Sanguinolites plicatus (PORTL.)
Sanguinolites abdenensis ETHERIDGE
Nuculopsis sp.
Phestia sp.
Myalina sp.
Posidoniella sp.
Aviculopecten sp.
Posidonia sp.
Sedgwickia sp.?

Das Straßenprofil Hermsberg besteht aus ca. 80 m mächtigen sandigen Schiefen, Sandsteinen, Feinkonglomeraten und kalkig-mergeligen Einschaltungen, die an der Grenze zur hangenden Badstub-Brekzie auftreten. Diese Partien lieferten eine reiche Brachiopoden-Bivalven- und Korallenfauna. Dazu kommen Algen und Foraminiferen. Sedimentstrukturen und teilweise in Lebensstellung eingebettete Productiden und Bivalven sprechen entgegen früherer Ansichten über die Lagerungsverhältnisse des Karbons für eine normale Lagerung. Die Fauna und Flora tritt hauptsächlich in Lagen auf und bildet Lumachellen; Schalenerhaltung dominiert über Steinkerne, Merkmale größerer Umlagerung fehlen hier ebenso wie am oben genannten Fossilpunkt. Von hier wurden genannt:

Allorisma sp.
Hexaphyllia mirabilis (DUNCAN)
Tetrataxis sp.?
Endothyrella sp?
Limipecten dissimilis (FLEMING)
Pernopecten phillipsi (GOLDF.)
Solemya (*Jancia*) *primaeva* PHILL.
Pinna (*Pinna*) *flabelliformis* MARTIN
Cypricardella rectangularis (McCOY)
Cypricardella selysiana (KONINCK)
Edmonida sulcata (PHILL.)
Sanguinolites abdenensis ETHERIDGE
Sanguinolites plicatus (PORT.)
Loxonema sp.
Rowchinia sp.
Uralopora sp.
Girvanella sp.
Koninckopora sp.
Osagia sp.
Isogramma carinthiaca AIGNER
Isogramma cf. *germanica* PAECKELMANN
Isogramma paeckelmanni AIGNER & HERITSCH

Alitaria sp.
Buxtonia sp.
Gigantoproductus sp.
Semiplanus sp.
Brachythyris sp.

Die lithofazielle Charakterisierung der Gesteine der Erlachgraben Fm. weist sie als Bildungen flachen Wassers mit starkem terrigenen Einfluß aus. Die bisher von M. G. KODSI untersuchten Konglomerate bestehen aus Quarz, Gneis, Amphibolit, Quarzit, Tonschiefer und sehr selten Kalkgeröllen. Maximaler Durchmesser der Gerölle ist 20 cm. Die Sandsteine haben mittlere Korngrößen zwischen 0,4 und 0,5 mm, die Sortierung ist gut bis mittelmäßig. Sie bestehen aus durchschnittlich 59,2 % Quarz, 24,1 % Feldspat und 16,7 % Restkomponenten und sind daher als Quarzgrauwacken zu klassifizieren. An Schweremineralien treten im mittleren Teil Epidot und Hornblende auf, im oberen Abschnitt (Fdpkt. Lerchgraben) kommen dazu Granat und Zirkon.

Das Alter der Gesteine der Erlachgraben Fm. stützte sich bisher auf die von J. PIA gefundenen Pflanzen im Erlachgraben sowie auf alte Bestimmungen von Goniatiten im Fundpunkt Lerchgraben. Danach hätte das erste Vorkommen ein Namur-Alter, das zweite ein jüngerer Visé-Alter (*Goniatites granosus*-Zone). Sollten beide Daten tatsächlich zutreffen, wäre die hier vorgelegte Neugliederung des Karbons nur bei Annahme tektonischer Komplikationen durchführbar. Dies erscheint jedoch nach Prüfung der Fossilbelege nicht notwendig:

1. Nach Y. TENCHOV (1980) ist der stratigraphische Wert der von J. PIA angegebenen Flora geringer als vermutet. Die Flora PIA's widerspricht lediglich nicht der Annahme eines Namur-Alters.
2. Nach freundlicher schriftlicher Mitteilung von Prof. Dr. J. KULLMANN, Tübingen, vom 24. 1. 1984 ist das Original von „*Glyphioceras granosum*“ nicht nach Gattung und Art bestimmbar. Merkmale von *Goniatites granosus* sind am nicht abgebildeten Exemplar nicht sichtbar. J. KULLMANN bemerkte schließlich zum Original sowie zu dem von G. AIGNER & F. HERITSCH (1931) abgebildeten Stück von *Prolecanites quinquelobus* KITTL (das Original war in den Sammlungen des Geologisch-Paläontologischen Instituts der Universität Graz nicht auffindbar):

„Es handelt sich bei dem Goniatiten um ein seitlich verdrücktes Gehäuse von fast 11 mm Durchmesser und ca. 4 mm Windungsbreite; die Nabelweite beträgt etwa 1 mm. Das Gehäuse ist schmal, die Externseite enggerundet. Ornamentierung ist mit Ausnahme eines kleinen Stückes von Anwachsstreifen nicht erhalten; eine Spiralstreifung ist nicht beobachtbar. Etwa vier unscheinbare Einschnürungen ziehen vom Nabel in radiater Stellung zur Flankenmitte, die letzte Windung mochte vielleicht 5 Einschnürungen besessen haben. Die Lobenlinie ist nur in kurzen Stücken der Beobachtung zugänglich.“

Die an den Flanken abgeflachte Gehäusegestalt und die Art der Einschnürungen erinnert an Formen aus der Verwandtschaft von *Lusitanites subcircularis*; auch eine *Girtyoceras*-Art käme in Frage. Da die Lobenlinie und die typische Spiral-Ornamentierung nicht erkennbar sind, kann aber das Exemplar nicht identifiziert werden.

Lusitanites subcircularis ist weltweit verbreitet und auf die Zone des *Goniatites granosus* beschränkt; *Girtyoceras* sind dagegen im Ober-Visé und tiefen Namur (E) verbreitet.

Anmerken möchte ich noch, daß das von den Autoren als „*Prolecanites quinquelobus*“ bestimmte Exemplar sicherlich zu den *Prolecanites* gehört; die Abbildung läßt aber zu wenig Konkretes erkennen, so daß man sie auf *Prolecanitiden* des Visé, Unter- und Mittel-Namur beziehen könnte.“

Die bisher für sicher gehaltene Alterseinstufung der Schichten im Liegenden der Badstüb-Brekzie (= Erlachgraben Formation in der Neufassung) ist nach diesen Ausführungen daher abzuschwächen bzw. in Frage zu stellen. Der Konflikt, der sich zwischen geologischen Feldbefunden, Lagerungsverhältnissen und Fossildaten ergeben würde, ist ein scheinbarer, d. h. ist derzeit nicht beweisbar und anscheinend nicht existent.

Unseres Erachtens sprechen die vielen Fossildaten aus verschiedenen Niveaus der Erlachgraben Fm. für ein Alter an der Grenze zwischen Visé und Namur. Eine Festlegung zugunsten des einen oder des anderen Datums kann erst nach Vorliegen besseren Goniatitenmaterials erfolgen. Foraminiferen und Pflanzen könnten dazu ebenfalls beitragen, erscheinen aber derzeit nicht ausreichend abgesichert.

3.2. Badstüb-Brekzie

- Name: Nach dem Berg Badstüb (1369 m), der höchsten Erhebung im Verbreitungsgebiet des Karbons.
- Definition: Zweigeteilter, hauptsächlich als Brekzie mit Amphibolit-, Gneis-, Granit-, Glimmerschiefer-, Quarzit-, Marmor- und Kalkkomponenten bestehender Grüngesteinskörper, seltener dichtes, stumpfgrünes oder Quarzgeröll-führendes Grüngestein, das konkordant die Erlachgraben Fm. überlagert. Mächtigkeit mindestens 350–400 m.
- Typus-Gebiet und Verbreitung: Ö.K. 199, 200. Ost- und Westflanke des Nötschbachgrabens, Höhenrücken der Badstüb im Westen bis nördlich der Ortschaft Kerschdorf. Kleine Vorkommen bei der Kerschdorfer Alm und in Höhe 1150–1160 m an einem in der Karte nicht verzeichneten Forstweg von der Windischen Höhe zur Wertschacher Alm, ca. 2 km ESE der Windischen Höhe (vgl. geologische Karte).
- Synonym: Badstüb-Serie bei K. O. FELSER (1935); ab 1936 heutige Bezeichnung; Diabas I, II bei H. P. SCHÖNLAUB (1973a).
- Alter: Namur (oder Grenze Visé/Namur).

Die Badstüb-Brekzie (Abb. 2) besteht aus eckigen, seltener angerundeten, bis 20 cm großen Trümmern aus Granatamphibolit, Bänderamphibolit, Gneis, Glimmerschiefer, Granit, hellen Quarzit, körnigem weißen und rosa gefärbten Marmor und sehr selten grauen Kalken, die in einer sehr harten, stumpfgrünen, feinkörnigen Grundmasse aus scharf-eckigem Plagioklas, länglichen Leisten von Hornblenden und Chlorit sowie Quarz dicht oder lose eingebettet sind (F. ANGEL, 1932; K. O. FELSER, 1935, 1936; A. KIESLINGER, 1956; T. TEICH, 1982b). Die verschiedenen genetischen Deutungen reichen von Diabas über tektonische Brekzie, sedimentäre Brekzie bis hin zur Eruptivbrekzie. Nach ihrem einheitlichen tholeiitischen Pauschalchemismus verglich sie T. TEICH (1982b) mit einem tholeiitischen Basalt bzw. mit (Quarz-)Diorit und (Quarz-)Gabbros und deutete sie genetisch als metamorphen tholeiitischen Basalt.

Die höchst unterschiedlichen Deutungen, denen sich der Autor in den vergangenen Jahren im Sinne einer Eruptivbrekzie anschloß, beruhten ausnahmslos auf den Gegebenheiten im Steinbruch Jakominbruch im Nötschbachgraben. Hier befindet sich derzeit das größte geschlossene Vorkommen dieses Gesteins, das durch den 10–17 m mächtigen, dunkelgrauen, fossilreichen Zwischenschiefer (Productiden: oft lagenweise an-



Abb. 2: Badstüb-Brekzie im Jakomini-Steinbruch im Nötschgraben mit hellen Marmorgeröllen und Amphibolittrümmern (links oben). Wechsel von Grobschutt und Sand- bzw. Feinkieslagen in der Badstüb-Brekzie an der Forststraße in Höhe 1240 m westlich des Gipfels der Badstuben (links unten, rechts).

gereichert, Crinoiden, Bivalven, Korallen, Gastropoden, Trilobiten) in einen mächtigeren Liegendteil und einen gegen Westen zu anscheinend geringer mächtigen Hangendteil gegliedert wird. Dazu kommt ein in keiner Arbeit erwähnter, wenige Meter mächtiger, schwarzer, graphitischer Kohlehorizont, der sich an der Ostflanke des Nötschbachgrabens in den unteren Teil der Badstüb-Brekzie einschaltet.

Die Komponentenführung der Badstüb-Brekzie ist vertikal wie lateral stark wechselnd: Im östlich gelegenen Gebiet des Nötschbachgrabens ist die erwähnte Geröllgesellschaft hauptsächlich auf die unter dem Zwischenschiefer liegenden Anteile beschränkt; darüber folgen meist grob gebankte, dichte, sehr harte und zähe, stumpfgrüne Gesteine, die nur lagenweise Amphibolitgerölle eingestreut haben. Dies trifft ebenso auf

das Hauptverbreitungsgebiet an der Südflanke der Badstube zu, wenngleich hier die vergleichsweise starke Marmorführung in der Brekzie auffällt. Das undeutlich gebankte Gestein ist häufig von roten Eisenoxidbelegen parallel ss oder längs Klüften durchsetzt (Roteisenstein). Am Südrand der Badstub-Brekzie finden sich in der Umgebung der Fischerhube (= Oberhöher) hingegen überwiegend (oder ausschließlich) Amphibolittrümmer, die meist gut gerundet sind. Gradierte Quarzgerölle und von Quarzkiesen und -sand gefüllte Rinnen kommen an mehreren Stellen im Verlauf der Almstraße von Wertschach zur Wertschacher Alm vor und zwar in Höhe 1240 m, etwa 600 m westlich des Gipfels der Badstube (Abb. 2). Sie sind ein starkes Argument für die sedimentäre Bildung dieses Gesteins.

