

Tektonite aus dem Verband der permotriadischen Basisschichten der mesozoischen Auflagerung auf der nördlichen Grauwackenzone

Von HELMUTH BARNICK *)

Inhalt

I. Einleitung	295
II. Die wichtigsten Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen über den Komplex der Basisschichten	296
III. Kalkkonglomerate und Kalkbreccien vom Typ „Schattbergstein“	299
1. Kalkbreccien von der Kleinen Salve und vom Hahnenkamm („Schattbergstein“)	300
2. Zwischenschichten der Kalkbreccien vom Hahnenkamm	303
3. Kalkbreccien und -konglomerate vom Steirischen Erzberg	305
4. Zusammenfassung	307
IV. Kalk-Quarz-Sandsteine bis -Breccien von der Wiege	307
V. Zusammenfassung der Ergebnisse	313
Verzeichnis der Diagramme	314

I. Einleitung

In den Jahren 1957 bis 1959 wurden am Mineralogisch-Petrographischen Institut der Universität Innsbruck die permotriadischen Basisschichten im Bereich der Nördlichen Grauwackenzone zwischen Brixlegg und Hochfilzen im Rahmen einer größeren sedimentpetrographischen Arbeit untersucht. Die Arbeiten wurden unter Leitung Herrn Professor LADURNERS, meines verehrten Lehrers, durchgeführt, und ich möchte an dieser Stelle ihm sowie Herrn Professor SANDER meinen Dank aussprechen für die stete Anteilnahme an meinen Untersuchungen.

Die Arbeit behandelt die klastischen Gesteine, die zwischen Brixlegg und Hochfilzen als Basis der triadischen Gesteinsserie auf der Nördlichen Grauwackenzone aufliegen. Es wurde das Verhältnis dieser klastischen Gesteine zu den liegenden Gesteinen der Grauwackenzone und die zeitliche Gliederung der einzelnen Schichtglieder erarbeitet. Als wichtigste untersuchte Aufschlüsse sind zu nennen: Das nördliche Gehänge der Gratspitze nördlich Alpbach und der sich nach Südosten über das Höseljoch fortsetzende Kamm Latschenkogel-Thalerkogel; die Wörgler Klamm südlich Wörgl; das Gebiet Itter—Hopfgarten; der Kamm Saukogel—Kraftalm—Kleine Salve—Hohe Salve; der Sattel der Wiege südlich des Gaisberges bei Kirchberg; das Gebiet Seidlalm—Hahnenkamm bei Kitzbühel; die Trattalm südlich des Kitzbüheler Horns; das Gebiet Pfaffenschwendt—Spielberggraben—Spielberghorn. Das ausgedehnte Sandsteingebiet am Südfuß des Wilden Kaisers wurde nicht in die Untersuchungen mit einbezogen.

In vorliegender Veröffentlichung werden einige besondere Gesteinstypen aus dieser permotriadischen Basisserie besprochen. Diese Gesteinstypen heben sich zwar faziell deutlich von den anderen Gesteinen der Basisschichten ab, gehören aber doch zu ihnen und können nur im Zusammenhang mit dem gesamten Basis-komplex verstanden werden. Es werden daher im folgenden die wichtigsten Ergebnisse der sedimentpetrographischen Untersuchungen mitgeteilt.

*) Adresse des Verfassers: Wien XXIII, Mauer, Jaschkagasse 17.

Die bearbeiteten Handstücke wurden im Gelände nach den geographischen Koordinaten orientiert entnommen, ihre Lage im Raum also bestimmt; ebenso wurden auch Anschliffe und Dünnschliffe in ihrer Lage zu den Bezugsflächen des jeweiligen Handstückes genau festgelegt.

II. Die wichtigsten Ergebnisse der petrographischen Untersuchungen über den Komplex der Basisschichten

Aus den bearbeiteten Aufschlüssen läßt sich folgendes Idealprofil für die Basisserie geben:

Hangendstes: Rauhwacken der anisischen Stufe.

