

# Weitere triassische Tuffe und Tuffite in den zentralen Gailtaler Alpen

Von Adolf W a r c h

Dieser Beitrag schließt in mehrfacher Hinsicht an meine Mitteilungen in der Carinthia II 1964 und 1965 an und stellt damit eine notwendige Fortsetzung dar.

In der letzten Carinthia II konnte ich die ersten drei Tuffvorkommen für die zentralen Gailtaler Alpen beschreiben, wovon zwei sicher — wie dort dargelegt — im gleichen Horizont und zwar an der Grenze von Anis und Ladin liegen, wo man sie aus stratigraphischen Gründen wegen der seit 1961 bekannten Vorkommen am S-Hang der Villacher Alpe (Dobratsch) erwarten durfte. Für das dritte Vorkommen konnte aber das Alter nicht ebenso sicher ausgesprochen werden.

Erst im vergangenen Jahr fand ich im Gebiet der zentralen Gailtaler Alpen, begünstigt durch ausgebesserte und neu errichtete Forstaufschließungswege, eine Reihe von Tuffen oder tuffverdächtigen Stellen, deren Bedeutung vor allem darin liegt, daß sie nicht nur an der Grenze Anis-Ladin auftreten, sondern sich auch über die übrige karbonatische Trias verteilen. Sie befinden sich also auch in stratigraphischen Bereichen, für die in neueren Arbeiten über geologische Besonderheiten im Bergbauggebiet Bleiberg-Kreuth, wie die schwarze Breckzie im oberen Ladin (W. EPPENSTEINER 1965) und die sedimentäre Vererzung innerhalb des älteren Wettersteindolomits und der Carditaschichten (O. SCHÜTZ 1960), Vulkanismus vermutet wurde, ohne daß aber im selben Gebiet zugleich ein Beweis dafür in Form von Tuffen oder Tuffiten erbracht werden konnte.

Vor näherer Behandlung der neuen Tuff- und Tuffitvorkommen seien aber noch einige Ergänzungen zu den drei schon bekannten Tuffen der zentralen Gailtaler Alpen eingeschoben, die mittlerweile möglich geworden sind.

Die Tuffe im Steinbruch vom Kellerberg im Drautal und im Kofflergraben des Kreuzenbaches (Mögge) südlich von Feistritz/Drau befinden sich an der Basis von Partnachschichten. Diese Feststellung mußte sich zunächst allein auf lithologische Hinweise stützen, die ich durch Vergleiche an Ort und Stelle mit den Partnachschichten auf der Mussen (in den östlichen Lienzer Dolomiten) sammeln konnte, wo aber das ladinische Alter der Partnach-Plattenkalke und der hangende Mergel durch Einschlüsse von *Posidonia* cf. *wengensis* gesichert ist (W. SCHLAGER 1963). Dort sind auch Vulkanite in den Partnachkalcken eingelagert, die aber anders aussehen als die meisten Tuffe oder Tuffite im Gebiet der zentralen Gailtaler Alpen. Die frischen Stücke der Vulkanite auf der Mussen sind grau, splittrig und schwer. Die fein-

körnigen Stücke sind auch hornsteinartig und hart. Die Tuffe der zentralen Gailtaler Alpen erscheinen aber überwiegend hellbraun, im verwitterten Zustand weißlichgelb, selten bei etwas verfestigten Lagen im Kern grünlich und so feinkörnig, daß mit freiem Auge keine Komponenten zu erkennen sind. Die Festigkeit ist bei den dünnlagigen Vorkommen sehr gering, so daß neben feinschieferigen Lagen der erdigmürbe Anteil weitaus überwiegt.

Seit einiger Zeit gibt es auch vom Steinbruch am Kellerberg, also aus unmittelbarer Nähe eines in der letzten Carinthia II behandelten Tuffs eine Zeitmarke in Form eines Sauriers von der Gattung *Pachypleurosaurus*. Wenn auch mein Fund nicht vollständig ist, so gibt es nach der Bestimmung von Herrn Univ.-Prof. Dr. H. ZAPFE über die Zugehörigkeit zu der genannten Gattung keinen Zweifel mehr. Eine artliche Bestimmung ist aber auch an den zahlreichen Pachypleurosauriern von Monte San Giorgia in den Luganer Alpen derzeit nicht möglich, obgleich die Schweizer Forscher zwei Arten vermuten. Nach den bisherigen Erfahrungen gehört *Pachypleurosaurus* in das untere Ladin. Eine gründliche Bearbeitung mit einer Abbildung dieses Fundes wird noch durch Herrn Univ.-Prof. Dr. H. ZAPFE an anderer Stelle erfolgen. Für die bisherige Mühe danke ich ihm sehr.

Somit ist die zeitliche Einstufung der Tuffe im Steinbruch vom Kellerberg und im Kofflergraben (Mögge) auch fossil belegt, was aber für das dritte Tuffvorkommen am Spitznock NE bei 1035 m mit einem ungewöhnlichen Schwund der beiden Stufen Anis und Ladin noch immer nicht in derselben Klarheit vorliegt. Aber die Gleichartigkeit des Vorkommens besonders beim Vergleich mit dem Tuff im Kofflergraben, aber auch mit zwei weiteren neuen Fundstellen an der Grenze von Anis und Ladin am N-Hang des Spitznocks, die ich erst später genauer behandeln werde, ist ein überzeugender Hinweis für dasselbe Alter. Alle genannten Vorkommen bestehen aus jeweils zwei Zentimeterlagen, die durch geringmächtige Plattenkalke getrennt sind. Außerdem sind diese stratigraphisch tiefen Tuffe von dunkelbraunem, stark bituminösem, gut geschichtetem und häufig etwas verkieseltem Dolomit begleitet, der auch noch schwarze, stark kohlige und bituminöse Schieferlagen enthält. Nur der Hornstein scheint am Spitznock NE 1035 m nicht ausgebildet zu sein, der aber bei den Tuffen an der Basis der Partnachschichten im Kofflergraben und am N-Hang des Spitznocks innerhalb des auffällig dunklen Horizontes liegt.

Beindet sich nun der Tuff am Spitznock NE tatsächlich an der Grenze von Anis und Ladin, so könnte er selbst wieder als wertvolle Zeitmarke innerhalb des schon in der Carinthia II 1965 geschilderten, stark geschwundenen stratigraphischen Bereiches von Anis und Ladin dienen, zumal hier auf Grund der örtlichen Verhältnisse und der allgemein großen Fossilarmut in den zentralen Gailtaler Alpen Fossilfunde (Makrofossilien) nicht zu erwarten sind. Der Tuff liegt etwas über dem

unteren Drittel der ziemlich gleichartig aussehenden Schichtfolge von Plattenkalken und -dolomiten, die mit knapp 100 m Mächtigkeit die beiden Stufen Anis und Ladin umfassen. Der Tuff würde also mit seiner Position anzeigen, daß die beiden Stufen ungefähr gleichmäßig abgenommen haben, was auch für eine lang anhaltende fazielle Abweichung sprechen würde, die ich schon in der Carinthia II 1965 infolge Mangels an deutlichen Hinweisen für Zerrungs- oder Einengungstektonik angenommen habe.