Von besonderem Interesse erwies sich ein wenige m² großes isoliertes Vorkommen der Badstub-Brekzie nordöstlich der Ortschaft Kerschdorf bzw. ca. 2 km ESE der Windischen Höhe. Hier treten in der Brekzie neben der bekannten Geröllgesellschaft mit Amphibolit- und Marmortrümmern auch vereinzelt graue, dichte Kalkgerölle auf, die stratigraphisch wichtige Conodonten führen. Es sind die bisher einzigen Conodontenfunde im Karbongebiet. Auffallend ist ihr guter, nicht deformierter und nicht rekristallisierter Erhaltungszustand.

Der von der Windischen Höhe ausgehende Güterweg, der über die Kerschdorfer Alm in die Triasgesteine westlich des Berges Witzala führt, schneidet an seinem Südrand knapp westlich des die Kerschdorfer Alm entwässernden Grabens auf 2–3 m Länge ein unauffälliges, stark angewittertes, dunkles Grüngestein an. Das Vorkommen liegt an der Nordgrenze des Karbons gegen Hauptdolomit bzw. Gröden Formation der Kerschdorfer Alm. Es wurde in der Karte irrtümlich mit der Zahl 27 anstatt 17 versehen. Nach der freundlicherweise von Herrn Prof. Dr. C. EXNER durchgeführten Dünnschliffanalyse erwies es sich eindeutig als zur Badstub-Brekzie gehörend:

- U. d. M.: In einem klastischen Gemenge (Matrix) aus blaugrüner Hornblende, Epidot, Chlorit, Plagioklas, Quarz, Titanit und Hämatit schwimmen große Einkristalle von blaugrüner Hornblende, Plagioklas, Quarz und hauptsächlich eckige, teilweise unvollständig gerundete Gesteinsbruchstücke aus Hornblendedioritgneis, Quarz-Hornblende-Dioritgneis, Plagioklasplit, Plagioklasaggregat (wahrscheinlich Kristalltuff) und Quarzit.

Aus dem Zwischenschiefer wurden beim Gehöft Peterhöher (= Grazer Hube) von F. HERITSCH (1934) einige Korallen beschrieben. Nach der Revision durch H. W. FLÜGEL (1972a) umfaßt die kleine Fauna:

„Palaeosmilia“ isae HERITSCH
Pseudozaphrentoides juddi juddi (THOMSON)
Pseudozaphrentoides sp.
Arachnolasma cylindrica YÜ

Die Neubearbeitung der reichen Makrofauna im Zwischenschiefer des Steinbruchs Jakomini („Diabas-Hartsteinwerk“), seiner Fortsetzung im Osten und im Westen nordöstlich von Kerschdorf steht noch aus. Die überaus reichen Fossilvorkommen an den neuen Forststraßen nordwestlich des Gehöftes Fischerhube (früher: Oberhöher) gehören u. E. zur hangenden Nötsch Formation und nicht zum Zwischenschiefer. Sie sind an der Grenze zur Badstub-Brekzie mit dieser verschuppt. Der bei K. O. FELSER (1938) verzeichnete durchgehende Zug von Zwischenschiefer südlich und südwestlich des Gipfels der Badstuben kann nicht voll bestätigt werden. In dieser Position fanden wir zwei kleine Schiefervor-

kommen westlich der Badstube, die nach unserer Meinung jedoch zur Nötsch Formation zu rechnen sind.

Die bisher im Westteil der Badstub-Brekzie gefundenen Conodonten sind nach der Formtaxonomie folgende Formen (Abb. 3):

Paragnathodus nodosus (BISCHOFF)
Neoprioniodus montanaensis (SCOTT)
Hindeodella cf. *germana* HOLMES

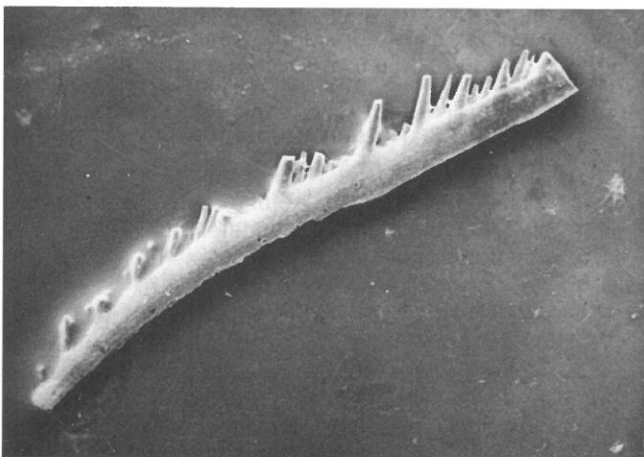
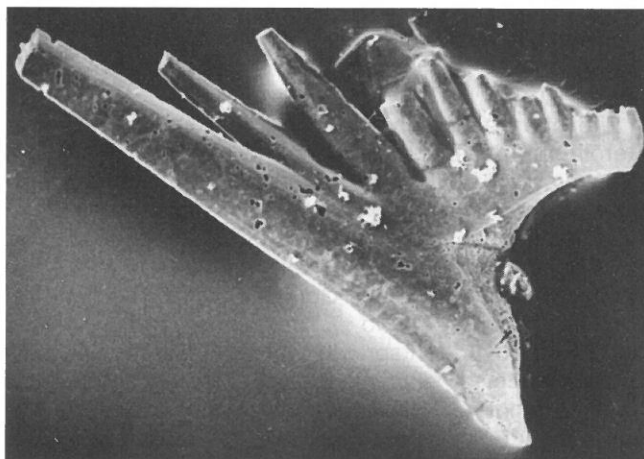
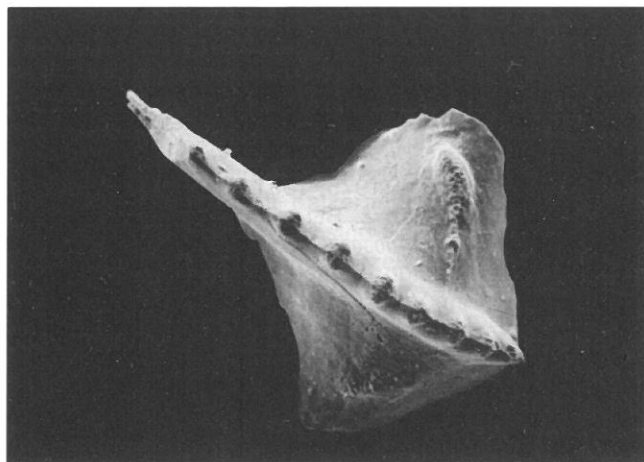


Abb. 3: Conodonten der *Paragnathodus nodosus*-Zone aus Kalkgeröllen der Badstub-Brekzie. Von oben nach unten: *Paragnathodus nodosus* (BISCHOFF), *Neoprioniodus montanaensis* (SCOTT), *Hindeodella* cf. *germana* HOLMES.

Alter: Die Leitform *P. nodosus* (BISCHOFF) ist namensgebend für die nodosus-Zone. Nach der Conodontenchronologie des Karbons wird diese Zone sowohl im Sinne einer „total range-zone“ (HIGGINS, 1974) als auch „partial range-zone“ aufgefaßt (A. C. HIGGINS & J. BOUCKAERT, 1968; D. MEISCHNER, 1971; F. EBNER, 1977; M. F. BUCHROITHNER, 1979 u. a.). Im Rheinischen Schiefergebirge setzt die Leitform in der Zone von *Goniates striatus* (Go β) ein, der im belgischen Typus-Gebiet des Dinantiums der untere Teil des Visé 3c entspricht (M. J. M. BLESS et al., 1976). E. GROESSENS (1977) fand das Erstauftreten in Belgien allerdings bereits im Visé 3b (V_{3by}). A. C. HIGGINS & C. H. T. WAGNER-GENTIS parallelisierten ihr Erscheinen mit der Goniatitenzone von *Neoglyphioceras spirale*.

Nach A. C. HIGGINS (1975, 1981, 1982), T. NEMIROVSKAYA (1982) (vgl. auch Z. BELKA, 1982) ist die Lebenszeit von *Paragnathodus nodosus* (von einigen Autoren wird sie als Unterart geführt) nach der englischen Gliederung vom oberen Visé (unteres Bollandium-P₁) bis in das untere Namur (Goniatitenzone von *Eumorphoceras*-E_{2c} bzw. Conodontenzone von *Gnathodus bilineatus bollandensis*). Diese Zeitspanne entspricht dem unteren Teil der russischen Serpukhov-Stufe (= höheres Unterkarbon nach der russischen Gliederung, vgl. R. H. WAGNER et al., 1979; T. NEMIROVSKAYA, 1982). Die chronostratigraphische Untergliederung des Karbons ist z. Zt. allerdings noch in Diskussion (vgl. A. BOURAZ et al., 1978 und Symposiumband „Biostratigraphic data for a Mid-Carboniferous Boundary“, W. H. C. RAMSBOTTOM et al. eds. 1982).

Wie oben ausgeführt, stammen die Conodonten aus Geröllen in der Badstüb-Brekzie. Diese muß daher jünger sein als das Erstauftreten des Leitconodonten *Paragnathodus nodosus* in Kalken, die frühestens im jüngeren Visé sedimentiert wurden. Für ihre Lithogenese und Aufarbeitung verbleibt innerhalb der Visé-Stufe theoretisch die Zeitdauer einer Goniatitenzone, nämlich von *Goniates granosus* (= Go γ), der chronostratigraphisch der Zeitraum V_{3c} entspricht. Ob die gesamte Badstüb-Brekzie in dieser „kurzen“ Zeit gebildet wurde oder dafür eine längere Zeit über die Visé/Namur-Grenze hinaus benötigte bzw. erst innerhalb des Namur entstand, kann derzeit mangels weiterer Leitformen nicht entschieden werden. Am wahrscheinlichsten ist u. E. eine Bildung im älteren Namur, d. h. im ältesten Oberkarbon der westeuropäischen Gliederung, das ist die Serpukhov-Stufe des jüngsten Unterkarbons in Osteuropa.

3.3. Nötsch Formation

- Name: Nach dem Ort Nötsch im unteren Gailtal.
- Definition: Klastische Abfolge aus grauen Tonschiefern, Siltschiefern, Sandsteinen, Fein- und Grobkonglomeraten im Hangenden der Badstüb-Brekzie. Mindestmächtigkeit 400–600 m.
- Typus-Gebiet und Verbreitung: ÖK 199, 200. Nötschbachgraben, Umgebung der Fischerhube (Oberhöher), Höhenrücken westlich der Badstüben zwischen Windischer Höhe – Pölland – Matschiedl.
- Synonym: Oberer Teil der Nötschgraben-Gruppe und Pölland-Gruppe bei H. W. FLÜGEL & M. G. KODSI (1968), M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL (1970).
- Alter: Namur–Westfal(?).

Die Gesteine der Nötsch Formation liegen konkordant über der Badstüb-Brekzie. Der Gesteinswechsel ist in der Regel scharf und gut an der Ostseite des Nötschba-

ches sowie an der Straße von der Bauernschaft zur Fischerhube knapp NNW des Gehöftes zu beobachten. Weitere Kontaktstellen finden sich nördlich Wertschach und an Forststraßen im Nordosten von Kerschdorf über dem hier nur isoliert auftretenden Streifen der Badstüb-Brekzie. In diesem Bereich folgen stets $\pm$ reine Quarzkonglomerate unmittelbar über der Badstüb-Brekzie. An seinem Südrand wird die Nötsch Formation vom Granitzug von Nötsch überschoben.

Die Hauptmasse der Nötsch Formation sind graue sandige Tonschiefer. Darin, und zwar im unteren Teil, liegen die meisten bekannten Fossilfundpunkte, wie z. B. bei der Brücke über dem Nötschbach bei Pkt. 721 und in der Umgebung der Fischerhube. Mit Ausnahme der oben erwähnten basalen Konglomerate ist die Hauptverbreitung der groben Quarzkonglomerate im Mittel- und Oberteil der Nötsch Formation. Sie wechseln mit Schiefern und Sandsteinen, in denen an mehreren Stellen Pflanzen gefunden wurden.

Im Nötschbachgraben sind nur die tieferen Teile der Nötsch Formation erhalten. Der darüber folgende, von Konglomeraten dominierte Abschnitt liegt hauptsächlich im westlichen Verbreitungsgebiet des Karbons. Er wurde früher als Pölland-Gruppe bezeichnet, wobei die stratigraphische Beziehung, insbesondere zur Badstüb-Brekzie, unbefriedigend geklärt blieb.