Sandsteinkomplex:

in höheren Lagen feinkörnige bis dichte, meist hellere Sandsteine;
 Quarzsandsteine mit — besonders in tieferen Lagen — gröberkörnigen Zwischenlagen;
 daneben feinschichtige, erzreiche und glimmerreiche Zwischenlagen;
 in tieferen Lagen vorherrschend dunkelrote bis violette, oft schiefrige, erz- und glimmerreiche Sandsteine neben grobkörnigen Lagen;
 geringe Schichtlücke ist anzunehmen; Übergänge zu liegenden Quarzbreccien wohl nur im Gebiet von Hopfgarten möglicherweise vorhanden, aber nicht sicher nachzuweisen.

Breccienkomplex:

rote und gelbe Dolomitbreccien und -konglomerate mit feinkörnigen Zwischenschichten; in tiefsten Lagen z. T. dolomitführende Quarzbreccien	Kalkkonglomerate und -breccien mit feinkörnigen Zwischenschichten, oft tektonisch stark beansprucht	gemischte Dolomit-Quarz-Breccien, nach unten Übergang in einen gelblich-rötlichen Dolomit (Kl. Salve)	(Übergang nach oben zu Sandsteinen?) grobe Quarzbreccien
--	---	---	--

Liegendstes: Grauwackengesteine, meist Quarzite, Dolomite (oft Schwazer Dolomit) und Kalk.

Die tieferen, breccienreichen Lagen des bearbeiteten Gesteinskomplexes zeigen nur in einem Fall — an der Kleinen Salve — Übergänge zu gelblich-rötlichen Dolomiten, die niveaumäßig über dem Schwazer Dolomit liegen (Beginn der Breccienserie durch quarzreiche Lagen im Dolomit). Die Kalkbreccien und -konglomerate sind an der Kleinen Salve und am Hahnenkamm in der Fazies des tektonisch stark beanspruchten „Schattbergsteins“ entwickelt, der im folgenden besprochen wird. Am Latschenkogel ist eine Einschaltung von Kalkkonglomerat in gelben und roten Dolomitbreccien als Flußschotter zu deuten. Die einzelnen Ausbildungen der Breccienserie stehen teils deutlich nebeneinander, teils sind Übergänge zu beobachten. Als Sonderfazies treten die Kalk-Quarz-Sandsteine bis -Breccien von der Wiege hinzu, die im folgenden ebenfalls besprochen werden. Übergänge vom Breccienkomplex zum hangenden Sandsteinkomplex sind nicht zu beobachten, nur im Gebiet von Hopfgarten scheinen Übergänge von liegenden groben Quarzbreccien zu hangenden Quarzsandsteinen möglich zu sein.

Die Breccien und Konglomerate sind durchwegs sedimentärer Bildung. In einigen Fällen konnte Resedimentation nachgewiesen werden, teilweise Resedimentation in sehr frühdiagenetischem Stadium, bei dem pelitischer Schlamm aufgearbeitet und im gleichen Schlamm zusammen mit groben Dolomitfragmenten neuerlich einsedimentiert wurde (rote Dolomitbreccien vom Thalerkogel).

Die karbonatreichen Breccientypen zeigen feinkörnige Zwischenschichten, die jedoch mit der auflagernden Sandsteinserie in keinem Zusammenhang stehen.

Der hangende Sandsteinkomplex, der den größten Teil des bearbeiteten Gebietes in dessen nördlichen Teilen einnimmt und — besonders in den oberen Lagen — durchaus dem alpinen Buntsandstein entspricht, grenzt oft tektonisch mit Mylonitisierungszonen an liegende Dolomite, Breccien oder Konglomerate. Die Sandsteinserie selbst läßt sich nur undeutlich gliedern. In unteren Partien herrschen neben grobkörnigen Lagen serizit- und erzeiche, oft schiefrige Sandsteine vor, in mittleren Lagen sind, damit wechsellagernd, fein- bis mittelkörnige Quarzsandsteine verbreitet. Nach oben hin hören die grobkörnigen und schiefrigen Zwischenlagen auf, in den hangendsten Partien herrschen dann sehr feinkörnige bis dichte Sandsteine von oft heller Farbe. Letztere Gruppe ist meist am Nordsaum des Arbeitsgebietes vertreten.