Nun aber die nähere Behandlung der neu aufgefundenen Tuffe oder Tuffite von Ost nach West! — Schon im Kofflergraben (Mögge) konnte ich noch 115 m weiter im Graben, also südlich vom liegenden schon bekannten Tuff, rund 6 m über dem Weg in einer Rechtskurve noch immer innerhalb der hier ungewöhnlich mächtigen Partnachplattenkalken eine wieder nur zentimeterbreite, stark verquetschte hellbraune bis weißlichgelbe, reichlich karbonatische Tufflage finden. Hier liegt also die bemerkenswerte Tatsache vor, daß in einer erdgeschichtlich verhältnismäßig kurzen Zeit der Vulkanismus dreimal Spuren zurückgelassen hat; zuerst an der Basis der Partnachplattenkalken mit zwei zentimetermächtigen Tufflagen, die durch rund 10 cm Plattenkalk getrennt sind, dann aber noch einmal etwa 80 m wahrer Mächtigkeit höher im gleichen Horizont. Die beiden tieferen Tufflagen sind liegend im Abstand einiger Meter auch noch von Hornstein mit dem charakteristisch dunklen Dolomit und Schiefer begleitet. Rollstücke vom Hornstein liegen ungefähr 25 m vor dem Tuff am Weg mit einem Geleise, das zu einem Plattenkalk-Mergelbruch führt (er lieferte für die ehemalige Zementfabrik in Mögge das Rohmaterial). An dieser Stelle zieht eine Rinne nach oben, die zeitweise Wasser führt. Bei 15 m über dem Weg ist der Hornstein-Dolomit rund zwei Meter breit aufgeschlossen und streicht nach unten in verwachsenes Gelände, so daß er am Weg selbst nicht zu sehen ist. Der Hornstein hat aber durch eine im Jahre 1965 von B. MARKOVIĆ veröffentlichte Arbeit über Hornsteinbildung in den Südalpen eine besondere Bedeutung angenommen. B. MARKOVIĆ erklärt die Entwicklung der Diabas-Hornstein-Formation der inneren Dinariden als Folge einer starken geosynklinalen Senkung mit submarinem Vulkanismus.

Der geäußerte direkte Zusammenhang von Vulkanismus und Hornstein wie auch die unmittelbare Nachbarschaft des Tuffes und Hornsteins im Kofflergraben veranlaßten mich, die mir schon längere Zeit bekannten Hornsteinvorkommen am N-Hang des Spitznocks wieder aufzusuchen, um auch dort nach Tuffen zu sehen. Begünstigt durch die oben erwähnte Übereinstimmung der Lagerungsverhältnisse von Tuffen und Hornstein gelang auch hier die Auffindung der Tuffe rasch.

Zum ersten Tuff-Hornsteinvorkommen am N-Hang des Spitznocks kommt man auf dem Forstaufschließungsweg, den ich schon in der Carinthia II 1965 zur Erreichung des Tuffes am Spitznock NE bei

1035 m beschrieben habe (ungefähr 12 km von Nickelsdorf/Drautal durch das Stockenboier Tal bis zur Brücke vor dem Gasthof Ladstätter, 35 m vor der Brücke die Abzweigung des Forstaufschließungsweges nach ESE). 95 m nach der Abzweigung des Forstaufschließungsweges von der Stockenboier Landesstraße gelangt man zu den dunklen Schichten mit Hornsteinlagen.

Bei 245 m von der Abzweigung ungefähr  $1\frac{1}{2}$  m über dem Weg befindet sich die erste Tufflage, nur 6 m weiter, ungefähr  $3\frac{1}{2}$  m über dem Weg, die zweite. Das Untersuchungsergebnis von einem Dünnschliff des letzten Fundpunktes ist folgend: „Feldspataggregat, enggepackt, mehr oder minder zersetzte Plagioklaskörner, Tonminerale als Zwischenmittel und Zersetzungsprodukte der Plagioklase, größere Quarzkörner in Plagioklas verteilt, Körner aus Opakaggregaten und Leukoxen mit Limonitisierung, also Sandtuff-Tuffit.“

Um zum nächsten Tuff-Hornsteinvorkommen auf dem Weg zum Pfanntal im gleichen Horizont (Grenze Anis-Ladin) zu gelangen, geht man 50 m über den Gasthof Ladstätter hinaus zur links von der Stockenboier Landesstraße befindlichen Brücke über den Weißenbach, wo der Wegweiser für Gasseralm-Bauerboden mit grünroter Markierung steht. Von der Brücke steigt der Güterweg, der auch im Aufnahmeblatt 199/2 Nord, Stockenboi eingezeichnet ist, auf einer Strecke von 350 m in mehreren Kehren an, zieht aber dann ziemlich gleichmäßig SW nach oben zum Pfanntal. Nach 510 m ist hier der dunkelbraune bituminöse Dolomit zu sehen, wodurch sich wieder die Hornsteine und hangend die Tuffe ankündigen. Nach ungefähr 600 m und bei der Höhe von 960 m steht dann Hornstein an und nur wenige Meter weiter am Weg hangseitig fällt der erste hellbraune bis weißlichgelbe Tuff auf und knapp 5 m weiter liegt die zweite, gleich aussehende Tufflage.

Der Weg zum Pfanntal führt nach weiteren 370 m zum nächsten Tuff, der wieder hangseitig  $2\frac{1}{2}$  m über dem Weg 5–10 cm breit zwischen Plattenkalken eingelagert ist und wieder die hellbraune bis weißlichgelbe Farbe besitzt. Hier fehlen allerdings die sonst typischen dunklen Begleiter. Diese Stelle liegt 30 m vor dem wasserführenden Graben mit der Kote 972. Durch den nahen ersten Carditaschiefer, wovon schon nach 40 m am Weg hangseitig Schieferstücke liegen und bis 120 m stets zu sehen sind, darf dieser Tuff in das obere Ladin gestellt werden. Mit dieser zeitlichen Einordnung des Tuffes ist nun ein sicherer Nachweis innerhalb der Gailtaler Alpen für die vulkanische Entstehungsweise der schwarzen Brekzie von Bleiberg-Kreuth vorhanden, wie sie W. EPPENSTEINER 1965 auf Grund eingehender Untersuchungen dieses auffälligen Horizontes gefolgert hat. Die schwarze Brekzie ist ein wesentliches Merkmal der erzführenden Edlen Lager der obersten 50 m des hangenden Wettersteinkalkes und für die Bleiberger Fazies charakteristisch.

Zum Vergleich mit meinen Beobachtungen obertags an den Tuffen in den zentralen Gailtaler Alpen konnte ich eine Grubenbefahrung in Bleiberg-Kreuth durchführen, die ich den Herren Werksdirektor Dipl.-Ing. F. JEDLICKA und Chefgeologen Dr. L. KOSTELKA verdanke. Der Verbindungsstollen Kreuth-Rubland war für meine Absicht besonders günstig, denn er unterfährt den ganzen Erzberg mehr oder weniger quer zum Streichen, so daß er auch tiefere stratigraphische Bereiche der Trias aufschließt. Die übrigen Stollen bleiben begreiflicherweise in der Nähe des oberladinischen Erzkalkes. Vor allem aber wurden von hier auch Tuffe gemeldet. Eine Bearbeitung dieser Tuffe wurde von Herrn Dr. L. KOSTELKA schon angekündigt. Für mich war es aber interessant festzustellen, daß ein großer Teil des hier als vulkanisch bezeichneten Materials in der Farbe größte Ähnlichkeit mit meinen Funden hat. Nur die Mächtigkeit der in Frage kommenden Lagen zeigt Unterschiede, denn sie bewegt sich im Rublandstollen im Dezimeterbereich, wogegen die weitaus überwiegende Zahl der Tuffe in meinem Aufnahmegebiet nur die Dicke von Zentimetern erreicht.