Im Nötschbachgraben folgen über der Badstüb-Brekzie dunkelgraue, teilweise griffelige Ton- und Siltschiefer mit Einschaltung eines Konglomeratzuges. An der Grenze zum Granitzug von Nötsch liegt ein weiterer, etwa 40 m mächtiger Zug von Quarzkonglomeraten, der den Nötschbach quert und im Osten bis nahe zur Ortschaft Hermsberg reicht. Nach M. G. KODSI & H. W. FLÜGEL (1970) besteht er aus meist gut gerundeten Quarz-, Gneis-, Quarzit- und Amphibolitgeröllen, die bis 6 cm Durchmesser haben und dicht gepackt sind. Er wird von 3–4 m mächtigen Sandsteinen unterlagert, die 20 % Feldspat und reichlich Gesteinsbruchstücke führen (Feldspat-Subgrauwacken). An Schwermineralien treten Turmalin, Zirkon, Rutil und Chlorit auf.

Aus dem westlichen Abschnitt ist bisher das Straßenprofil von Pölland zur Windischen Höhe am besten untersucht. Dieser Ausschnitt aus der Gesamtentwicklung der Nötsch Formation besteht aus einer steilstehenden, meist nach Norden einfallenden Wechselfolge von grauen, meist plattigen, Streuglimmer führenden Tonschiefern, hellgrauen Sandsteinen und Fein- bis Grob-

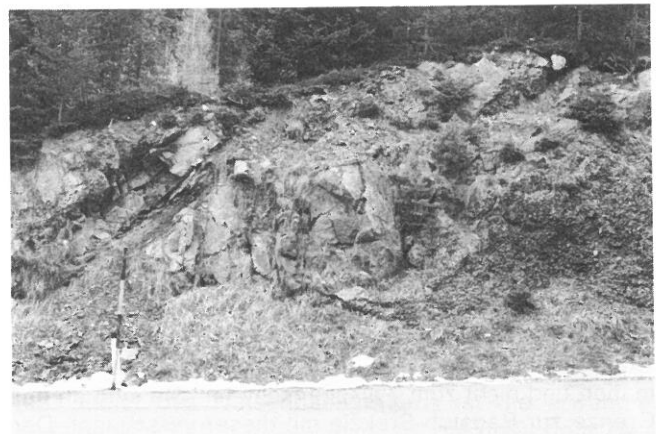


Abb. 4: Profilausschnitt des Straßenaufschlusses durch den oberen Teil der Nötsch Formation an der Straße von Pölland auf die Windische Höhe. Wechsellagerung von Siltsteinen, Sandsteinen und Konglomeraten.

konglomeraten (Abb. 4). Letztere erreichen an der Straße Mächtigkeiten bis 12 m, in ihrer lateralen östlichen Fortsetzung werden sie hingegen bis über 20 m mächtig. Auch sie bestehen hauptsächlich aus gut bis schlecht sortierten, maximal 20 cm großen, meist gut gerundeten Geröllen von Quarz, Quarzit, Glimmerschiefer, Phyllit, Amphibolit sowie Lyditen und verschiedenen Ortho- und Paragneisen. Die detaillierte petrographische Bearbeitung durch C. EXNER (1983) zeigte, daß ihr primärer voralpidischer Mineralbestand und ihr Gefüge auffallend gut erhalten sind und kaum Spuren retrograder jüngerer Überprägungen und Deformationen zu beobachten sind.

Das von C. EXNER (1983) beobachtete Phänomen des Fehlens stärkerer alpidischer thermischer wie kinematischer Beeinflussung geht offensichtlich parallel mit dem oben geschilderten Erhaltungszustand der in der Badstub-Brekzie gefundenen Conodonten. Ihre auffallend gute Erhaltung, ihre graue und nicht schwarze Farbe, das Fehlen von Rekristallisation bzw. Neuwachstum von Kristallen oder Verbiegungen stehen in krasssem Gegensatz zur üblichen Überlieferung von altpaläozoischen Conodonten aus dem Ostalpin, wie z. B. aus dem vom Südrand des Nötscher Karbons gelegenen Conodontenfundpunkt in den Gailtaler Quarzphylliten (H. P. SCHÖNLAUB, 1973a, 1979). Was mag die Ursache der so unterschiedlichen Erhaltung sein?

Die zwischen den Konglomeratlagen auftretenden, bis 2 m mächtigen Sandsteinbänke enthalten bis zu 25 % Feldspat. Ihre Quarzkörner sind maximal 2 mm groß und schlecht gerundet. Die Schwermineralspektren sind stark schwankend und umfassen Granat, Hornblende, Chloritoid, Turmalin, Apatit, Zirkon, Rutil, Chlorit, Epidot und Staurolith. Neben Pflanzen führen sie gelegentlich Spurenfossilien wie *Nereites* sp., *Lophoctenium* sp., *Dictyodora liebeana* und vielleicht *Phycosiphon*.

Die altbekannten Fossilvorkommen von Pkt. 721 an der Brücke im Nötschbachgraben sowie in der Umgebung der Fischerhube liegen im unteren Teil der Nötsch Formation. Das heute fast zur Gänze abgetragene Vorkommen bei Pkt. 721 führt neben Korallen und Bivalven auch Pflanzen. Bisher wurden bestimmt (H. W. FLÜGEL, 1972a, H. W. J. VAN AMEROM & H. P. SCHÖNLAUB, 1985):

Palaeosmilia (P.) m. *murchisoni* EDWARDS & HAIME
Pseudozaphrentoides j. *juddi* (THOMSON)
Stigmaria rugulosa GOTHAN
Stigmaria ficoides BRONGNIART
Calamites radiatus (BRONGNIART)
Lepidodendron sp.

Arten- und individuenreicher sind die verschiedenen Vorkommen in der Umgebung des Gehöftes Fischerhube (früher: „Oberhöher“, auch „Oberhecher“). Von hier wurden in älteren Arbeiten zahlreiche revisionsbedürftige Fossilien bekannt, u. a. ein angeblicher Fund von *Percyclus hauchecornei* HOLZAPFEL durch K. O. FELSER (1935). Das Belegstück ist leider verschollen, eine Beschreibung und Abbildungen fehlen.

Die neuen Fundpunkte liegen an neu angelegten Forststraßen, die von der Wertschacher Alm-Straße abzweigen und in das Waldgebiet nordwestlich der Fischerhube führen. Die reichen Hauptvorkommen befinden sich in etwa 1100 m Höhe, einige Meter im Hangenden der Obergrenze der Badstub-Brekzie innerhalb sandiger Tonschiefer. Im Vergleich zum alten Fundpunkt am Steig von der Fischerhube zur Badstub liegen sie stratigraphisch tiefer. Die umfangreiche Neuaufsammlung ist derzeit in Bearbeitung. Im Folgenden wird eine vorläufige Mitteilung über den Bestand der

Fauna und Flora des Hauptvorkommens an der Straßenkehre NW der Fischerhube in Höhe 1100 m gegeben:

Die Fauna wird von Brachiopoden und Bivalven beherrscht. Beide Gruppen sind derzeit noch nicht bearbeitet bzw. revidiert. Ältere Bestimmungen umfassen *P. punctatus*, *P. giganteus*, *P. latissimus* und *P. horridus*. Außerdem kommen Vertreter von *Schellwienella*, *Linoproductus* und *Isogramma* vor. Unter den Muscheln fanden sich Arten von Pectiniden, *Edmondia*, *Nuculopsis*, *Anthracosia*, *Naiadites* u. a.

Die intensive Suche nach Goniatiten blieb bisher erfolglos. Es fanden sich aber zahlreiche Nautiliden, die jedoch von geringer stratigraphischer Bedeutung sind.

Korallen kommen relativ selten vor. Meist handelt es sich um Limonitausgüsse. Ihre Neubearbeitung von anderen Vorkommen mit Kalkerhaltung ist im Gange.

Überraschend zahlreich sind Panzerreste von Trilobiten. Insgesamt stehen uns derzeit mehr als 100 zur Bearbeitung zur Verfügung. Neben zwei vollständigen Exemplaren fanden sich hauptsächlich Pygidien, daneben aber auch mehrere Cranidien. Nach brieflicher Mitteilung von Prof. G. HAHN (Marburg) vom 7. 2. 1984 kommen neben den bereits von G. & R. HAHN (1973) beschriebenen Taxa

Linguaphillipsia noetschensis

Moschoglossis austriaca

die bisher aus Nötsch nicht bekannten Formen

Cummingella aff. *carringtonensis*

und

Pudoproetus sp.

vor. Nach Meinung von G. HAHN hat diese Fauna nichts mit derjenigen des Kulms gemein.

Bryozoen sind relativ häufig vertreten. Sie gehören zur Gattung *Fenestella*.

Eine erste Übersicht der Crinoidea zeigt das Vorliegen von mindestens zwei Formen. Neben disartikulierten Stielen fanden sich solche im Zusammenhang, aber auch Reste von Armen und Wurzeln.

Die Neubearbeitung der Gastropoden wurde von Dr. E. YOCHELSON, Washington, begonnen. Nach brieflicher Mitteilung vom 5. 9. 1984 liegen Vertreter von Bellerophonacea, *Euomphalus*, Murchisoniaceae (*Meekospira*) u. a. vor.

Die Flora besteht aus Calamitenresten, nämlich *Calamites radiatus* und einem Fund eines Lepidodendrons in Knorria-Erhaltung. Daneben fand ein Hobbysammler, Herr WAGNER / Wien, Fiederchen von *Archaeopteridium* n. sp.? in Neuaufschlüssen der Straße knapp unterhalb des Hauptfossilvorkommens (det. H. W. J. VAN AMEROM).

Fossilfunde, auch von Pflanzen, gelangen an mehreren anderen Stellen der Nötsch Formation (vgl. Geologische Karte). Schon länger bekannt ist hingegen die von A. FENNINGER und H. P. SCHÖNLAUB im Jahre 1971 aufgesammelte Flora an der Straße von Pölland zur Windischen Höhe, die von W. REMY bestimmt wurde (in H. W. FLÜGEL, 1972b). Sie umfaßt:

Pecopteris sp.?

Neuropteris sp.

Alloiopteris sp.

Asterophyllites equisetiformis (SCHLOTHEIM)

Calamites sp.

Als Alter vermutet W. REMY Westfal A bis älteres Stefan.

Für die Schichten in der Umgebung der Fischerhube wurde bisher ein Visé-Alter vermutet. Diese Annahme

begründete sich auf die Lage der Fundschichten im stratigraphisch Hangenden (= lagerungsmäßig Liegenden) des Vorkommens von *Pericyclus hauchecornei*, die ein Äquivalent der Tournai-Stufe darstellen sollten. Die bisherigen alten und neuen Aufsammlungen können dieses Alter jedoch in keiner Weise stützen. Sie erlauben lediglich eine generelle Altersangabe vom Visé bis in das Namur, wie beispielsweise aufgrund der gefundenen Trilobiten, Korallen, aber auch von Pflanzen geschlossen werden kann. Geologische Beobachtungen und die Lagerungsverhältnisse zeigen andererseits klar, daß die Nötsch Formation jünger als die Badstub-Brekzie sein muß. Wir halten beide für ein Äquivalent der Namur-Stufe, mit dem Zusatz, daß die jüngsten Anteile altersmäßig bis in das Westfal bzw. ältere Stefan reichen.

4. Die Tektonik des Karbons von Nötsch

Der Bau- und Verformungsstil des Karbons von Nötsch läßt sich folgendermaßen beschreiben:

1. Der Ostteil der Karbonablagerungen ist monoklinal gelagert, das Schichteinfallen $\pm$ gleichmäßig mit ca. 50° (örtlich jedoch steiler) nach Süden gerichtet. Schuppung tritt lokal im Grenzbereich zwischen Badstub-Brekzie und Nötsch Formation auf. Störungen, wie z. B. die Lerchbachgraben-Störung bewirken örtliche Verstellungen der Schieferfolgen.
2. Die Westhälfte zeigt steilere Lagerung, meist mit Nordeinfallen, und ist vor allem am nördlichen Randbereich stärker verfalltet. Hier sind flach nach WNW bzw. ESE abtauchende Achsen ausgebildet. Durch die im Südosten oberhalb von Glabatschach und im Norden bei der Kerschdorfer Alm verbreiteten Vorkommen von Badstub-Brekzie unter der Nötsch Formation wird eine zerscherte Muldenstruktur angedeutet.
3. Der gut aufgeschlossene Mittelteil, aber ebenso Teilbereiche im Osten wurden von NNE–SSW gerichteten Verwerfern und Brüchen mit Vertikalbewegungen in ein Schollenmosaik zerlegt. Diese jungen Brüche sind seit K. O. FELSER (1938) bekannt. Sie betreffen ebenfalls die Rahmengesteine im Norden und Süden. Der östlichste Verwerfer im Nötschbachgraben ist derzeit bestens im Steinbruch Jakominibuch zu sehen, wo die Zwischenschiefer ca. 50 m lateral versetzt sind (Abb. 5).