Der Übergang von den verschiedenartigen Breccien und Konglomeraten in den unteren Lagen der Basisschichten zu den einförmigeren Sandsteinen der höheren Horizonte läßt auf einen Wechsel in den Sedimentationsbedingungen schließen. Während zuerst wohl küstennahe Bereiche mit den dort anstehenden, sehr verschiedenartigen Gesteinen das Material lieferten, wurde später ein einförmiges, wahrscheinlich im Hinterland liegendes Gebiet Sedimentlieferant. Wo dieses Hinterland lag, das die ungeheuren Quarzmengen für die Sandsteine lieferte, ist unbekannt.

Neben dem Quarzgehalt nimmt in den Basisschichten im allgemeinen der Erzgehalt von den Breccien und Konglomeraten nach oben hin zu den Sandsteinen sehr stark zu. Trockenrisse treten auf den Schichtflächen von Sandsteinen zuweilen auf. Es haben sich Verhältnisse eingestellt, die auf arides bis semiarides Klima hindeuten.

Die mikroskopischen Untersuchungen haben die aus der Geländearbeit gewonnenen Schlüsse bestätigt und vor allem die Einordnung von Schichtgliedern der unteren, breccienreichen Serie ermöglicht. In der Mineralführung aller untersuchten Gesteine (Konglomerate, Breccien, Sandsteine) wurde ein deutlicher Unterschied zwischen einer turmalinfreien bis turmalinarmen und einer turmalinreichen Gruppe festgestellt. Zur ersteren Gruppe gehören die Gesteine des Breccienkomplexes, zur letzteren die Sandsteine; auch Sandsteine kalkalpiner Fundstellen, die zu Vergleichszwecken untersucht wurden, zeigen einen deutlichen Turmalin Gehalt.

Genetisch sind alle untersuchten Gesteine — bis auf einige Mylonite — als sedimentäre Bildungen zu deuten; die Mylonite sind jedoch auch ursprünglich sedimentäre Gesteine. Wasser hat bei der Ablagerung der Gesteine eine mehr oder minder große Rolle gespielt, die Breccien, die — wie bereits erwähnt — manchmal Resedimentation zeigen, sind wahrscheinlich Bildungen einer Küste, während bei den Sandsteinen die Frage offen bleibt, ob sie in Süß-, Brack- oder Meereswasser abgelagert wurden oder rein terrestrisch unter Mithilfe von Wasser. Inwieweit äolische Ablagerungen beteiligt sind, läßt sich nicht entscheiden, ist jedoch nicht auszuschließen. Schlechte Sortierung der Sandsteine nach dem Abrollungsgrad der Sandkörner deutet auf Umlagerungen zeitlich verschieden alter Komponenten, auf Umlagerungen örtlich verschiedener Sandablagerungen und neuerliche Sedimentation auf sekundärer Lagerstätte oder auf gleichzeitige Anlagerung von Komponenten aus verschiedenen Herkunftsbe-
reichen hin. Wechsellagerung gröberer und feinerer Sandschichten zeigen stark

schwankende Sedimentanlieferung an — ein deutlicher Hinweis auf die Klimabedingungen zur Zeit der Anlagerung.