Ein Vergleich aller mir bisher bekannten Tuffe oder vulkanisch verdächtigen Gesteine aus den Gailtaler Alpen ergibt also eine große Übereinstimmung dieser im Erzberg und im nördlichen Zug der zentralen Gailtaler Alpen, wodurch deutlich eine genetische Verwandtschaft ausgedrückt wird. Dagegen sehen die Tuffe vom S-Hang der Villacher Alpe sowie die Vulkanite der Mussen anders aus. Außerdem sind die Gesteine der beiden letzten Vorkommen äußerlich nicht miteinander vergleichbar.

Am Weg zum Pfanntal gibt es noch einmal im nächsten Graben mit der Kote 1048 einen nur mm-mächtigen hellbraunen Schiefer zwischen Plattenkalken und -dolomiten  $\frac{1}{2}$  m über dem Wegrand. Diese dünne Lage ist außerdem häufig ausgequetscht, aber mit ihrer Position innerhalb des 1. und 2. Carditaschiefers kann sie mit der Arbeit von O. SCHULZ 1960 über die Pb-Zn-Vererzung der Carditaschichten in der Grube Max der Lagerstätte Bleiberg-Kreuth in Beziehung gebracht werden. O. SCHULZ nahm bei seiner Untersuchung über die beobachteten sedimentären Vererzungen Erschütterungen des Meeresboden mit gleichzeitigem Aufreißen von Klüften für das Aufsteigen von Lösungen oder Exhalationen an. Sichere Beweise für den vermuteten Vulkanismus fehlten aber.

Am Spitznock können aber auch noch andere Gesteine als viel deutlichere Anzeichen für vulkanisch bedingte Bodenunruhe in der Zeit zwischen 1. und 2. Carditaschiefer ausgelegt werden. — Die Rinne mit dem Tuff am Spitznock NE bei 1035 m gibt schon 55 m höher den 1. Carditaschiefer frei, der aber im Einklang mit den übrigen faziellen Änderungen am Spitznock gegenüber dem östlichen Gebiet im Streichen lithologisch durch das Fehlen von Sandstein und Überwiegen von Mergel abweicht. Etwa 10 m über diesem Carditaschiefer, also ohne Zwei-

fel klar getrennt vom Schiefer, liegt zwischen Plattenkalk eine 35 cm breite Lage von graugrünem, stellenweise graubräunlichem Gestein, das sich im Aussehen von dem sonst häufigen und unmittelbar hangenden Begleiter der Carditaschiefer in Form von verhältnismäßig leicht zerfallendem Sandstein deutlich unterscheidet. Neben einigermaßen grobkörnigen Stellen, die teils grünlich, teils grau erscheinen, herrscht der feinkörnige, grüngraue, hornsteinartig verfestigte Anteil vor. Geringe geschieferte Einlagerungen sind aber wegen ihrer bräunlichen Farbe, die vermutlich von der Verwitterung stammt, nicht zu übersehen. Von einem verhältnismäßig grobkörnigen, grünlichen Belegstück wurde ein Dünnschliff mit folgendem Untersuchungsergebnis angefertigt: „Sandstein mit einem tonigen und chloritischen Bindemittel, das akzessorisch Titanit und Zirkon enthält. Die Grobkomponenten sind Quarz und wenig Plagioklas. Der letztere, das chloritische Bindemittel sowie einzelne Biotite lassen es wahrscheinlich erscheinen, daß diesem Sandstein Tuffanteile beigemischt sind. Diese Anteile können aber auch als Abtragprodukte von vorhanden gewesenen Tuffen angesehen werden.“

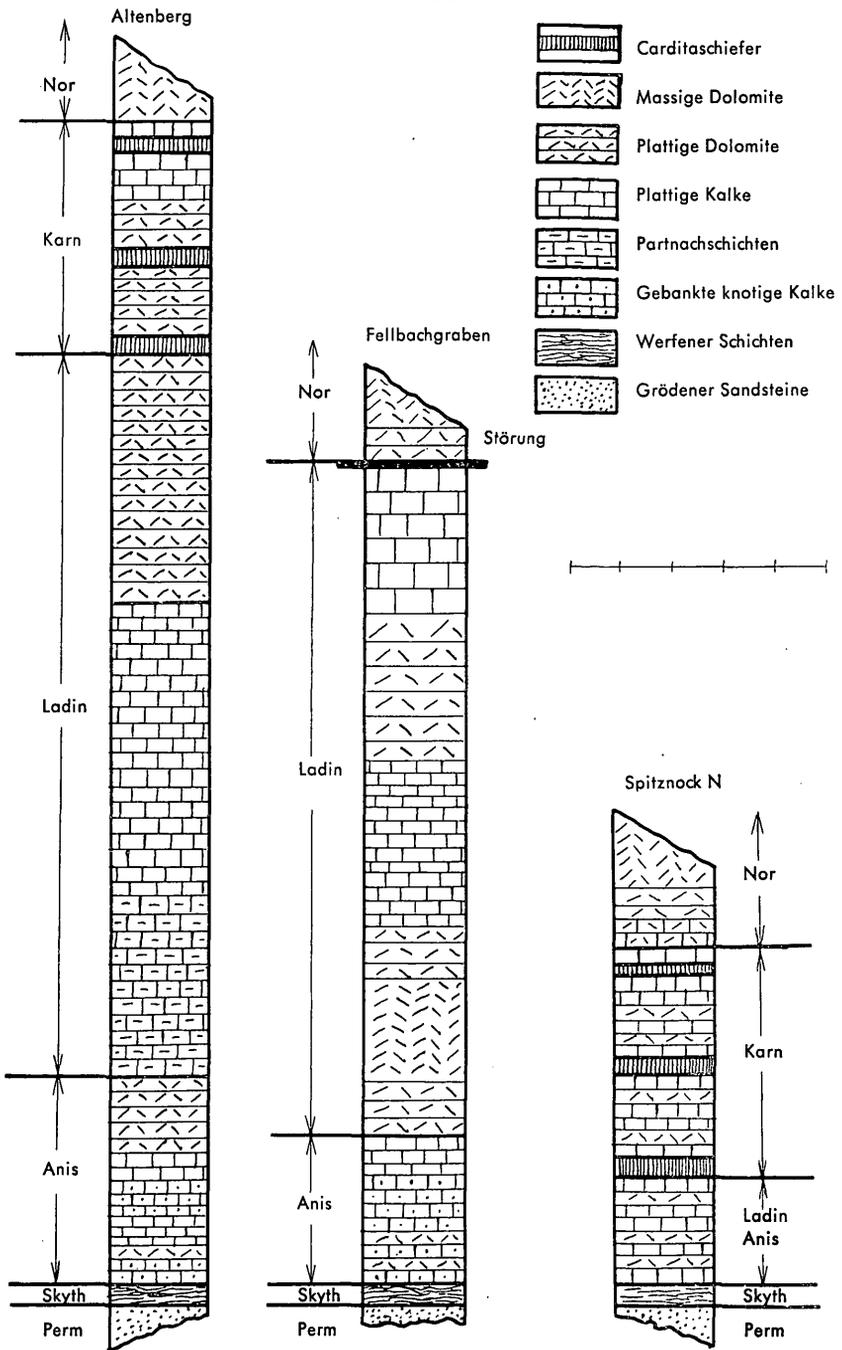
Dieses Gestein mit noch klarer hervortretenden Unterschieden in der Zusammensetzung fand ich noch zweimal am Spitznock und zwar im wasserführenden Graben gegenüber dem Gasthaus Ladstätter, weswegen ich ihn weiterhin kurz Ladstättergraben nennen werde. Die untere Lage mit 1,10 m Mächtigkeit hat die gleiche stratigraphische Stellung wie ich sie für den Spitznock NE oben beschrieben habe. Hier diente mir diese besondere Lage zwischen Plattenkalken mit eindeutiger Trennung vom liegenden Schiefer auch noch als stratigraphische Hilfe für die Identifizierung des hier stark gestörten, aber auch lithologisch abweichenden Ton- und Mergelschiefers am Ausgang des Grabens bei 865 m als ersten Carditaschiefer. Das Erkennen dieses Schiefers hätte mir ohne die genannte Lage wegen der Unterschiede zu den sonstigen mir bekannten Carditaschiefern Schwierigkeiten bereitet, zumal die karbonatischen Sedimente liegend von den Carditaschichten wie auch innerhalb derselben Stufe sehr ausgeglichen sind. Noch am NE-Grat des Spitznocks nur knapp 2 km entfernt ist aber die karnische Stufe weitgehend normal im Vergleich zu den östlichen Carditaschichten ausgebildet (zwischen 1. und 2. Carditaschiefer ein grauer, rauh verwitternder und etwas bituminöser Dolomit, zwischen 2. und 3. Schiefer gebankter Kalk, der aber auch häufig dolomitisch sein kann; der hangende Sandstein beim 1. und 2. Schiefer fehlt, aber noch nicht beim dritten; der Mergelanteil nimmt zu). Das Ladin weist allerdings schon im nahen Fellbachgraben eine Übergangsfazies im Vergleich zur östlichen Nordfazies von Rubland im Sinne von W. SCHRIEL 1942, H. HOLLER 1960 und zu den fast durchgehend gleichmäßig vorhandenen Plattenkalken und -dolomiten am Nordhang des Spitznocks. Die gut geschichteten Kalke und Dolomite reichen sogar bis in das Anis hinein.