Die Nord- und Südgrenzen des Karbons sind markante Störungslinien. Die Ost–West verlaufende Nordgrenze ist die westliche Fortsetzung des „Bleiberger Talbruchs“ von G. GEYER (1901). Im Einzugsgebiet des Erlachgrabens ist diese Störung im randlichen Hauptdolomit als bis zu 10 m breite Mylonitzone ausgebildet, bei der Windischen Höhe grenzt das Karbon an verschiedene Gesteine der Permtrias bzw. fällt an seinem Westende unter Quarzphyllite und Augengneise des Gailtalkristallins ein.

Die Karbonablagerungen werden jedoch auch im Süden vom „Granitzug von Nötsch“ bzw. den Quarzphylliten des Gailtalkristallins überschoben. Der Kontakt ist mehrfach in Grabenaufschlüssen nordöstlich von Wertschach und an den Flanken des Nötschbaches aufgeschlossen, aber auch in der Umgebung von Kerschdorf, Matschiedl und im Nordosten und Nordwesten des Gehöftes Rauter.



Abb. 5: Ausschnitt der westlichen Wand im Steinbruch Jakomini im Nötschgraben. Links oben endet der untere, massige Badstub-Brekzien Horizont, der im geschichteten Bereich vom Zwischenschiefer und dem zweiten Brekzienkörper überlagert wird. Die Störungszone in der Bildmitte ist ein NE-Verwerfer, der die obige Schichtfolge um etwa 50 m in NE-Richtung zum Aufnahmestandpunkt hin versetzt.

Beide Störungslinien des Karbons treffen sich westlich der Windischen Höhe und bedingen hier das tektonische Auskeilen der Karbonablagerungen. Die südliche Überschiebungslinie wurde von F. FRECH (1894) „Bruch von St. Georgen“ bzw. von W. SCHRIEL (1951) als „Gailtalbruch“ bezeichnet. Die östliche Fortsetzung dieser Störung ist die Überschiebungslinie zwischen der Südeinheit und der Gipfeleinheit des Dobratsch („Dobratsch-Überschiebung“ von E. COLINS & W. NACHTMANN, 1978; vgl. auch O. SCHULZ, 1982, 1984). An einer Stelle und zwar im Oberlauf des Kerschdorfer Baches tritt am Kontakt zwischen dem Kristallin und dem Karbon Schuppung auf: Ein Streifen karbonischer Schiefer ist zwischen den Gesteinen des Granitzuges im Süden und den Quarzphylliten im Norden eingeklemmt. Dies ist zugleich die Zone stärkster Deformation im Karbon mit zahlreichen parallelen Bruchlinien.

Die Ostgrenze des Karbons liegt unter Moränenbedeckung. Obwohl der direkte Kontakt zwischen dem Karbon und seiner Auflage nirgends aufgeschlossen ist, vermuten wir aufgrund der Lagerungsverhältnisse auf der Westseite des Kilzerberges ein transgressives Übergreifen des klastischen Perms über die Karbonablagerungen. Lediglich am Ausgang des Lerchbaches nähern sich die Basisschichten der Dobratsch-Gipfescholle den Karbonschiefern der Erlachgraben Formation auf wenige Meter an.

5. Der Rahmen des Karbons von Nötsch

5.1. Der südliche Rahmen

Wie oben ausgeführt, wird das Karbon von Nötsch längs des „Bruches von St. Georgen“ (= Gailbruch) von den Gesteinen des Gailtalkristallins und des Granitzuges von Nötsch nordvergent überschoben.

Nach C. EXNER (1976, 1984) besteht der Granitzug von Nötsch aus Magmatiten (Diorit, Granit) und Altkristallin (Amphibolit, Paragneis, Ortho-Augengneis); letzteres ist als Rest des alten Daches aufzufassen, in das der Diorit und der Granit mit ihrem Gangfolge (in vermutlich variszischer Zeit) eingedrungen ist. Beide zusammen wurden später tektonisch zu einer dünnen, maximal 200 m breiten und etwa 8 km langen, zerrisse-



Abb. 6: Grenze zwischen Granitzug von Nötsch (rechte Bildhälfte) und Kalklinsen führenden Graphitschiefern (links) bei P. 719 an der Bundesstraße im Nötschgraben.

nen Lamelle nordvergent eingeeignet, verformt und $\pm$ intensiv mylonitisiert. Die Straße zur Windischen Höhe ist etwa die Grenze zwischen dem im Westen vorherrschenden Altkristallin und den östlich davon, hauptsächlich aus Dioriten und Graniten bestehenden Magmatiten. In Bezug auf die tektonische Position und den Verformungsstil schloß C. EXNER auf eine Analogie zum Granitzug der Karawanken; ein petrographischer Beweis dafür fehlt allerdings, da bei Nötsch die aus den Karawanken bekannten Begleit- und Kontaktgesteine nicht vorkommen.

Nach den Untersuchungen von C. EXNER kann angenommen werden, daß die Diorite und Granite ausschließlich in die Gesteinsfolge des Altkristallins intrudierten und nicht in die Zone der Gailtal-Quarzphyllite. Diese ist vom Altkristallin vielmehr tektonisch getrennt (Abb. 6). Mit Ausnahme des Gebietes im oberen Kerschdorfer Graben folgen die Quarzphyllite tatsächlich immer im Süden des Granitzuges von Nötsch bzw. des damit verbundenen Altkristallins, denen sie nordvergent aufgeschoben sind. Diese lokale Verschiedenheit erklären wir durch sekundäre Tektonik im Zusammenhang mit der NNE gerichteten Bruchtektonik im Karbon und Schuppung im Grenzbereich. Sie ist außerdem für die Einklemmung eines schmalen Streifens von Karbonschiefern verantwortlich.

Bezüglich des Gesteinsbestandes von Altkristallin und Magmatiten des Granitzuges von Nötsch sei auf die ausführliche Arbeit von C. EXNER (1984 – dieser Band) verwiesen. Ergänzend ist hier festzuhalten, daß nahe dem Westende des Karbons Quarzphyllite und Ortho-Augengneise gleichfalls Teile des nördlichen Rahmens des Karbons bilden. Das Karbon taucht unter diese Gesteine nach Norden ab.

Unter der Bezeichnung „Quarzphyllit-Komplex“ verstehen wir einen Sammelbegriff vorwiegend progressiver epimetamorpher Phyllite, denen verschiedentlich Schwarzschiefer, Eisendolomite, Grünschiefer und Quarzite eingeschaltet sind. Die angebliche Monotonie dieser Zone, die in älteren Darstellungen zum Ausdruck kam, existiert also keineswegs. Stets in hangender Position findet sich zudem eine mindestens 50 m mächtige Platte eines Ortho-Augengneises.

Schwarzschiefer ohne Karbonatbegleitung treten innerhalb der Quarzphyllite im Emmersdorfer Graben bei der Ortschaft Semering auf, weiters mehrfach oberhalb der Gabelung des Kerschdorfer Baches sowie östlich

von Tratten im Deferniggraben. Es handelt sich um maximal 20–30 m mächtige Graphitschiefer, die intensiv durchbewegt, verfault und ausgewalzt sind. Nach den Verhältnissen im Kerschdorfer Graben zu schließen, scheinen sie bevorzugt im Hangenden der hier verbreiteten hellbraunen Serizitquarzite aufzutreten. Ihre Mächtigkeit liegt um 20 m. Innerhalb der Schwarzschiefer bzw. mit diesen verfault, treten mehrere Meter mächtige Grünschiefer auf, die allem Anschein nach unter der Quartärbedeckung einen zusammenhängenden Zug zwischen Tratten und dem Vorkommen im Graben südlich Kerschdorf bilden. Hellbraun verwitternde Eisendolomite treten an einer Stelle des Kerschdorfer Grabens in einer 1–2 m mächtigen Lage auf; sie dürften jenen bei Pkt. 719 im Nötschbach-Seitengraben entsprechen, die ebenfalls von Schwarzschiefern begleitet werden (vgl. H. P. SCHÖNLAUB in C. EXNER & H. P. SCHÖNLAUB, 1973; H. P. SCHÖNLAUB, 1979). Im Gegensatz zu den hier gefundenen Conodonten des Grenzbereiches Silur/Devon ergab die umfangreiche Beprobung des Vorkommens südlich Kerschdorf bisher keinen Nachweis von Conodonten.

Nahe dem Südrand des Quarzphyllit-Komplexes (westlich Pölland jedoch auch am Nordrand des Karbons von Nötsch) treten weit verbreitet Ortho-Augengneise auf. Sie scheinen eine zusammenhängende „Platte“ von mindestens 50 m Mächtigkeit zu bilden, die eine Position im Hangenden der Schwarzschiefer führenden Anteile im Quarzphyllit-Komplex einnimmt. Westlich von Nötsch kommen Quarzphyllite allerdings auch darüber vor.

Mit der Petrographie und Genese der Augengneise beschäftigten sich zuletzt T. TEICH (1982a) und C. EXNER (1984 – dieser Band). Nach T. TEICH ist der Chemismus der Augengneise im Steinbruch Jenull östlich Emmersdorf granodioritisch, zum Teil aber auch granitisch. Im Vergleich mit anderen Vorkommen in den Ostalpen (Hoch-, Glein- und Stubalpe, westliches Gailtal) deutete sie TEICH als ursprünglich von Rhyodazit zu Rhyolith differenziertes, saures vulkanisches Eruptivgestein des Altpaläozoikums, das metamorph zum Augengneis umgewandelt worden ist.

C. EXNER (1984 – dieser Band) untersuchte hingegen die westlich Matschiedl gelegenen Augengneise und im Vergleich dazu auch das Vorkommen östlich Emmersdorf. Beide gleichen sich weitgehend. Es handelt sich beide Male um einen Mylonit, der jedoch grundlegende strukturelle Unterschiede (B-Tektonit und Stengelgneis) gegenüber dem Nötscher Granit aufweist. Ihr Schieferungsgefüge (und damit ihr Alter) ist nach C. EXNER älter als der kataklastische Nötscher Grobkorngranit.

Im Karbon von Nötsch, hauptsächlich aber im Granitzug von Nötsch (Dioritamphibolit) und in den Grünschiefern und Quarziten der Quarzphyllitzone treten Vererzungen auf. Zeugnisse davon geben eine Reihe von alten Pingen, Zubaustollen und Erzausbissen zwischen Matschiedl, Tratten und Kerschdorf. Die genauen Lagen sind in einer Skizze von H. HOLLER (1952) zusammen mit einem ausführlichen Bericht festgehalten (Lagerstättenarchiv der Geol. B.-A., unveröff.). O. M. FRIEDRICH gab dazu bereits früher (1940) unveröffentlichte Berichte.

Die Erzführung umfaßt Fahlerze (z. B. im Katharinstollen SE von Tratten), Malachit, Azurit und silberhaltigen Bleiglanz sowie Kobalt-Nickel-Spuren im Dioritam-

phibolit des Nötscher Granitzuges und im Karbon, während die Quarzite und Grünschiefer südlich von Kerschdorf im Jacobi- und Lorenzi-Stollen auf Quecksilber und Zinnober beschürft wurden (vgl. O. M. FRIEDRICH, 1955, bzw. unveröff. Bericht, 1940). Spuren von Malachit und Azurit fanden sich aber nicht nur an der Grenze des Karbons, sondern örtlich auch innerhalb, so z. B. in einer Höhe von etwa 1230 m südöstlich der Kerschdorfer Alm. Diese Beobachtung bestätigt die Angaben von G. NIEDERMAYER (1982), der östlich der Windischen Höhe im Karbon einen Quarzgang mit verwittertem Siderit, Malachit, Azurit und Limonit fand.

5.2. Der nördliche Rahmen

Den Nordrahmen des Karbons bilden kristalline Gesteine westlich der Windischen Höhe und verschiedene Schichtglieder der Permtrias der Gailtaler Alpen. Letztere stoßen spitzwinklig an den Ost–West verlaufenden „Bleiberger Talbruch“, der das Karbon im Norden begrenzt. Diese markante Störungslinie verläuft sowohl schräg zum allgemeinen Streichen der Permtrias als auch zum Gailtalkristallin, denn westlich Pölland grenzt das Karbon einerseits an Quarzphyllite, andererseits an Augengneise. Entsprechende Aufschlüsse liegen in einer Höhe von etwa 760 m am Ende einer neu angelegten Forststraße von Sussawitsch in das Gebiet nördlich davon bzw. in der Rinne NNW des Gehöftes Rauter.