Der Erzgehalt der Breccien, Konglomerate und besonders der Sandsteine ist meist synd sedimentär zu deuten bzw. die Erzanreicherung erfolgte in diagenetischem Zustande. Hinweis darauf ist besonders der Umstand, daß im allgemeinen nur solche Sandsteine erzreich sind, die eckige oder schlecht gerundete Körner führen, während Sandsteine mit gut abgerollten Quarzkörnern einen geringen Erzgehalt haben: gute Kornabrollung bedingt starke Bewegung, bei solcher werden erzreiche Lösungen aber fortgeführt. Eine andere, typische Art der Erzanreicherung sind wechselnde Lagen von Eisenoxydschlamm und Serizit oder erzreiche Linsen und Schmitzen, die das sedimentäre s (ss) deutlich markieren.

Die oft stark beanspruchten Quarze der Breccien und Sandsteine dürften zum größten Teil aus sauren kristallinen Gesteinen stammen, worauf auch die sauren Feldspäte (Kalifeldspat und saure Plagioklase mit höchstens 25% An Gehalt) hinweisen. Die Quarzfragmente sind entweder großenteils deformierte Einkristalle (undulös, zerschert und rekristallisiert), oder sie bestehen aus meist stark verzahnten Korngruppen. Die Quarze dieser Korngruppen und die zerscherten und rekristallisierten Quarze sind geregelt, ihre Regeln stimmen aber untereinander nicht überein und lassen sich auf keine gemeinsame Beanspruchung beziehen. Diese Quarzfragmente mit geregelttem Gefüge (zum Teil typische B-Tektonite!) und weiterhin die phyllonitischen Fragmente, die in einigen Breccientypen regellos verstreut zu finden sind, sind Hinweise auf starke tektonische Beanspruchung vor Einbettung in die Breccien und Sandsteine, zeugen also von voralpidischer Deformation der nicht lokalisierbaren Liefergesteine. Neben den phyllonitischen Fragmenten finden sich porphyroidähnliche Fragmente in verschiedenen Gesteinen des Breccienkomplexes.

Eindeutig aus dem näheren Bereich der Grauwackenzone und dort jetzt noch zu lokalisieren sind die Fragmente von Dolomiten, Kalken und Serizitquarziten in den Breccien und Konglomeraten der Breccienserie. Diese Fragmente liegen in der gleichen Ausbildung vor wie ihre Muttergesteine im Verband der Grauwackenzone.

Deutlich zu trennen von der oben erwähnten älteren Deformation der Fragmente in den Breccien ist die jüngere, alpidische Deformation der Breccien selbst, die besonders das Bindemittel einiger Breccientypen und auch Kalkfragmente sowie (durch Zerbrechung) Quarzfragmente betroffen hat. Im Zuge dieser alpidischen Deformation kam es auch zu Mineralneubildungen. Über deformierte Breccien dieser Art (sedimentäre Deformationsbreccien und tektonische Inhomogenitätsbreccien vom Typ „Schattbergstein“ und von der Wiege) wird im folgenden ausführlich berichtet werden.

Die Quarzkörner (Einkristalle) der Sandsteine sind stets unregelt, deutbare Regeln nach der Korngestalt lassen sich nicht erkennen. Ebenso zeigen die größeren Mylonitquarze keine Regel. Da die Mylonite höchstwahrscheinlich ursprünglich Sandsteine mit wohl erz- und serizitreichem Bindemittel und offenem Quarzgefüge waren, hat sich die Deformation hauptsächlich im Bindemittel ausgewirkt. Die Quarze antworteten auf Beanspruchungen meist durch Externrotation, es kam wohl zu einer undulösen Zerlegung der einzelnen Körner, eine deutbare Regel ist aber nicht vorhanden. Inwieweit der Quarzmörtel der Mylonite jedoch geregelt ist, läßt sich unter dem U-Tisch nicht entscheiden. Aus dem

zerrütteten Gefüge der Mylonite dürften Erze und Serizit des Bindemittels dann fortgeführt worden sein.