Die Nordfazies von Rubland bezieht sich nur auf das Ladin und hat liegend Partnachschichten mit einem Übergang von Kalken zum hangenden hellen und bitumenfreien Dolomit als oberen Abschluß und erstreckt sich einwandfrei verfolgbar nur rund 9 km von Rubland bis zum Golsernock. Die Südfazies von Bleiberg als Gegenstück dazu ist deutlich getrennt in liegenden Dolomit und hangenden Kalk. Im Fellbachgraben weist aber nur der untere alpine Muschelkalk mit Vorherrschen des knotigen Kalkes typische Merkmale auf, doch stellt sich auch bei ihm nach oben immer mehr eine Angleichung an das Ladin ein, das hier einen Wechsel von mehr oder weniger gut gebankten Kalken und Dolomiten mit massigen Dolomiten zeigt. Die Säulenprofile vom Altenberg, Fellbachgraben und Spitznock sollen die verschiedenen stratigraphischen Verhältnisse auf verhältnismäßig kurzer Strecke veranschaulichen (Abb. 1).

Nun bleiben aber am N-Hang des Spitznocks die Plattenkalke und -dolomite nicht auf das Ladin und obere Anis beschränkt, sondern sie liegen auch zwischen den Carditaschiefern und reichen auch noch darüber hinaus. Es deutet sich offenbar damit eine Fazies an, wie sie L. KOSTELKA 1965 auch für das Gebiet westlich des Reißkofels angibt.

Außer dem 1. Carditaschiefer bei 865 m konnte ich noch zwei weitere Schiefer an einem Weg am W-Hang des Ladstättergrabens finden, so daß die Existenz der karnischen Stufe auch am N-Hang des Spitznocks außer Zweifel steht, wenn auch die Schiefer nicht typisch sind. Die Feststellung muß schon deshalb mit Nachdruck gemacht werden, weil alle bisherigen Bearbeiter dieses Gebietes G. GEYER 1901, W. SCHRIEL 1942 und zuletzt auch noch v. BEMMELEN 1961 diese gleich aussehenden Plattenkalke und -dolomite der oberen anisischen, ladinischen, karnischen wie auch zum Teil der unteren norischen Stufe mehr oder weniger zu einer stratigraphischen Einheit zusammengefaßt haben, wodurch die Gesteine am N-Hang des Spitznocks von G. GEYER und W. SCHRIEL fast zur Gänze als Muschelkalk, von v. BEMMELEN als Muschelkalk und Jaukenserie ohne Berücksichtigung der triassischen Stufen ausgeschieden wurden. Entsprechend den geschilderten Verhältnissen wird aber der N-Hang des Spitznocks überwiegend von dem hier in bezug auf Mächtigkeit mit rund 200 m normal ausgebildeten Karn aufgebaut. Die Carditaschiefer im Ladstättergraben und auch noch am Weg zum Pfanntal passen sich allerdings an die in diesem Gebiet ungewöhnlich gleichförmige Sedimentation so sehr an, daß ihnen die lithologischen Merkmale wie Sandsteine und Oolithe fehlen, wodurch sie im Gelände weniger deutlich hervortreten. Die von den drei genannten Bearbeitern für mächtig gehaltenen Anteile der mittleren und unteren Trias sind aber hier nur sehr gering ausgebildet. Eine bevorstehende Untersuchung der Carditaschichten in den Gailtaler Alpen von Herrn Dipl.-Geol.

Abb. 1



O. KRAUS von der technischen Hochschule in München wird auch der endgültigen Klärung der hier herrschenden geologischen Verhältnisse sicher förderlich sein können, denn ich muß zu bedenken geben, daß Fossilbelege zunächst fehlen. Makrofossilien sind auch nicht zu erhoffen, die Suche nach Mikrofossilien mit entsprechenden Einrichtungen steht aber noch aus.