Nach H. HOLLER (1974) weist der steil S-fallende Bleiberger Bruch eine Sprunghöhe von maximal 2000 m auf. Genetisch zugehörig betrachtet er eine parallel verlaufende Störungslinie auf der Nordseite des Bleiberger Grabens mit geringeren Verwurfsbeträgen. Beide Störungslinien sind tektonisch zusammengehörig und für die Anlage der Ost–West verlaufenden, 1–1,8 km breiten und 28 km langen Grabenzone zwischen dem Villacher Becken und Förolach verantwortlich (H. HOLLER, 1974:80). O. SCHULZ (1984:411) schließt entlang dieses Störungssystems Lateralbewegungen nicht aus. Relativbewegungen an der Nordrandstörung des Bleiberger Grabens um etwa 2 km würden danach eine bessere Übereinstimmung der Flächen- und Achsengefüge beiderseits des Störungssystems ergeben. Die Lamelle kristalliner Gesteine an der Nordwestecke des Nötscher Karbons scheint die Vermutung von O. SCHULZ zu bestätigen.

Von der Windischen Höhe nach Osten bilden Reste der Gröden Formation, Wettersteinkalk und im Grenzbereich mylonitisierter Hauptdolomit den nördliche Rahmen des Karbons (vgl. H. HOLLER, 1936, 1974, 1977; K. O. FELSER, 1938; W. SCHRIEL, 1951; N. ANDERLE, 1977; O. SCHULZ, 1984 u. a.). Am südlichen Beginn der Verebnung von St. Anton (= Windische Höhe) liegt verbreitet rotvioletter Schutt nahe den anstehenden Karbonschiefern; die gleiche Schuttkomponente findet sich auf den Wiesen nordwestlich des Moorbades bei Pölland, doch gestatten die Aufschlußverhältnisse nicht ihre Eintragung als „Gröden Formation“ in die Karte. Mit Sicherheit stehen diese Gesteine aber in mehreren Vorkommen entlang der neuen Forststraße auf die Kerschdorfer Alm an. Ihre Stellung ist stets isoliert und aus dem Profilverband gerissen.

Der Hauptdolomitkörper zwischen Weißofen und dem Schneidergraben nordwestlich von Kreuth ist im Grenzbereich zum Karbon stärkstens zertrümmert. In den Seitengraben des Erlachgrabens sowie an der Wert-

schacher Almstraße ist die steile Grenzfläche mehrfach aufgeschlossen. Die saiger stehenden dunklen Tonschiefer der Erlachgraben Formation beschränken sich allerdings nur auf wenige Meter im Grenzbereich. Daran schließen nach Süden relativ rasch die gleichmäßig gelagerten Quarzkonglomerate, Sandsteine und Schiefer an. Im Norden herrschen Einfallswerte über 60° vor, etwa ab dem Mittelteil wird die Lagerung mittelsteil. Im Gebiet im Süden des Weißofens ist somit das Karbon auf den Hauptdolomit aufgeschoben.

5.3. Der östliche Rahmen (Abb. 7)

Die Karbonablagerungen von Nötsch werden an ihrem Ostrand von der Villacher Alpe (Dobratsch) umrahmt. Die Grundzüge des geologischen Baus des fast 20 km langen und über 4 km breiten Gebirgsmassivs erkannte bereits G. GEYER (1901). Später lieferten H. HOLLER (1936, 1974, 1976, 1978), N. ANDERLE (1950, 1977), W. SCHRIEL (1951), A. PILGER & R. SCHÖNENBERG (1958), E. COLINS & W. NACHTMANN (1974, 1978), E. STREHL (1978, 1979) sowie O. SCHULZ (1982, 1984) wichtige Beiträge zur Stratigraphie und Tektonik. Die Westflanke und ihr Verhältnis zum Karbon bzw. Gailtalkristallin blieb aber mit wenigen Ausnahmen kaum bearbeitet bzw. überhaupt unberücksichtigt. Dies verwundert umso mehr, als im Meridian von Nötsch drei verschieden alte und verschieden metamorphe, tektonisch aneinandergrenzende Gesteinszonen auf nur 4 km Breite den Untergrund der Permtrias bilden. Sie liegt, wie unten noch ausgeführt wird, transgressiv auf variszischem Kristallin und aller Wahrscheinlichkeit nach auch auf dem Karbon. Dieser Umstand erlaubt nicht nur einen Vergleich der achsialen Verformung zwischen dem alpidischen Deckgebirge und seinem Sockel, sondern bietet auch Lösungsansätze zur Feststellung des Alters der Tektonik unserer verschiedenen Einheiten.

Die westlichen Ausläufer der Villacher Alpe sind im Norden der Kilzerberg, im Süden der Schloßberg oberhalb von Nötsch. Beide werden vom morphologisch auffallenden, breiten Lerchgraben getrennt, der südlich Kreuth in den Nötschgraben mündet.

Kilzerberg und Schloßberg bestehen beide aus Permtrias. Sie gehören allerdings zu zwei unterschiedlichen tektonischen Einheiten des Dobratschmassivs, die sich in den Südwänden aufgrund von faziell nur wenig abweichenden Schichtwiederholungen von anisischen, ladinischen und cordevolischen Sedimenten und Vulkaniten nachweisen ließen. Die Auffassungen über die Tragweite dieser Erkenntnis gehen freilich weit auseinander: Sie reichen von der Annahme eines weit ausholenden Deckenbaus am Dobratsch (Dobratschüberschiebung: E. COLINS & W. NACHTMANN, 1974, 1978; H. HOLLER, 1976) über Verfaltungen (N. ANDERLE, 1950; W. SCHRIEL, 1951, F. K. BAUER, 1980) bis zur Meinung kleinräumiger Abschiebungsbeträge, die die Schichtverdoppelung verursacht haben (G. GEYER, 1901; O. SCHULZ, 1982, 1984). O. SCHULZ rechnet dabei mit einer Sprunghöhe von rund 900 m, die die Heraushebung des zentralen Bereichs des Dobratsch bewirkt habe.

Der Dobratschsockel im Süden wird allgemein als Dobratsch-Liegendscholle, die darüberliegende Einheit als Dobratsch-Hangendscholle (= Hochscholle, Gipfeldecke) bezeichnet.

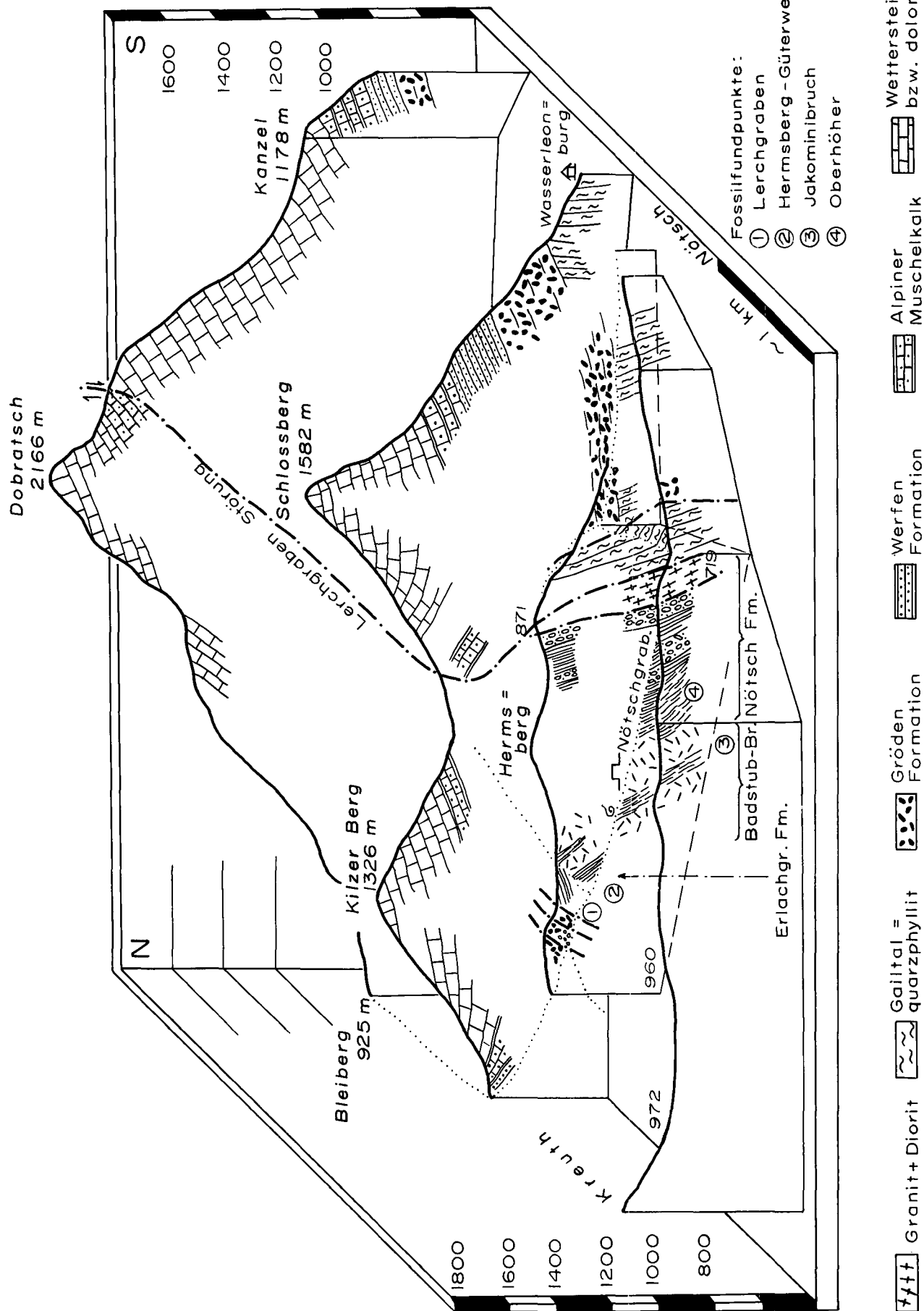


Abb. 7: Blockdiagramm mit Blickrichtung nach Osten auf Nötschgraben-Hermenberg-Westflanke des Dobratsch (nach H. P. SCHÖNLAUB, 1973b, umgezeichnet).

Nach O. SCHULZ (1984) zeigt das s-Flächengefüge an der Westflanke des Dobratschmassivs Streuungen von NW–SE über N–S nach NE–SW bei mittelsteilem Ostfallen. Die dazugehörige Faltenachse steigt mit etwa 28° flach nach Osten ab. Die im Nötschbachgraben für das Karbon und Kristallin ermittelten Achsenlagen folgen größtenteils diesem (alpidischen) Verformungsplan.

Dem Achsenabstieg entsprechend wird der Saum der kristallinen Gesteine am Südrand des Dobratsch nach Osten hin immer schmaler. So sinken die oberhalb von Wertschach bis in eine Höhe von 950 m verbreiteten Sockelgesteine, durch Querbrüche mehrmals versetzt, bis unter 700 m ab. Das östlichste Vorkommen von Quarzphylliten liegt zwischen 640 und 700 m am Buchriegel nördlich der Einmündung der Gailitz in die Gail (E. STREHL, 1978 und eigene Aufnahmen). Inwieweit bei Saak und östlich des Tumpfia-Waldes der ursprüngliche Transgressionsverband zwischen dem Gailtalkristallin (Augengneise und Quarzphyllite) und seiner permischen Auflage noch erhalten ist oder im Sinne E. STREHL's (1978, 1979) eine tektonische Grenze besteht, läßt sich u. E. nicht mit Sicherheit entscheiden.

Fest steht hingegen, daß im Nötschbachgraben und seinen Flanken an mehreren Stellen die Transgression der Gröden Formation auf dem Quarzphyllit-Komplex lehrbuchhaft aufgeschlossen ist. Seit N. ANDERLE (1950) ist die diskordante Auflage der Permotrias an der Westseite des Dobratschmassiv bekannt. Zu Beginn der 70er Jahre wurde ein Transgressionspunkt von uns freigelegt und erweitert. Er befindet sich (vgl. geol. Karte) auf der Ostseite des Nötschbachgrabens in ca. 630 m Höhe, etwa 200 m nördlich des alten BBU-Elektrizitätswerkes. Hier werden die mit 50–60° nach Süden einfallenden Quarzphyllite von den mit 29° nach Südosten geneigten Basisschichten der Gröden Formation diskordant überlagert. Ihre Mächtigkeit wird von E. COLINS & W. NACHTMANN (1974) mit etwa 200 m angegeben. Die Basis besteht aus grobgebankten bis ungeschichteten roten Sandsteinen mit Komponenten aus dem Quarzphyllit, weißen und grauen Quarziten, Quarzporphyrgeröllen und dunklen Sandsteinen. Vereinzelt haben die Gerölle Durchmesser bis 15 cm und sind unterschiedlich gut gerundet. Nach wenigen Metern folgen dm-gebankte Sandsteine mit gröberen, teilweise gradierten Zwischenlagen. Örtlich kommt es zur Ausbildung von bis zu 8 m mächtigen Grobkonglomeraten mit Geröllgrößen bis 25 cm. Nach oben folgen schließlich rote Siltsteine und Tonschiefer, die lokal Sandsteine führen und zuletzt glimmerreiche Feinsandsteine, die zu den hangenden, mindestens 100 m mächtigen Werfener Schichten überleiten. Ihr Beginn wurde auf der Karte mit dem Einsetzen grün gefärbter Sandsteine und grauer Schiefer gezogen.