In Sandsteinen mit gut gerollten Quarzkörnern ist zuweilen zu erkennen, daß Quarzsubstanz sich an vorhandene Quarzkörner angelagert hat. Die ehemaligen Kornumrisse sind oft deutlich an einem leichten Erzfilm noch zu erkennen. Das Bindemittel ist in solchen Bereichen teilweise völlig verkieselt. Die zu den Quarzkörnern gehörigen Anwachshüllen, die meist um das ganze betreffende Korn herum zu beobachten sind, zeigen gleiche optische Orientierung wie die Körner selbst, um die herum sie liegen. Diese Kornüberwachungen sind jedoch nur in Sandsteinen mit gut abgerollten Körnern zu finden.

Wie bereits erwähnt, läßt sich bei den Sandsteinen nur in einigen wenigen Fällen eine undeutliche Regel nach der Korngestalt erkennen, doch sind die Unterschiede zwischen kürzesten und längsten Korndurchmessern nicht sehr ausgeprägt und überschreiten nicht das Verhältnis 1 : 2. Bevorzugte Richtungen in ss sind nicht deutlich. Scheibenartige Formen der Quarzkörner kommen zuweilen vor. Eine Strömungs- und Schüttungsrichtung, etwa durch die Schrägstellung von scheibenförmigen Fragmenten oder Einregelung länglicher Körner in Richtung der Stromfäden oder parallel zur Achse von Wellenbewegungen, läßt sich aus dem bearbeiteten Material nicht feststellen. Auch Kornverkleinerungen in bestimmten Richtungen als Zeichen zunehmender Entfernungen vom Liefergebiet lassen sich mangels genügend großer Aufschlußlängen nicht erkennen. Die Frage nach der Richtung der Sedimentanlieferung bleibt demnach offen.

Im Gegensatz zu den unregelmäßigen Sandsteinen zeigen gleichfalls untersuchte Grauwackenquarzite aus dem Liegenden der Basisschichten deutliche Regeln im Quarzgefüge. Weiters wurden einige Dolomite und Kalke der Grauwackenserie, die oft in Fragmenten in den Breccien der Basisschichten zu finden sind, bearbeitet. Dabei zeigen z. B. die grauen Kalke vom Saukogel (nordwestlich der Hohen Salve), die in den Kalkbreccien der Kleinen Salve als Fragmente vorkommen, eine auffallende postdiagenetische metasomatische Verdrängung des groben Kluftkalzits durch grobe Dolomitkörner, wobei die Dolomitisierung von den Klüften aus auch in das feinkörnige Kalzitgefüge außerhalb der Klüfte, die den Kalk durchsetzen, eindringt. Diese Klüftung der Kalke mit nachfolgender Ausheilung der Klüfte durch Kalzit und späterer Dolomitisierung fand nach der Einbettung der Fragmente dieses gleichen Kalkes in die Breccien von der Kleinen Salve statt; diese Fragmente zeigen weder die Klüfte noch diese Art von Dolomitisierung.

III. Kalkkonglomerate und Kalkbreccien vom Typ „Schattbergstein“

Am Latschenkogel, am Saukogel nahe der Kleinen Salve, am Gipfel der Kleinen Salve und besonders am Hahnenkamm bei Kitzbühel stehen Konglomerate und Breccien an, deren Hauptkomponenten grauer, dichter oder sehr feinkörniger Kalk ist. Daneben kommen untergeordnet rötliche Kalke und gelbe Dolomitfragmente vor. Das Bindemittel ist lebhaft rot gefärbt und führt Quarz.

Die Vorkommen zeigen von Westen (Latschenkogel) nach Osten hin zunehmende tektonische Beanspruchung, die bei den Breccien der Kleinen Salve und am Hahnenkamm am größten ist, weswegen diese letztere Gruppe als ausgesprochen tektonische Fazies hier eingehend besprochen wird. Außerdem zeigen die Breccien im Osten ihre größte Mächtigkeit, während besonders das

Vorkommen am Latschenkogel im Westen nur eine begrenzte Einschaltung von Meterzechnern darstellt, das als eine Art Deltaschüttung zu erklären ist.