Innerhalb des 1. und 2. Carditaschiefers am Spitznock sind also dreimal Hinweise für vulkanische Vorgänge vorhanden und zwar im Pfanntal bei der Kote 1048, am Spitznock NE bei 1095 m und im Ladstättergraben bei 880 m, wobei der letzte Punkt den größten Aussagewert besitzt. An der 1,10 m breiten Lage über dem 1. Carditaschiefer im Ladstättergraben bei 880 m fiel mir nämlich eine große Ähnlichkeit mit den Vulkaniten der Mussen (W. SCHLAGER 1963) auf, so daß auf meine Bitte hin Herr Dr. W. FRITSCH von der Lagerstättenuntersuchung der ÖAMG in Knappenberg mehrere Dünnschliffuntersuchungen an diesem Gestein durchführte. Bei dieser Gelegenheit spreche ich Herrn Dr. W. FRITSCH für seine großzügig gewährte Hilfe den besten Dank aus, denn alle in diesem Beitrag angeführten mikroskopischen Untersuchungen an Dünnschliffen stammen von ihm. — Ich suchte die Handstücke nach verschiedener Körnigkeit aus, und das Untersuchungsergebnis mit einer Gegenüberstellung von Stücken der Mussen und des Ladstättergrabens lautet:

#### Mussen:

1. Sandtuff-Dazituff; aus einem tonig zersetzten Grundgewebe mit Biotiteinsprenglingen und noch mehr oder weniger in glimmerige Mineralien zersetzte Feldspäte, die teils einen Zonarbau zeigen. Vereinzelt sind Umrisse von zersetzten Augiten zu erkennen.
2. Tonschiefer mit Tuffanteilen?; sehr feines tonig quarziges Grundgewebe mit Feldspat und Epidotgehalt, Leukoxen und Opaziten; deutlich geschichtet.

#### Spitznock-Ladstättergraben bei 880 m:

1. Zersetzter Tuff, Dazituff; aus einem glimmerigen feinen Mineralgewebe mit Andeutung einer Schichtung, das viele große, etwas zersetzte Biotite enthält; manchmal ist zu erkennen, daß die glimmerartigen Minerale Feldspat angreifen und auf dessen Kosten wachsen. Die Biotite sind einsprenglingartig groß und dünnblättrig und haben einen starken rotbraun dunklen Pleochroismus.
2. Feinsandstein mit wenig tonigem Bindemittel und Karbonatkörner, sonst meist Quarz, wenig Glimmer (Muskowit) und wenig Feldspat, vereinzelt grünliche Mineralien (Glaukonit?).
3. Zersetzter Tuff? Ein feines glimmeriges Gewebe aus Tonmineralien, die leicht geregelt erscheinen.
4. Ähnlich 3, daher gleiche Genese. Mit etlichen Biotiteinsprenglingen, was für Tuff spricht.

Eine gleich aussehende Lage (überwiegend graugrün, feinkörnig und hart, daher hornsteinartig) von einem knappen Meter liegt noch einmal an drei nahen Stellen bei der Höhe 1030 m im selben Graben. Die beiden höheren Carditaschiefer, die nun wertvolle Zeitgrenzen sein könnten, sind in der Grabensohle tektonischen Vorgängen zum Opfer gefallen, nur 50 bis 60 m höher am Weg des W-Hanges stehen sie an, so daß die tuffverdächtige Lage bei 1030 m auf der Grabensohle mit Berücksichtigung der stratigraphischen und tektonischen Gegebenheiten sicher über den 3. Carditaschiefer zu liegen kommt.

Der Forstaufschließungsweg am W-Hang des Ladstättergrabens ist aber auch noch durch weitere neue Tuffe wichtig geworden. Er ist im Aufnahmeblatt 199/2 Nord nicht eingezeichnet, zweigt vom Güterweg zum Pfanntal — Gasseralm bei der Kote 972 ab und zieht in Richtung ESE bis in die Höhe von 1100 m im Ladstättergraben. Von unten nach oben sind gute Aufschlüsse erwartungsgemäß von Plattenkalken und -dolomiten nur am Anfang des Weges auf einer Strecke von 55 m und dann wieder ab 560 m zu sehen. Nach einer Wegstrecke von 590 m schon im Ladstättergraben treten die ersten Spuren von Ton- und Mergelschiefern auf, bei 630 m verschwinden sie wieder, dazwischen steht aber der Schiefer mit ungefähr 15 m als 2. Carditaschiefer sicher an. Nach weiteren 70 m wurde der 3. Carditaschiefer durch eine deutlich sichtbare Störung wahrscheinlich wesentlich verringert, so daß er nur 3—4 m aufgeschlossen ist. Mehrere feine Tonschieferlagen sind noch im nächsten Umkreis innerhalb der begleitenden Plattenkalle vorhanden. Nur drei Meter vom 3. Carditaschiefer liegt die erste nur wenige Zentimeter mächtige, hellbraune Schieferlage, die im Aussehen ganz mit den Tuffen oder Tuffiten in der unteren Trias übereinstimmt. Der Befund nach einem Dünnschliff lautet: „Vermutlich Tuff oder Tuffit; besteht aus einem schwach eingeregelt sperrigen („spinelike“) blättrigem Gefüge aus glimmerigen Tonmineralien, die bis 0.2 mm im Durchmesser haben können und normal frisch gesproßt wirken. Dabei liegen sie meist parallel zu ss oder normal dazu. Auf einigen Klüften gibt es farblosen Chlorit und an anderen als Kluffüllung Minerale der Grundmasse. Einzelne Umrisse von den tonigen Aggregaten lassen sich auf zersetzte Feldspäte zurückführen. Daneben sind Leukoxenaggregate und Opazit im Gestein verteilt vorhanden.“

Auf demselben Weg bis zum nächsten sicher anstehenden Tuff oder Tuffit gleichen Aussehens mit der Entfernung von rund 100 m kann man noch zweimal hellbraune Schieferstücke finden, so daß hier mit der knapp 1 m mächtigen Lage auf der Grabensohle möglicherweise fünf, aber sicher drei verschiedene Gesteine vulkanischer Herkunft auf verhältnismäßig engem Raum zusammengedrängt sind, was auf reichen Vulkanismus schließen läßt. Dazu liegt nur 20 m über dem höchsten Tuff auch am Weg noch eine 15—20 cm breite Horn-

steinlage, die sich nach Erkenntnissen aus den Dinariden (B. MARKOVIĆ 1965) auch mit Vulkanismus in Verbindung bringen läßt. Der höchste Tuff und der Hornstein gehören dem graubraunen, stark bituminösen Hauptdolomit an und sind damit sicher als norisch zu bezeichnen.

Der Hornstein im Nor ist aber ganz neu, denn auch in den Innerdinariden wird er nur für die mittlere und untere Trias angeführt, wenn man von der Jura absieht, weil sie in den Gailtaler Alpen stratigraphisch nicht vertreten ist. Um den norischen Hornstein mit dem anisich-ladinischen mikroskopisch vergleichen zu können, wurde von beiden je ein Dünnschliff angefertigt. Für das freie Auge entsprechen sie einander im Aussehen ganz, denn beide sind schwarz und lagig. Nun der Befund des anisich-ladinischen Hornstein: „Es ist ein karbonatischer Hornstein, bei dem das Karbonat, da es bräunlich (limonitisch) verwittert und gar nicht auf HCl reagiert, Siderit-Brännerit sein dürfte. Die Hauptmasse besteht aus  $\text{SiO}_2$  in Form von Kalzedon und Quarzin mit etwas Pyrit und Graphit. Oft sind Kalzedonkügelchen geschnitten, die als verkieselte Radiolarien gedeutet werden können. Somit wäre das Gestein ein Karbonatradiolarit.“

Das Untersuchungsergebnis des norischen Hornsteins: „Dunkler Hornstein mit Quarz- und Karbonatklüften; feinlagig aus feinsten pflasterartigen Quarzen mit feinen linsig pigmentierten Flecken und wenig länglichen Opaziten; einzelne Karbonatidioblasten; keine sicheren organischen Reste.“ — Ein derartiger Hornstein ohne organische Reste soll nach B. MARCOVIĆ eine direkte Folge von submarinen Exhalationen und Lösungen sein, wogegen beim organogenen Hornstein, dem Radiolarittypus, wesentlich  $\text{SiO}_2$ -absorbierende Mikro-Organismen zur Bildung wie auch Gestaltung eines Hornsteinvorkommens beigetragen haben sollen. Aber in beiden Fällen ist für die Entstehung des Hornsteins der submarine Vulkanismus Voraussetzung, so daß bei Tuffen und Tuffiten, die durch stark wirksame Tektonik und Verwitterung mehr oder weniger entstellt sind, was besonders für dünne Lagen leicht verständlich ist, durch die Hornsteinnähe die vulkanische Herkunft nicht gelegnet werden kann.