Im Verlaufe der Neuaufnahme wurden weitere Transgressionspunkte gefunden, auf die mich freundlicherweise Herr Dr. E. STREHL (Kiel) aufmerksam machte. Die beiden auf der Westflanke des Nötschgrabens, etwa 20 m über dem Bachniveau gelegenen Vorkommen sind bereits in der Karte von E. STREHL (1979) verzeichnet. Ein viertes Vorkommen liegt auf der Nordseite im Bereich des hier in West–Ost-Richtung fließenden Baches. In allen Fällen liegt die basale Gröden Formation flach, d. h. mit 25–35° über steil aufgerichteten Quarzphylliten.

Wie ein Blick auf die Karte lehrt, ist die Transgression der Gröden Formation nicht auf den Bereich des Nötschbachgrabens beschränkt. So liegt in etwa 820 m

Höhe im Mittelteil des WNW–ESE verlaufenden Grabens, der bei P. 719 in den Nötschgraben einmündet, ein weiterer Transgressionspunkt (auf der Karte fehlt die Übersignatur), wobei hier vor allem mehrere Meter mächtige Basalkonglomerate mit auffallend reicher Führung von Quarzporphyr zur Ausbildung kommen. Bis auf wenige Meter zum Untergrund eingeeengt ist die Transgression auf der Hochfläche nordöstlich von St. Georgen (u. a. in einem aufgelassenen Steinbruch), wo ebenfalls basal mehrere Meter mächtige Quarzkonglomerate mit zwischengeschalteten Sandsteinlagen (ss 42/45 SE) auftreten.

Die aufgrund der Gefügestatistik bereits von O. SCHULZ (1984) postulierte „Nötschgraben-Störung“ sind mindestens zwei NNE-Verwerfer, die beide kartierbare Störungslinien sind. An ihnen wurde das Transgressionsniveau von 820 m im Westen um etwa 200 m im Nötschbachgraben tiefer gelegt. Daneben treten weitere, dem Bruch von St. Georgen parallel laufende Störungen auf, längs denen ebenfalls die permischen Decksedimente abgesenkt wurden.

Im Nötschbachgraben und weiter im Westen transgrediert die Gröden Formation ausschließlich auf den Gesteinen der Quarzphyllit-Zone und niemals auf dem Nötscher Granitzug. Dies mag ein Zufall sein. Andererseits ist zu bedenken, daß die Gröden Formation in diesem Gebiet der Beginn eines permotriadischen Schichtstapels ist, der über den Schloßberg hinweg die gesamte Dobratsch-Liegendscholle umfaßt. Sie wird im Norden durch die alpidisch angelegte Lerchgraben-Störung begrenzt. Bezüglich ihres Verlaufs von der Semmler Alm nach Osten sei auf die Ausführungen bei E. COLINS & W. NACHTMANN (1974, 1978) und O. SCHULZ (1982, 1984) verwiesen. Von der Semmler Alm nach Westen bietet sich u. E. in Übereinstimmung mit N. ANDERLE (1977) und O. SCHULZ (1984) nur der Verlauf über den Hermsberg an die Südseite des Nötscher Granitzuges an. Hier wie in den Südabstürzen des Dobratsch ist durch die Einbeziehung der Gröden Formation in das Störungssystem ihre alpidische Anlage gesichert – die tektonische Grenze zwischen dem Granitzug von Nötsch und der südlich anschließenden Quarzphyllit-Zone ist daher eine alpidische und nicht eine variszische Bewegungsbahn. O. SCHULZ (1982, 1984) erklärt diese große Längsstörung als Abschiebungsfläche mit einer Sprunghöhe von maximal 900 m. Die gleichsinnige relative Tieflage der Südscholle im Vergleich zum Granitzug von Nötsch mit seinem mesozonal metamorphen Gesteinsbestand entspricht damit bestens den Verhältnissen auf der Südseite des Dobratschmassivs. Die Bedeutung dieser Störung im Nötschgraben wurde freilich von O. SCHULZ (1984) aus Unkenntnis der Gesteine des Nötscher Granitzuges stark unterschätzt.

Der Verlauf der Lerchgraben-Störung über den Hermsberg an die Südseite des Granitzuges von Nötsch weicht von den Darstellungen bei E. COLINS & W. NACHTMANN (1974, 1978) und H. HOLLER (1976) ab. Die Existenz einer Störung am Ausgang des Lerchgrabens ist andererseits erwiesen (H. P. SCHÖNLAUB, 1973a), ihre Bedeutung aber nach Abschluß der Kartierung als eher gering zu schätzen. Dazu kommt, daß die auf der Südseite des Kilzerberges von E. COLINS & W. NACHTMANN (lit.cit.) eingezeichnete „Deckengrenze“ weder von N. ANDERLE (1977), O. SCHULZ (1982, 1984) noch durch eigene Befunde erhärtet werden konnte. Vielmehr wird auch der Kilzerberg in annähernd gleichem Niveau wie der Schloßberg von Perm- bis Ladin-

sedimenten umrahmt. Lediglich zwischen den Ortschaften Lerchbach und Kilzerberg tritt in der liegenden Gröden Formation stärkere Verfaltung mit Ost- und Norfallen auf. Diese Beobachtung sollte jedoch nicht als Hinweis gewertet werden, daß hier nicht ebenfalls ein transgressives Verhältnis zur Unterlage besteht – diesmal allerdings zwischen der Dobratsch-Hangendscholle und dem Karbon von Nötsch!

6. Die Entwicklungsgeschichte des Karbons von Nötsch

Basierend auf den in den vorangehenden Kapiteln mitgeteilten Feldbeobachtungen wird in der Folge der Versuch unternommen, die geologische Vorgeschichte des Karbons von Nötsch mitsamt seinem Rahmen zu skizzieren. Wir sind uns bewußt, daß nach wie vor die hypothetischen Elemente gegenüber den gesicherten Tatsachen überwiegen, die verschiedene Wertigkeit tektonischer Grenzflächen naturgemäß mehrere Denkmöglichkeiten eröffnen, längst nicht alle Fossil- und Sedimentdaten ausgeschöpft sind und vor allem auch radiometrische Altersdaten fehlen. Der Versuch erscheint dennoch sinn- und reizvoll, soll er doch als Anregung zu einer weiteren intensiven Beschäftigung in diesem hochinteressanten Raum abzielen und zur erwünschten Kritik unserer heutigen Vorstellungen über das geologische Geschehen im Nahbereich der Periadriatischen Linie (Gailtallinie) beitragen.

Die Karbonablagerungen von Nötsch sind mit Ausnahme des Ostrandes allseitig tektonisch begrenzt. Je nach Stellenwert, der den Randstörungen beigemessen wird, kann die Karbonentwicklung isoliert oder im Zusammenhang mit seinem Rahmen gesehen werden. Vom Sedimenttypus, der geringen Deformation und geringen Metamorphose her gesehen (nach frdl. Mitt. von Doz. Dr. J. M. SCHRAMM, Univ. Salzburg, liegt die thermische Beeinflussung des Karbons im Grenzgebiet von der Anchi- zur Epizone, die Gröden Formation und das Anis am Dobratsch liegen hingegen in der Anchizone, d. h. sie sind geringer metamorph), des Fehlens von Hinweisen auf größere Horizontal- und Lateralt Transporte, der Rückführbarkeit einzelner Abschiebungsflächen, der Kenntnis der näheren und weiteren Umgebung sowie aufgrund von Analogieschlüssen glauben wir an eine relative Ortsgebundenheit und Autochthonie, somit an eine relative Persistenz der erhaltenen Karbonsedimente im Verhältnis zu ihrer Umgebung – freilich in Abhängigkeit vom Untergrund und dem Rahmen.

Das älteste gesicherte Datum im hier betrachteten Gebiet findet sich in den Kalkdolomiten des Quarzphyllit-Komplexes bei P. 719 im Nötschbachgraben. Vom Autor wurden daraus 1973 a,b und 1979 Conodonten der Silur/Devon-Grenze oder – wahrscheinlicher – des älteren Unterdevons bekanntgemacht. Die begleitenden Schwarzschiefer sprechen in Analogie mit gesichertem, fossilführenden Altpaläozoikum für ein silurisches Alter. Dazu passen ebenfalls Grünschiefer und die im Kerschdorfer Graben verbreiteten Quarzite, die vielleicht eine Vertretung von jüngerem Ordoviz anzeigen.

Wenn die Vermutung von T. TEICH (1982a) zutrifft, der die Augengneise am Südrand der Quarzphyllitzone als metamorphe Quarzporphyre deutet, bietet sich zuerst ein Vergleich mit dem jungordovizischen Blassen-

eck-Porphyr in der Grauwackenzone bzw. dem altersgleichen Comelico-Porphyr der Südalpen an.

Durch die transgressive Auflage von Perm ist das variszische Metamorphosealter in der Quarzphyllitzone erwiesen. Diese Metamorphose ist u. E. aber auch verantwortlich für die Prägung des altkristallinen Anteils im Granitzug von Nötsch. Von diesem mesometamorphen Kristallin liegen bei Nötsch heute allerdings nur mehr kleine Reste vor. Im westlichen Gail- und Lesachtal sowie in den Karawanken entspricht ihm der breite Nordteil des Gailtalkristallins (H. HERITSCH & P. PAULITSCH, 1958, H. HEINISCH et al., 1984) bzw. Teile des Eisenkappeler Altkristallins (C. EXNER, 1972). Die heutige enge Nachbarschaft beider Kristallinkomplexe und die zu einer dünnen Lamelle reduzierte Form ist auf alpidische Tektonik zurückzuführen.

Der Granit von Nötsch ist in variszischer Zeit in das bereits metamorphe Dach eingedrungen. Bei Gleichsetzung des Granits von Nötsch mit jenem von Eisenkappel stellt sich die Frage nach dem Intrusionsalter. Aus Eisenkappel liegen daraus spätpermische Abkühlalter zwischen 244 ± 9 und 216 ± 9 Mio. Jahren vor (H. J. LIPOLT & R. PIDGEON, 1974; R. A. CLIFF et al., 1975; S. SCHARBERT, 1975).

Auf der anderen Seite treten in der Geröllgemeinschaft des Nötscher Oberkarbons (Namur und Westfal) bereits mittel- und grobkörnige Ortho-Augengneise, feinkörnige und mittelkörnige Granat-Biotit-Paragneise, Glimmerschiefer, Granatamphibolite, Quarzite, Phyllit, Marmore und nichtmetamorphe Kalke auf, die aus dem Einzugsgebiet des Karbons stammen. Im Orogenzyklus stellen diese Karbonablagerungen typische Bildungen des Molasse-Stadiums dar. Die Metamorphose der Unterlage wie der benachbarten Räume ließe sich dementsprechend als früh-variszisch ansehen, wobei offen bleibt, ob sie im ausgehenden Devon oder im älteren Unterkarbon stattfand. Der Granit von Nötsch kommt somit als Geröll-Lieferant anscheinend nicht in Frage.

Die Unterlage des Karbons von Nötsch besteht wahrscheinlich aus mesometamorphem Kristallin. Wir schließen dies, abgesehen von der Geröllgesellschaft der Molasse, aus genetischen Überlegungen zur Badstub-Brekzie. Dieses Gestein, dem Chemismus nach meta-tholeiitisch zusammengesetzt, ist ein Sedimentgestein und keine Eruptivbrekzie. Für die Vulkanitnatur konnten zumindest bisher keine positiven Belege erbracht werden.

Die Anlage des Molassetroges erfolgte längs Bruchzonen, die dem stofflichen Streichen im Altkristallin parallel liefen. Während der Sedimentation wechselten Phasen relativer Ruhe mit Phasen verstärkter tektonischer Aktivitäten und Wiederbelebung älter angelegter Bruchzonen innerhalb des Kristallins. Dies gilt besonders für die Bildungszeit der Badstub-Brekzie, als ein mächtiger Amphibolitkörper aus dem Untergrund eine Hochzone formte und Schutt von Grob- und Feinmaterial lieferte. Eine Bindung an intrakarbene Bruchlinien scheint uns für die Genese dieses Gesteins nach dem derzeitigen Kenntnisstand am wahrscheinlichsten. Ferntransport ist aufgrund der Geröll- und Sedimentmerkmale hingegen auszuschließen.