Als Liefergestein für diese Kalkbreccien und -konglomerate kommen graue Kalke in Betracht, wie sie am Saukogel anstehen und untersucht wurden. Die roten Kalke, die als Fragmente in den Breccien und Konglomeraten vorkommen, konnten anstehend nicht in Nähe der Breccien gefunden werden.

1. Kalkbreccien von der Kleinen Salve und vom Hahnenkamm („Schattbergstein“)

Am Gipfel der Kleinen Salve und am Hahnenkamm stehen Kalkbreccien an mit grauen, manchmal weißen und rötlichen Kalken in rotem Bindemittel. Das wichtigste Charakteristikum dieser Breccien ist ihre starke tektonische Beanspruchung, die sich in Längung der Komponenten ausdrückt. Diese Längung der einzelnen Komponenten kann bis zu einer völligen Auswalzung, Ausschmierung in *s* gehen, so daß bänderkalkartige Gesteine entstehen. Im Gebiet der Kleinen Salve sind die Fragmente teilweise kantengerundet, so daß man in solchen Fällen von Konglomeraten sprechen kann. Im Hahnenkammgebiet sind die Fragmente völlig eckig. Die Größe der Komponenten beträgt in der längsten Achse zwischen 10 und 150 mm (im Mittel 20—80), die Breite der Komponenten liegt zwischen 5 und 80 mm (im Mittel 10—50), die Höhe (senkrecht *s*) schwankt zwischen 5 und 30 mm. In den völlig ausgewalzten Partien sind die Bänder der ausgewalzten Fragmente 1—5 mm hoch. Ganz selten kommen in den Breccien größere Fragmente (bis zu 300 mm) vor. Im Salvengebiet sind die Fragmente durchschnittlich kleiner.

Im Hahnenkammgebiet ist der Komplex der Breccien in zwei Pakete gegliedert, die tektonisch wohl durch eine Zunge von Sandstein getrennt sind, der sich im Gebiet der Seidlalm keilförmig von W her in die Breccien einschiebt. Nach E zu, gegen den Schattberg hin, schließen die beiden Pakete zu einem Komplex zusammen, wobei das obere Breccienpaket an 200 m mächtig ist. Die Breccien des unteren Stockwerkes fallen 40—60° nach SE ein. In diesem mittelfallenden *s* liegen die Fragmente mit ihrer längsten Achse eingeregelt, wobei die Richtung 20—30° W bevorzugt ist. Die Breccien dieses unteren Stockwerkes sind durchschnittlich weniger gelängt und geschiefert als die Breccien des oberen Stockwerkes. Im Gipfelgebiet des Hahnenkammes ist die stärkste Beanspruchung zu erkennen, hier stehen die bänderkalkähnlichen Breccien an. Sie fallen flach (10—30°) in südlicher Richtung ein. Die Breccien bzw. Konglomerate der Kleinen Salve stehen im Grad ihrer Beanspruchung etwa zwischen den weniger und den stark beanspruchten Typen vom Hahnenkamm. Die sehr farbenfrohen Breccien des Hahnenkammgebietes werden als „Schattbergstein“ gebrochen und finden als Ziersteine Verwendung; in Kitzbühel und im Brixental findet man häufig an Mauersockeln z. B. diesen „Schattbergstein“.

Im Anschliff zeigen sich neben den dichten Kalkfragmenten gelbliche, gröberkristalline Bereiche, die teilweise (besonders in den völlig ausgewalzten Teilen der Breccie) unregelmäßig konturiert erscheinen. Daneben ziehen sich solche Bereiche als feine Bänder entlang *s*. Durch Lembergsche und Mitchellsche Färbung zeigt sich, daß diese Bereiche aus Dolomit bestehen. Das rote Bindemittel führt kleine Quarze. In den Breccien der Kleinen Salve ist die Quarzföhrung des Bindemittels größer als in den Breccien des Hahnenkammgebietes.