Es gibt aber auch für die Entstehungsbedingungen des Radiolarittypus von Hornstein, wie sie B. MARKOVIĆ aus den Dinariden beschreibt, in meinem Aufnahmegebiet eine auffällige Parallele. Auch hier in der nördlich an die Permotrias der zentralen Gailtaler Alpen anschließenden Goldeckgruppe führt der unmittelbar angrenzende Tonschiefer-Phyllit mehrere Gänge von Diabasabkömmlingen und in weiterer Entfernung vor allem der Glimmerschiefer der gleichen Gruppe auch Amphibolit (F. ANGEL und E. KRAJICEK 1939). Die basischen Eruptivgesteine mit ihren locker angeordneten  $\text{SiO}_4$ -Gruppen in Ketten-, Band- und Netzstrukturen geben trotz des geringeren  $\text{SiO}_2$ -Gehalts infolge des leichteren Zerfalls mehr davon ab als die

SiO<sub>2</sub>-reichen sauren Gesteine, so daß die verwitternden basischen Gesteine eine besondere Anziehung auf SiO<sub>2</sub>-verzehrenden Kleinstlebewesen ausübten. In der unteren Trias der zentralen Gailtaler Alpen konnten also für die Hornsteinbildung mit nachgewiesenen organischen Resten gleich zwei günstige Bedingungen zusammengewirkt haben und zwar der Vulkanismus wie auch die basischen Gesteine.

Die Tuffe und der Hornstein über dem 3. Carditaschiefer sind aber auch noch sichere Belege für meinen geologischen Bericht aus den Gailtaler Alpen in der Carinthia II 1964, wo ich eine besondere Brekzie vom Anfang des Fellbachgrabens beschrieben habe, die neben Tonschieferbruchstücke auch eckige Quarz- und gefüllte Feldspatstücke enthält. Wenn ich damals erst die Vermutung auf vulkanische Tätigkeit für das Nor innerhalb der Gailtaler Alpen aussprechen konnte, so ist jetzt reicher Vulkanismus an der Basis dieser Stufe zur Gewißheit geworden.

Zur besseren Übersicht zeigt die Abbildung 2 alle bisher bekannten Tuffe oder tuffverdächtigen Vorkommen innerhalb der Trias zwischen Weißen- und Kreuzenbach.

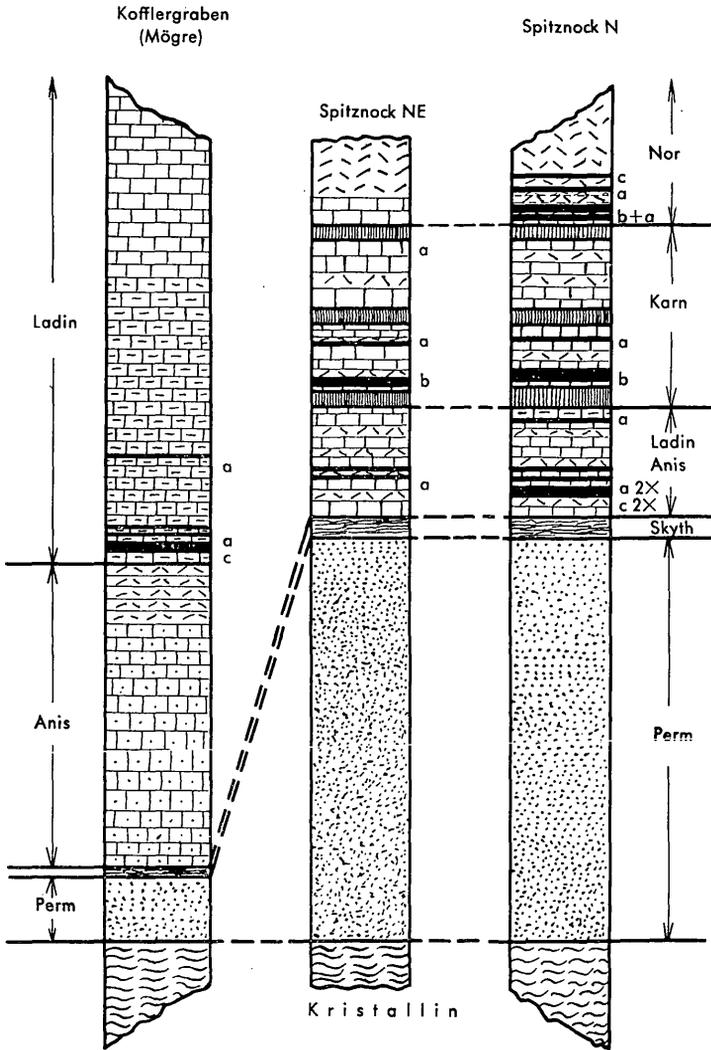
Nun will ich noch auf den augenfälligen Zusammenhang von Vulkanismus und Vererzung im Gebiet des Golser- und Spitznocks hinweisen, denn hier gibt es beides in allen karbonatischen Triasstufen nebeneinander.

Im alpinen Muschelkalk des Golsernocks am Ausgang des Fellbachgrabens liegt die sogenannte Bleiriese, wo eine vierhundertjährig durchgehende Bergbautätigkeit bis in die Mitte des vorigen Jahrhunderts durch Urkunden nachgewiesen ist. Es ist aber sicher, daß schon vorher ohne Aufzeichnungen hier Bergbau betrieben worden ist, denn in einem Gerichtsprotokoll vom Jahre 1362 wurde in Verbindung mit der Bleiriese die Bezeichnung „alter Schacht“ verwendet. Der Bergbau in Bleiberg wurde zum Vergleich dazu im Jahre 1311 das erste Mal urkundlich erwähnt. Die Bleiriese bildet aber nur den westlichen Abschluß einer größeren Zahl von alten Stollen, die alle auf einer Strecke von rund 10 km innerhalb des alpinen Muschelkalks liegen und wo die Vererzung an einen bestimmt aussehenden Horizont gebunden erscheint. Näheres darüber ist schon in der Carinthia II 1964 zu finden.