Gegen Ende des Oberkarbons erlahmte die Absenkung des Untergrundes, der anschließend gefaltet wurde. Erneute Sedimentanlieferung fand nach dem Bozener Quarzporphyreereignis statt, in der westlichen Fortsetzung in der Umgebung von Kötschach allerdings

schon früher. In dieser Zeit, also postorogen, muß wohl auch die Intrusion des Nötscher Granits erfolgt sein, falls die Parallelisierung mit dem Karawankengranit richtig ist und dessen Alterswerte verlässlich sind. Die Perm-Transgression erfolgte über verschieden alte und verschieden metamorphe Einheiten des präalpidischen Grundgebirges, nicht jedoch über dem heute sichtbaren Anteil des Nötscher Granitzuges.

Die heutige nordvergente Tektonik ist jungen kompressiven Ereignissen zuzuschreiben. Diese liefen mindestens zweiphasig ab (O. SCHULZ, 1984). Das gesamte Gebiet erfuhr dabei eine Raumverkürzung in N-S-Richtung infolge Faltung, Schuppung und Bruchtektonik, insbesondere aber das Altkristallin. Jünger sind Linksseitenverschiebungen im Wirkungsbereich der Periadriatischen Linie, die die Nordgrenze des Karbons betrafen, in der weiteren Umgebung aber auch längs anderer Ost-West gerichteter und spitz auf die Periadriatische Linie zulaufender Störungssysteme mit der gleichen Tendenz auftraten. Beispiele sind die Kak- und Kreuzen-Störung im Drauzug, die auch das Gailtalkristallin betrafen, Störungszonen mit angenommener Seitenverschiebung im Lesachtalkristallin, die Markinkele Linie, die Kalkstein-Vallarga-Linie und die Defreggen-Anterselva-Valles-Linie (F. P. SASSI et al., 1974; BORSI et al., 1978; H. HEINISCH & K. SCHMIDT, 1984). Die bisher allein der Periadriatischen Linie beigemessene Bedeutung wird dadurch räumlich aufgeteilt in differentielle Schollenverschiebungen in dem an die Hauptstörung angrenzenden Gebiet. Dem jüngsten strukturprägenden Ereignis sind die NNE-Verwerfer zuzuordnen.

Dank

Eine Reihe von Personen und Institutionen war maßgeblich am Zustandekommen der neuen Karte beteiligt. Die Herren Prof. Dr. C. EXNER, Wien, Dr. E. STREHL, Kiel, Doz. Dr. D. v. HUSEN, Wien und Dr. A. WARCH, Spittal a. d. Drau, überließen großzügigerweise unveröffentlichte Geländeaufnahmen über den Granitzug von Nötsch, von der Südseite des Dobratsch und aus dem Quartär bzw. gaben wertvolle fachliche Hinweise. Die Güterweggenossenschaft Wertschach erlaubte die Befahrung der Forststraßen. Die Firma Diabas-Hartsteinwerk (Frau I. FERCHER) in Kreuth sowie die Firma HUMANIC in Graz ermöglichten durch Druckbeihilfen die Herausgabe der Buntkarte. Viele Fachkollegen aus dem In- und Ausland (Dr. J. SCHRAMM, Salzburg, Prof. Dr. G. HAHN, Marburg, Prof. Dr. J. KULLMANN, Tübingen, Dr. H. W. J. VAN AMEROM, Heerlen, Dr. E. YOCHELSON, Washington, Dr. R. SIEBER, Wien) erklärten sich spontan bereit, an der Revision der umfangreichen Fauna und Flora oder an anderen Fragestellungen aus dem Karbon von Nötsch mitzuarbeiten. Ihre Ergebnisse werden nach Abschluß der Untersuchungen in nächster Zeit in dieser Zeitschrift erscheinen. Allen Genannten sei für ihre Mitarbeit herzlicher Dank ausgesprochen.

Mit größtem Verständnis unterstützte die Direktion der Geologischen Bundesanstalt die Neuaufnahme des Karbons und seines Rahmens sowie die Herausgabe der neuen Buntkarte. Die Ausführung erfolgte in bewährter Weise durch die Zeichenabteilung des Hauses; Frau M. LEDOLTER sei dafür an vorderster Stelle gedankt.

Literatur

- AIGNER, G.: Die Brachiopoden des Karbons von Nötsch im Gailtal. 1. Teil. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **66**, 9–42, Graz 1929.
- AIGNER, G.: Die Brachiopoden des Karbons von Nötsch im Gailtal. 2. Teil. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **68**, 3–15, Graz 1931.
- AIGNER, G. & HERITSCH, F.: Cephalopoden aus dem Unterkarbon von Nötsch. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **66**, 43–50, Graz 1929.
- AIGNER, G. HERITSCH, F.: Das Genus *Isogramma* im Karbon der Südalpen. — Denkschr. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **102**, 303–316, Wien 1931.
- AMEROM, H. W. J. VAN & SCHÖNLAUB, H. P.: Pflanzen aus dem Karbon von Nötsch. — Jb. Geol. B.-A., **128**, Wien 1985 (in Vorbereitung).
- ANDERLE, N.: Zur Schichtfolge und Tektonik des Dobratsch und seine Beziehungen zur alpin-dinarischen Grenzzone. — Jb. Geol. B.-A., **94**, 195–236, Wien 1950.
- ANDERLE, N.: Geologische Karte der Republik Österreich, 1 : 50.000, Blatt 200, Arnoldstein. — Geol. B.-A., Wien 1977.
- ANGEL, F.: Diabase und deren Abkömmlinge in den österreichischen Ostalpen. — Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark, **69**, 5–24, Graz 1932.
- BAUER, F. K.: Das Permomesozoikum des Drauzuges. In: Der Geologische Aufbau Österreichs (R. OBERHAUSER, Red.), 413–422. — Wien — New York (Springer Verl.) 1980.
- BELKA, Z.: Upper Visean conodonts from Orlej in the Cracow Upland: stratigraphical and paleothermal implications. — Acta geologica Polonica, **32**, 57–67, Warschau 1982.
- BLESS, M. J. M., BOUCKAERT, J., BOUZET, Ph., CONIL, R., CORNET, P., FAIRON-DEMARET, M., GROESSENS, E., LONGERSTAEY, P. J., MEESSEN, J. P. M. Th., PAROTH, E., PIRLET, H., STREEL, M., AMEROM, H. W. J. VAN & WOLF, M.: Dinantian rocks in the subsurface North of the Brabant and Ardenno-Rhenish massifs in Belgium, the Netherlands and the Federal Republic of Germany. — Meded. Rijks Geol. Dienst, N. S. **27**, 81–195, Maastricht 1976.
- BORSI, S., DEL MORO, A., SASSI, F. P., ZANFERRARI, A. & ZIRPOLI, G.: New geopetrologic and radiometric data on the alpine history of the Austric continental margin south of the Tauern Window (Eastern Alps). — Mem. Istit. Geol. Min. Univ. Padova, **32**, 16 S., Padova 1978.
- BOUROZ, A., EINOR, O. L., GORDON, M., MEYEN, S. V. & WAGNER, R. H.: Proposals for an International Chronostratigraphic Classification of the Carboniferous. — Compte rendu 8^e Congrès Carbonifère, Moskva 1975, 1: General Problems of the Carboniferous Stratigraphy, 36–69. — Nauka, Moskau 1978.
- BUCH, L. v.: Über die Karnischen Alpen. — Leonhards Miner. Taschenbuch, **18**, 2. Abt., 396–437, Frankfurt a. Main 1824.
- BUCHROITHNER, M. F.: Die Conodontenchronologie im Karbon der Pyrenäen. — Mitt. Österr. Geol. Ges., **70**, 1977, 75–118, Wien 1979.
- CLIFF, R. A., HOLZER, H. F. & REX, D.: The Age of the Eisenkappel Granite, Carinthia and the History of the Periadriatic Lineament. — Verh. Geol. B.-A., **1974**, 347–350, Wien 1975.
- COLINS, E. & NACHTMANN, W.: Die permotriadische Schichtfolge der Villacher Alpe (Dobratsch), Kärnten. — Geol. Paläont. Mitt. Univ. Innsbruck, **4**, 1–43, Innsbruck 1974.
- COLINS, E. & NACHTMANN, W.: Geologische Karte der Villacher Alpe (Dobratsch), Kärnten. — Mitt. Ges. Geol.- u. Bergbaustud. Österreichs, **25**, 1–10, Wien 1978.
- EBNER, F.: Die Gliederung des Karbons von Graz mit Conodonten. — Jb. Geol. B.-A., **120**, 449–493, Wien 1977.
- EXNER, C.: Geologie der Karawankenplutone östlich Eisenkappel, Kärnten. — Mitt. Geol. Ges. Wien, **64** (1971), 1–108, Wien 1972.
- EXNER, C.: Die geologische Position der Magmatite des periadriatischen Lineaments. — Verh. Geol. B.-A., **1976**, 3–64, Wien 1976.
- EXNER, C.: Zur Petrographie von Gneisgeröllen im Karbon von Nötsch (Kärnten). — Jb. Geol. B.-A., **126**, 215–217, Wien 1983.
- EXNER, C.: Petrographie und Tektonik des Granitzuges von Nötsch (Kärnten). — Jb. Geol. B.-A., **127**, 557–570, Wien 1984.
- FELSER, K. O.: Vorbericht über die Neuaufnahme des Unterkarbons von Nötsch, Gailtal. — Anz. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **1935**, 203–204, Wien 1935.
- FELSER, K. O.: Die Badstub-Breccie der Karbonscholle von Nötsch im Gailtal (Kärnten). — Zentralbl. Mineral. Geol. Paläont., B. **8**, 305–308, Stuttgart 1936.