Unter dem Mikroskop: Kalzit ist die Hauptkomponente der Breccien. Der gesamte Karbonatanteil der Breccien liegt zwischen 82 und 94%,

davon sind — bei den Breccien vom Hahnenkamm — 78—96% Kalzit, 4 bis 12% Dolomit. Die größten Prozentsätze an Dolomit finden sich in den aus-gewalzten Partien der Breccien vom Gipfel des Hahnenkamms. Die Breccien der Kleinen Salve enthalten nur Spuren von Dolomit.

Der Kalzit der pelitischen Kalkfragmente ist sehr feinkörnig (0,003 bis 0,012 mm; alle Angaben in Millimeter!), die einzelnen Körner sind miteinander verzahnt und zeigen teilweise leicht gelängte Kornquerschnitte. Die Fragmente selbst zeigen ein s. Ob dieses s primär ist oder sekundär durch die Deformation der Breccien entstanden ist, läßt sich nicht entscheiden. Teilweise setzt in den Fragmenten Umkristallisation mit Kornvergrößerung (0,017—0,09) ein. Aus solchen umkristallisierten Partien gehen Bereiche mit größeren Körnern (um 0,25) hervor, deren Körner teilweise zwillingslamelliert sind. Neu gebildete, gelängte, teilweise zwillingslamellierte Körner sind in einigen Bereichen im Pelit verteilt (0,5—1, maximal 2,5 mm). In anderen Bereichen sind zwillingslamellierte Kalzite mit zum Teil gebogenen Lamellen zu finden. Der Anteil von noch nicht umkristallisiertem Pelit am Gesamtkarbonat der Breccien beträgt zwischen 15 und 40%. Sämtlicher Pelit ist Kalzit.

Einzelne kleine, verzahnte Quarze (0,08—0,15) sind im Kalkpelit zu finden. Es handelt sich hier wohl um Verkieselung, nicht um mechanische Anlagerung klastischer Komponenten.

Die Kalkfragmente erinnern an den bereits erwähnten feinkörnigen, grauen Kalk vom Saukogel.

Dolomitbereiche sind vor allem an der leicht gelblichen Pigmentierung zu erkennen. Zwei Arten von Dolomitbereichen sind deutlich unterscheidbar:

1. Bereiche mit groben, verzahnten Dolomitmörnern (0,1—1), aus denen öfter Bereiche mit verzahnten Körnern mit gelängten Kornquerschnitten ($0,1 \times 0,7$ — $0,2 \times 2$) hervorgehen. Dieser Dolomit ist prätektonisch bis paratektonisch gebildet. Es handelt sich teils um Dolomitfragmente, teils wohl um Neubildungen, die vor oder während der Deformation unter gerichtetem Druck gewachsen sind, wie man an den gelängten Kornquerschnitten erkennen kann.

Die zweite Art von Dolomit ist jünger, posttektonisch bzw. die Kristallisation hat die Deformation überdauert. Es sind gelbliche, pigmentierte, meist idiomorphe Dolomitekristalle ohne Zwillingslamellen. Sie umgeben wolkig Bereiche von Dolomit erster Art und ziehen von hier aus oft zeilenförmig entlang s in das Gefüge. Besonders an den Grenzen zwischen Kalkfragmenten und Bindemittel treten solche Dolomitzeilen auf. Die Dolomitmörner selbst haben sehr unterschiedliche Korngrößen (0,05—0,5, maximal 1). Die Zeilen mit solchen Dolomitekristallen können bis zu 1,5 mm mächtig werden und ziehen oft durch den ganzen Schliffbereich hindurch. Diese Neubildung, die erst nach der Deformation zum Abschluß kam, ist deutlich belteropor s vorangeschritten. Die Dolomitrhomboeder finden sich vor allem im Pelit, aber auch im Bindemittelkalzit sind sie stellenweise reichlich vorhanden. Abb. 1 zeigt solche neugebildeten Dolomitrhomboeder. Jünger als diese Dolomitisation sind die kalzitverheilten Klüfte, die durch dolomitisierte Bereiche hindurchsetzen.