Weiters befinden sich Stollen auch noch am Anfang des Fellbachgrabens auf beiden Seiten des Grabens in geringer Höhe über dem Bach innerhalb des oberen Ladin, das hier infolge einer Störung unmittelbar an das Nor grenzt. Daß sich auch hier der Abbau gelohnt haben muß, davon zeugen noch heute Reste von einem Erzweg, wie ihn die Einheimischen nennen, der bei den Ladinstollen beginnt und am W-Hang des Golsernocks in Richtung Stockenboier Tal zieht.

Besonders rege war aber die Abbautätigkeit sicher innerhalb der Carditaschichten am E-Hang des Spitznocks und zwar wahrschein-

Abb. 2



- ▬ a Hellbrauner bis weißlichgelber Tuff oder Tuffit
- ▬ b Dazituff und ähnliches Gestein
- ▬ c Hornstein



lich zwischen 1. und 2. Schiefer, denn da gibt es mehrere Stollen mit den größten Halden dieses Gebietes. Nach den noch gegenwärtig erkennbaren Anzeichen von Erzergebigkeit zu schließen, müßte also hier das Karn am stärksten vererzt gewesen sein. Zugleich sei aber auch daran erinnert, daß sich in diesem stratigraphischen Horizont die mächtigste Lage von Tuffen und Tuffiten im Ladstättergraben bei 880 m und die auch noch verhältnismäßig breite Lage gleich aussehenden Gesteins am Spitznock NE bei 1095 m befinden. Dies ist auch insofern eine erwähnenswerte Tatsache, als die Carditaschiefer hier nicht die gleiche Bedeutung — stauende Wirkung — für die Vererzung haben konnten, wie man es für die Lagerstätte Bleiberg-Kreuth mit der Vorstellung von aufsteigenden Erzlösungen anzunehmen geneigt ist. — Die Bleiriese am Ausgang des Fellbachgrabens, wo sich die Spuren einstigen Bergbaus auch noch auffälliger bemerkbar machen als im Ladin desselben Profils, gehört aber dieser Stufe an, die in meinem Aufnahmegebiet bisher zwar geringmächtige, aber die meisten Tuffe freigegeben hat.

Verlängert man schließlich das Querprofil durch die Trias des Fellbachgrabens, so stößt man jenseits der Wiederschwing nach  $3\frac{1}{2}$  km auf den erzführenden Hauptdolomit des Mitterbergs, der tektonisch noch weitgehend mit dem nördlich vorgelagerten Golser- und Spitznock verbunden ist. Er liegt nämlich ohne Einschaltung tieferer stratigraphischer Stufen am S-Schenkel einer groß angelegten, allerdings ziemlich gestörten Synklinale, deren N-Schenkel der Golser- und Spitznock sind. Der Kern wird vom Nor und Rhät der dazwischenliegenden Wiederschwing gebildet. Hier muß wieder betont werden, daß im Ladstättergraben über dem 3. Carditaschiefer, also an der Basis des Hauptdolomits, die im Mitterberg auch einst abbauwürdig vererzt war, die stratigraphisch größte Dichte von bisher aufgefundenen vulkanischen Hinweisen vorliegt. Innerhalb von 35 m wahrer Mächtigkeit sind hier drei, vielleicht fünf hellbraune dünne Schiefer, ein ungefähr 20 cm breiter Hornstein, aber vor allem auch eine Schicht von rund 1 m eingelagert, die im Aussehen ganz dem Gestein entspricht, das im Ladstättergraben bei 880 m Dazituff enthält.

Der Vollständigkeit wegen ordne ich auch noch den Tuffen innerhalb der Partnachschichten im Steinbruch vom Kellerberg und im Kofflergraben (Mögge) die entsprechende Vererzung zu. Die Partnachkalke und -mergel fehlen zwar dem Fellbachgraben und seiner nächsten Umgebung, aber im Osten meines Arbeitsgebietes auf einer Strecke von 5—10 km sind sie z. T. mächtig vertreten. G. GEYER hat 1901 geschrieben: „In der Gegend von Gratschenitzen südlich von Paternion ist dieses Niveau (= Partnachschichten) dunkler und dünn-schichtiger Mergel und Kalke durch Erzführung ausgezeichnet. Aus dem dortselbst an der von Tragin nach Eben (Kreuzen) führenden Straße unterhalb des Beginns ihres steilen Anstiegens angeschlagenen Versuchsstollen wurden Bleiglanz und Zinkblende zutage gefördert!“

Der Stollen ist übrigens auch heute noch offen.

Die Verbindung von Vulkanismus und Vererzung ist natürlich nicht so unmittelbar zu verstehen, daß überall dort, wo sich Tuffe oder sonstige vulkanische Hinweise befinden, auch Erz unbedingt auftreten müßte und umgekehrt. Ob es aber da oder dort so zutrifft, wäre noch zu untersuchen. Der Vulkanismus hatte doch nicht immer und überall die gleichen Folgen, so daß sich die Vererzung auch sicher nicht proportional zu den übrigen vulkanischen Erscheinungen verhalten muß, ja unter Umständen sogar ganz fehlen könnte. Als ein beredtes Beispiel für die letzte Ansicht kann im Gebiet der zentralen Gailtaler Alpen der Spitznock dienen. Trotz der zahlreichen Tuffe am N-Hang des Spitznocks gibt es da keine Hinweise für einen ehemaligen Bergbau. Es sind wohl hier nie Erzausbisse aufgefallen, weil es wahrscheinlich auch keine gibt. Als Erklärungsversuch für das vermutliche Ausbleiben des Erzes bietet sich die geradezu sprunghafte Änderung der Fazies am N-Hang des Spitznocks an. Die Ausfällung von Erzen konnte doch weitgehend von Lösungspartnern, nicht zuletzt vom organischen Inhalt der Lösung, abhängig gewesen sein. Beide konnten aber regional sehr verschieden zusammengesetzt sein, wie es in unserem Fall schon allein die Gegenüberstellung der Sedimente des Golser- und Spitznocks zeigt. Diese Annahme wird auch noch wesentlich durch die anscheinend gleichen stratigraphischen Verhältnisse, wie ich sie am N-Hang des Spitznocks feststellte, am ausgedehnteren Hochstaff-Latschur jenseits des Weißenbachs gestützt, wo auch nie Blei-Zinkerz abgebaut wurde. Andererseits sind aber alle karbonatischen Triasstufen des nahen Fellbachgrabens und Golsernocks einschließlich der Verlängerung des Profils bis zum Mitterberg mit einem anderen stratigraphischen Bestand, als er am N-Hang des Spitznock vorliegt, mehr oder weniger vererzt. — Liegen aber Erze entfernt von Tuffen, so ist auch der Gedanke naheliegend, daß die erzführenden Lösungen und Exhalationen mit dem initialen Magmatismus zeitlich nicht ganz genau zusammenfallen mußten. Sie waren als Vorläufer oder vulkanische Nachwirkungen durchaus möglich. Aber immer konnte der Vulkanismus, wie es entsprechend den örtlichen geologischen Verhältnissen scheint, die erste Ursache der Vererzung gewesen sein. Ein Petograph würde also hier noch ein reiches Betätigungsfeld vorfinden, besonders auch bei der Überprüfung der verschiedenen Vererzungsbilder, die sich in diesem Gebiet der zentralen Gailtaler Alpen bieten. Vor allem im alpinen Muschelkalk gibt es neben deutlichen Anzeichen für sedimentäre Vererzungen auch Kluftfüllungen, deren Entstehung wieder neue Fragen aufwirft. In der oberen Trias dieses Gebietes scheinen metasomatische Vorgänge nicht ohne Bedeutung gewesen zu sein.