- FELSER, K. O.: Die NO-Verwerfer der Karbonscholle von Nötsch (Gailtal). — *Carinthia* II, **128**, 54–61, Klagenfurt 1938.
- FLÜGEL, H. W.: Das Paläozoikum in Österreich. — *Mitt. Geol. Ges. Wien*, **56** (1963), 401–443, Wien 1964.
- FLÜGEL, H. W.: Neue Beobachtungen im Unterkarbon von Nötsch (Kärnten). — *Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, **1965**, 35–37, Wien 1965.
- FLÜGEL, H. W.: Fortschritte in der Stratigraphie des ostalpinen Paläozoikums (1964–1969). 5. Das Karbon von Nötsch. — *Zbl. Geol. Paläontol.*, I, **1970/4**, 668–669, Stuttgart 1970.
- FLÜGEL, H. W.: Revision der von F. HERITSCH 1918, 1934 und A. KUNTSCHNIG 1926 aus dem Unterkarbon von Nötsch (Nötschgraben-Gruppe) beschriebenen Rugosa. — *Anz. Österr. Akad. wiss., math.-naturw. Kl.*, **1972**, 43–50, Wien 1972 (1972a).
- FLÜGEL, H. W.: Das Karbon von Nötsch. — *Exk.Führer Tagung Paläontol. Ges. (Hrsg. H. W. FLÜGEL)*, 9–17. — Graz 1972 (1972b).
- FLÜGEL, H. W.: Paläogeographie und Tektonik des alpinen Variszikums. — *N. Jb. Geol. Paläont. Mh.*, **1977**, 659–674, Stuttgart 1977.
- FLÜGEL, H. W.: Alpines Paläozoikum und alpidische Tektonik. — *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **71/72**, 25–36, Wien 1980.
- FLÜGEL, H. W. & KODSI, M. G.: Lithofaziale Untersuchungen im Karbon von Nötsch (Kärnten). — *Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, **1968**, 1–5, Wien 1968.
- FLÜGEL, H. W. & KODSI, M. G.: Das Karbon von Nötsch im Gailtal (Kärnten). In: *Exkursion V, Karbon und Perm der Ostalpen in Österreich (Kärnten), Italien und Jugoslawien: marines Unterkarbon (Visé), limnisches und marines Oberkarbon, marines Perm*, 6–11. — 7. Intern. Kongr. für Stratigraphie und Geologie des Karbons, Krefeld 1971.
- FRECH, F.: Die Karnischen Alpen. — 514 S., Halle (Max Niemeyer) 1894.
- FRIEDRICH, O. M.: Die Kärntner Erzlagerstätten. I. Teil: Quecksilberlagerstätten. — *Carinthia* II, **145/65**, 25–38, Klagenfurt 1955.
- GEYER, G.: Zur Tektonik des Bleiberger Tales in Kärnten. — *Verh. Geol. R.-A.*, **1901**, 338–359, Wien 1901.
- GROESSENS, E.: Distribution de conodontes dans le Dinantien de la Belgique. — *Belgian Geol. Surv. Intern. Symp. on Belgian Micropaleontological Limits*, Namur 1974, Publ. No. **17**, 1–193, Brüssel 1977.
- HAHN, G. & R.: Trilobiten aus dem Unter-Karbon (Dinantium) von Nötsch (Österreich). — *Geologica et Palaeontologica*, **7**, 135–146, Marburg 1973.
- HEINISCH, H. & SCHMIDT, K.: Zur Geologie des Thurmtaler Quarzphyllits und des Altkristallins südlich des Tauernfensters (Ostalpen, Südtirol). — *Geol. Rdsch.*, **73**, 113–129, Stuttgart 1984.
- HEINISCH, H., SCHMIDT, K. & SCHUH, H.: Zur geologischen Geschichte des Gailtalkristallins im unteren Lesachtal westlich von Kötschach-Mauthen (Kärnten, Österreich). — *Jb. Geol. B.-A.*, **126/4** (1983), 477–486, Wien 1984.
- HEINZ, H. & MAURITSCH, H. J.: Paläomagnetische Untersuchungen an der „Periadriatischen Naht“. — *Mitt. Österr. Geol. Ges.*, **71/72**, 269–274, Wien 1980.
- HERITSCH, F.: Fossilien aus dem Unterkarbon von Nötsch. — *Carinthia* II, **108/28**, 39–49, Klagenfurt 1918.
- HERITSCH, F.: Trilobitenreste aus dem Unterkarbon von Nötsch. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **66**, 51–54, Graz 1929.
- HERITSCH, F.: Rugose Korallen aus dem Unterkarbon von Nötsch im Gailtal (Kärnten). — *N. Jb. Miner., Geol., Paläont., Beil. Bd.* **71** (1933), Abt. B, 139–164, Stuttgart 1934.
- HERITSCH, F.: Das Paläozoikum. In: *Die Stratigraphie der geologischen Formationen der Ostalpen*, Bd. I. — 681 S., Berlin (Verl. Borntraeger) 1943.
- HERITSCH, H. & PAULITSCH, P.: Erläuterungen zur Karte des Kristallins zwischen Birnbaum und Pressegger See, Gailtal. — *Jb. Geol. B.-A.*, **101**, 191–200, Wien 1958.
- HIGGINS, A. C.: Conodont zonation of the Lower Carboniferous of Spain and Portugal. — *Belgian Geol. Survey Intern. Symp. on Belgian Micropaleontological Limits*, Namur 1974, Publ. No. **4**, 1–17, Brüssel 1974.
- HIGGINS, A. C.: Conodont zonation of the late Visean — early Westphalian strata of the south and central Pennines of northern England. — *Bull. Geol. Survey Great Britain*, **53**, 1–90, London 1975.
- HIGGINS, A. C.: The distribution of conodonts in relation to the palaeogeography of late Visean–Namurian time. — In: *Microfossils from recent and fossil shelf seas* (Eds. Neale & Brasier), 37–51, Chichester (E. Horwood) 1981.
- HIGGINS, A. C.: A Mid-Carboniferous boundary in the Western Europe conodont sequence. In: *Biostratigraphic data for a Mid-Carboniferous boundary* (eds. W. H. C. RAMSBOTTOM, W. B. SAUNDERS & B. OWEN). — *Subcomm. Carbon. Stratigr.*, 13–14, Leeds 1982.
- HIGGINS, A. C. & BOUCKAERT, J.: Conodont stratigraphy and paleontology of the Namurian of Belgium. — *Mém. Expl. Cartes Géol. et Miner. Belgique*, **10**, 1–64, Brüssel 1968.
- HIGGINS, A. C., WAGNER-GENTIS, C. H. T. & WAGNER, R. H.: Basal Carboniferous strata in part of Northern Léon, NW Spain: Stratigraphy, Conodont and Goniatile Faunas. — *Bull. Soc. Belg. Géol. Paléont. Hydrol.*, **72**, 205–248, Brüssel 1964.
- HIGGINS, A. C. & WAGNER-GENTIS, C. H. T.: Conodonts, goniati-tes and biostratigraphy of the earlier Carboniferous from the Cantabrian Mountains, Spain. — *Palaeontology*, **25**, 313–350, London 1982.
- HOLLER, H.: Die Tektonik der Bleiberger Lagerstätte. — *Carinthia* II, Sdh. **7**, 1–82, Klagenfurt 1936.
- HOLLER, H.: Eine Monographie des Bleiberger Bruches. — *Carinthia* II, Sdh. **32**, 1–92, Klagenfurt 1974.
- HOLLER, H.: Gedanken zum Bau des Dobratsch in den östlichen Gailtaler Alpen. — *Carinthia* II, **166/86**, 43–55, Klagenfurt 1976.
- HOLLER, H.: Geologisch-tektonische Aufnahmen westlich der Bleiberger Lagerstätte (1947–1955). — *Carinthia* II, Sdh. **33**, 1–97, Klagenfurt 1977.
- HUSEN, D. VAN: Zur Ausbildung und Stellung der Würmzeitlichen Sedimente im unteren Gailtal. — *Ztschr. Gletscherkunde u. Glazialgeologie*, **16**, 85–97, Innsbruck 1980.
- KIESLINGER, F.: Die nutzbaren Gesteine Kärntens. — *Carinthia* II, Sdh. **17**, 384 S., Klagenfurt 1956.
- KODSI, M. G.: Die Lithofazies des Karbons von Nötsch (Gailtal, Kärnten). — Unveröffentl. Diss. Geol. Inst. Univ. Graz, 58–102, Graz 1967.
- KODSI, M. G. & FLÜGEL, H. W.: Lithofazies und Gliederung des Karbons von Nötsch. — *Carinthia* II, **160/80**, 7–17, Klagenfurt 1970.
- KONINCK, L. G. de: Recherches sur les Animaux; 2.: Monographie des fossiles Carbonifère de Bleiberg en Carinthie. — 116 S., Brüssel — Bonn 1873.
- KUNTSCHNIG, A.: Ein neuer Korallenfund aus dem Unterkarbon von Nötsch. — *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark*, **62**, 1–9, Graz 1926.
- LIPPOLT, H. J. & PIDGEON, R.: Isotopic Mineral Ages of a Diorite from the Eisenkappel Intrusion, Austria. — *Ztschr. Naturforsch.*, **29**, 966–968, Tübingen 1974.
- MEISCHNER, D.: Conodonten-Chronologie des Deutschen Karbons. — *C. R. 6^e Congr. Intern. Strat. Geol. Carbonif.* Sheffield 1967, 1169–1180, Sheffield 1971.
- METZ, K.: Zur Frage der voralpidischen Bauelemente in den Alpen. — *Geol. Rdsch.*, **40**, 261–275, Stuttgart 1952.
- METZ, K.: Das ostalpine Kristallin im Bauplan der östlichen Zentralalpen. — *Sitz.Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl.*, Abt. I, **174**, 229–278, Wien 1965.
- NEMIROVSKAYA, T. I.: Conodonts near the Boundary between Lower and Middle Carboniferous of Donetz Basin. — In: *Biostratigraphic data for a Mid-Carboniferous boundary*, 15–18. — *Subcomm. Carboniferous Stratigraphy* (eds. W. H. C. RAMSBOTTOM, W. B. SAUNDERS & B. OWENS), Leeds 1982.
- NIEDERMAYR, G.: Kupfer-Vererzungen in der Permotrias der Gailtaler Alpen. — *Der Karinthin*, **86**, 332–337, Salzburg 1982.

- PETERS, K.: Die Umgebung von Deutsch-Bleiberg in Kärnten. — Jb. Geol. R.-A., **7**, 67–89, Wien 1856.
- PIA, J.: Über einen merkwürdigen Landpflanzenrest aus den Nötscher Schichten. — Sitz.Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **133**, 543–558, Wien 1924.
- PILGER, A. & SCHÖNENBERG, R.: Der erste Fund mitteltriadischer Tuffe in den Gailtaler Alpen (Kärnten). — Ztschr. Dt. Geol. Ges., **110**, 205–215, Stuttgart 1958.
- RATHORE, J. S., HEINZ, H. & MAURITSCH, H.: Erste Untersuchungen der magnetischen Suszeptibilitätsanisotropie im Bereich der Gaillinie (Naßfeldpaß bis Nötsch). — Anz. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., **114/1977**, 90–93, Wien 1977.
- RATHORE, J. S. & HEINZ, H.: The Application of Magnetic Susceptibility Anisotropy Analyses to the Study of Tectonic Events on the Periadriatic Line. — Mitt. Österr. Geol. Ges., **71/72**, 275–290, Wien 1980.
- SASSI, F. P., ZANFERRARI, A., ZIRPOLI, G., BORSI, S. & DEL MORO, A.: The Austrides to the south of the Tauern Window and the periadriatic lineament between Mules and Mauthen. — N. Jb. Geol. Paläont. Mh., **1974**, 421–434, Stuttgart 1974.
- SCHARBERT, S.: Radiometrische Altersdaten von Intrusivgesteinen im Raum Eisenkappel (Karawanken, Kärnten). — Verh. Geol. B.-A., **1975**, 301–304, Wien 1975.
- SCHÖNENBERG, R.: Das variszische Orogen im Raume der Südost-Alpen. — Geotekton. Forsch., **35**, 1–22, Stuttgart 1970.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Zur Kenntnis des Nord–Süd-Profiles im Nötschgraben westlich Villach. — Verh. Geol. B.-A., **1973**, 359–365, Wien 1973a.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Vergleichsexkursion Westkarawanken. In: Arbeitstagung österreichischer Geologen, Völkermarkt, Kärnten, 34–36, Geol. B.-A., Wien 1973b.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Das Paläozoikum in Österreich. — Abh. Geol. B.-A., **33**, 124 S., Wien 1979.
- SCHÖNLAUB, H. P.: Karbon von Nötsch. In: Erläuterungen zu Blatt 200 Arnoldstein, 24–25, Geol. B.-A., Wien 1982.
- SCHRIEL, W.: Der tektonische Rahmen der Bleiberger Erzlagstätte in Kärnten. — N. Jb. Geol. Paläont. Abh., **93**, 145–176, Stuttgart 1951.
- SCHULZ, O.: Kritische Bemerkungen zum tektonischen Bau der Villacher Alpe (Dobratch). — Verh. Geol. B.-A., **1982**, 85–94, Wien 1982.
- SCHULZ, O.: Tektonische Gefügeanalyse des Rahmens der Bleiberger Lagerstätte (Östliche Gailtaler Alpen, Kärnten, Österreich). — Jb. Geol. B.-A., **126**, 369–416, Wien 1984.
- SEDGWICK, A. & MURCHISON, R. I.: A sketch of the structure of the Eastern Alps. — Geol. Transactions, Sec. Ser., **3**, 301–420, London 1831.
- SIEBER, R.: Zur Paläoökologie der unterkarbonischen Bivalvenfauna von Nötsch (S Bleiberg) in Kärnten. — Ann. Naturhist. Mus. Wien, **76**, 491–498, Wien 1972.
- STREHL, E.: Zur Geologie der Südseite des Dobratsch (Villacher Alpe) in den östlichen Gailtaler Alpen, Kärnten. — Carinthia II, **168/88**, 135–142, Klagenfurt 1978.
- STREHL, E.: Zur Geologie der Südwestseite des Dobratsch (Villacher Alpe), Kärnten. — Carinthia II, **169/89**, 65–59, Klagenfurt 1979.
- STUDER, B.: Über die Gebirgsverhältnisse am südöstlichen Rande der Alpenkette. — Taschenb. Miner., **23**, 730–778, Heidelberg 1829.
- STUR, D.: Geologie der Steiermark. — 654 S., Geogn.-mont. Verein Steiermark, Graz 1871.
- SUESS, E.: Über die Äquivalente des Rothliegenden in den Alpen. — Sitz.Ber. Österr. Akad. Wiss. Wien, math.-naturw. Kl., Abt. I, **57**, 230–277, Wien 1868.
- TEICH, T.: Zur Petrologie der Augengneise bei Nötsch in Kärnten. — Carinthia II, **172/92**, 77–90, Klagenfurt 1982a.
- TEICH, T.: Zum Chemismus der Badstubbekrie im Unterkarbon von Nötsch in Kärnten. — Carinthia II, **172/92**, 91–96, Klagenfurt 1982b.
- TENCHOV, Y.: Die paläozoische Megafauna von Österreich. — Verh. Geol. B.-A., **1980**, 161–174, Wien 1980.
- TESSENHORN, F.: Einige neue Beobachtungen im Karbon von Nötsch, Kärnten. — Carinthia II, **162/82**, 143–147, Klagenfurt 1972.
- WAGNER, R. H., HIGGINS, A. C. & MEYEN, S. V.: The Carboniferous of the U.S.S.R. — Yorkshire Geol. Society Occ. Publ. No. **4**, 22 S., Northallerton 1979.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 25. November 1984.