Auf der Halde der Bleiriese im alpinen Muschelkalk des Golsernocks liegen löcherige Eisenoxid-Brocken, in welchem mm-Lagen von Bleierz zu sehen sind. Das Eisenoxid im Muschelkalk ist schon für sich allein eine Überraschung, denn Eisen ist sonst innerhalb der Trias

der Gailtaler Alpen nur noch in Form von Eisenkies in schmaler Schicht liegend vom 1. Carditaschiefer in nennenswerter Menge vertreten.

Gibt es also neben den Hornsteinbildungen in der unteren Trias noch einmal eine Parallele zu den Dinariden Jugoslawiens, denn B. MARKOVIČ schreibt, daß zur Zeit der Hornsteinbildung des Radiolarittypus auch Mangan- und Eisenoxide ausgefällt wurden. Auch Kleinstlebewesen sollen dabei mitgewirkt haben. Als Quelle der Eisenzufuhr dienten auch basische Magmatite des Untergrundes.

Im nördlichen Zug der zentralen Gailtaler Alpen sind aber sowohl vulkanische Eruptionen wie auch basische Gesteine nachgewiesen.

Noch unmittelbar vor der Einreichung dieses Beitrags konnte ich am Spitznock an sieben verschiedenen Stellen cm-dünne hellbraune Schieferlagen, also sehr wahrscheinlich wieder Tuffe oder Tuffite finden, deren nähere Behandlung nicht mehr möglich war. Sie gehören aber sicher der höheren Trias und zwar vermutlich dem Karn an. Einige der Proben werden auch mikroskopisch bearbeitet. Seit kurzem sind mir auch aus der Latschurgruppe zahlreiche gleichaussehende, zum Teil mächtigere Lagen bekannt, wodurch sich das Verbreitungsgebiet wesentlich vergrößert.

Dank dem freundlichen Entgegenkommen von Herrn Dr. H. HOLZER, Geol. Bundesanstalt in Wien, konnte ich in letzter Zeit auch noch die von ihm aufgefundenen Tuffe im Gebiet des Obir sehen. Die Untersuchung dieses Materials führte Herr Univ.-Prof. Dr. W. SIEGL vom Institut für Geologie und Lagerstättenkunde der Montanistischen Hochschule in Leoben durch. Für mich war es wichtig festzustellen, daß die Tuffe in der nordalpinen Trias des Bereiches vom Obir und die meisten Tuffe oder Tuffite der gleichen geologischen Formation in den zentralen Gailtaler Alpen sowohl in der Mächtigkeit wie auch im sonstigen Aussehen vollkommen übereinstimmen. Auch die Tuffe am Obir bilden nur cm-Lagen von überwiegend hellbraunen Schiefen, die im verwitterten Zustand erdigmürbe oder von Wasser aufgeweicht lettenartig werden. Am vulkanischen Ursprung der zahlreichen Vorkommen im nördlichen Zug der zentralen Gailtaler Alpen, die ich schon dort als Tuffe oder tuffverdächtig bezeichnet habe, ist somit auf Grund der oben angeführten mikroskopischen Untersuchungsergebnisse einiger Proben, aber besonders auch durch Vergleiche mit den entsprechenden Fundstellen im Rublandstollen und am Obir, nicht zu zweifeln.

Die Tuffe in den zentralen Gailtaler Alpen sind im Gegensatz zu den Tuffen im Rublandstollen und am Obir, für deren Alter zunächst unteres Ladin angegeben wird, nach meinen bisherigen stratigraphischen Erfahrungen über alle karbonatischen Triasstufen verstreut. Um aber die zeitliche Einordnung der Tuffe am Spitznock, dem Hauptvorkommen innerhalb der zentralen Gailtaler Alpen, eben so

sicher wie ihre Herkunft vorliegen zu haben, wären mikrofossile, bei den Schiefen auch noch sporenanalytische Untersuchungen in diesem Bereich der oben geschilderten stark veränderten Sedimentationsverhältnissen sehr wünschenswert.

#### Literaturhinweis

- ANGEL, F. und KRAJICEK, E. 1939: Gesteine und Bau der Goldeckgruppe, Sonderausgabe aus Carinthia II, 129. Jahrgang, Klagenfurt.
- BEMMELEN, R. W. v. 1961: Beitrag zur Geologie der Gailtaler Alpen (Kärnten, Österreich) II. — Jb. geol. Bundesanst., 104, Wien.
- EPPESTEINER, W. 1965: Die schwarzen Breccien der Bleiberger Fazies. — Mitt. Ges. Geol. Bergbaustud., 14.—15. Bd., 1963—1964, Wien.
- GEYER, G. 1898: Ein Beitrag zur Stratigraphie und Tektonik der Gailtaler Alpen. — Jb. geol. Reichsanst., 47, Wien.
- GEYER, G. 1901 a: Geologische Aufnahmen im Weißenbachtale, Kreuzengraben und in der Spitzegelkette (Oberkärnten). — Verh. geol. Reichsanst., 1901, Wien.
- HOLLER, H. 1951: Die Stratigraphie der karnischen und norischen Stufe in den östlichen Gailtaler Alpen. — Berg-Hüttenmänn. Abh., 96, Wien.
- HOLLER, H. 1960: Zur Stratigraphie des Ladin im östlichen Drauzug und in den Nordkarawanken. — Carinthia II, 70/2, Klagenfurt.
- KOSTELKA, L. 1965: Eine genetische Gliederung der Blei-Zinkvererzung südlich der Drau. — Carinthia II, 75, Klagenfurt.
- MARKOVIC, B. 1965: Die Entwicklung der Diabas-Hornstein-Formation in den Innerdinariden Jugoslawiens. Mitt. geol. Ges. Wien, 57. Bd., Heft 2.
- SCHLAGER, W. 1963: Zur Geologie der östlichen Lienzer Dolomiten. — Mitt. Ges. Geol. Bergb. Stud., 13. Bd., Wien.
- SCHULZ, O. 1960: Die Pb-Zn-Vererzung der Raibler Schichten im Bergbau Bleiberg-Kreuth (Grube Max), Sonderheft der Carinthia II, Klagenfurt.
- SCHULZ, O. 1960: Beispiele für synsedimentäre Vererzungen und paradiagenetische Formungen im älteren Wettersteindolomit von Bleiberg-Kreuth. — Berg-Hüttenmänn. Abh. 105, Heft 1, Wien.
- SCHRIEL, W. 1942: Die Tektonik des Rubländer Erzgebietes in Kärnten. — Nachr. d. Akad. d. Wissensch., Göttingen 1942.
- SCHRIEL, W. 1951: Der tektonische Rahmen der Bleiberger Erzlagerstätte in Kärnten. — N. Jb. Geol. usw. Abh., 93, Stuttgart.
- WIESSNER, H. 1951: Geschichte des Kärntner Bergbaues, II. Teil.

Anschrift des Verfassers: Prof. Adolf WARCH, Spittal/Drau, Khevenhüllerstraße 16