Neben der Dolomitisierung dürfte es jedoch auch zu einer Rekalzitisierung gekommen sein. Dies ist in einem Falle deutlich zu erkennen: Ein gelblicher, grobkristalliner Dolomitbereich besteht aus einem völlig dolomitischen Kern, der wohl ein Dolomitfragment darstellt. Nach den Rändern dieses Dolomitbereiches hin ist das Dolomitgefüge aufgelockert und geht über in einen



Abb. 1. Schattbergstein. Neubildung von Dolomitrhomboedern in Kalkpelit. Dünnschliff, nur Polarisator.

Kalzitbereich, in dem reichlich Dolomitrhomboeder zu erkennen sind. Dieser Randbereich ist später dolomitisiert worden. Durch den ganzen Dolomitbereich setzen jüngere, feine, kalzitverheilte Klüfte hindurch. Von der Seite, entlang s, dringt ein unregelmäßig umgrenzter Bereich aus weißem Kalzit in den gelblichen Dolomitbereich hinein. Dieser Kalzitbereich wandelt belteropor s den Dolomitbereich um.

Das Bindemittel der Breccien besteht hauptsächlich aus Kalzit, und zwar ist neben feinkörnigem Kalzit (0,017—0,05), der die Grundmasse bildet, grober, zwillingslamellierter Kalzit zu finden, dessen Lamellen häufig gebogen sind. Daneben kommt im Bindemittel Quarz vor (4—10,5%). Neben kleinen, eckigen bis leicht gerundeten Körnern (0,01—0,5) kommen größere, eckige Quarzfragmente (0,5 bis maximal 4 mm) vor, die teilweise aus verschiedenen auslöschenden Bereichen bestehen. Auch kataklastische Körner sind zu finden. Diese größeren Quarzfragmente sind teilweise zerbrochen.

Roter FeO-Schlamm (größenteils wohl Hämatit, 1—6%) ist im Bindemittel reichlich vertreten, besonders in Bereichen mit Quarz und Serizit, dann längs verheilte Klüfte und entlang der Begrenzung von Fragmenten, die zuweilen stylolithähnlich ausgebildet ist. Auch in die Spaltbarkeit von Karbonatkörnern und längs Zwillingslamellen ist Erz in einigen Fällen sekundär eingedrungen.

Serizit und größere Hellglimmer kommen nur selten (um 1%) im Bindemittel vor, dann zumeist mit Erz. Turmalin fehlt in den Breccien.

Neben der Neubildung von Dolomit ist es in den Breccien, und zwar besonders in den stark beanspruchten, ausgewalzten Teilen, zu weiteren Mineralneubildungen gekommen. In Bereichen mit Dolomitneubildung ist verschiedentlich Zoisit (0,006—0,6, maximal 0,15) in isometrischen Körnern mit Pflasterstruktur zu finden. Die Körner zeigen gute Spaltbarkeit, die Auslöschung ist meist gerade, in wenigen Fällen beträgt sie 8—10° gegen die sichtbare Spaltbarkeit. Die Interferenzfarben sind grau der I. Ordnung bis zu leicht gelblichen Farbtönen. Der

Achsenwinkel $2 v_z$ liegt um 30° , in anderen Fällen um $48-50^\circ$. Ersteres dürfte Pseudozoisit (beta-Zoisit) oder Klinozoisit, letzteres alpha-Zoisit sein.

Neben Zoisit konnte in einem Falle idiomorpher Feldspat beobachtet werden. In Dolomitgefüge mit gelängten Kornquerschnitten liegt er parallel s ($0,17 \times 0,5$ mm). Es handelt sich um einen Zwilling nach (010), $2 v_z$ $78-82^\circ$, also ein Albit mit 5—10% An-Gehalt.

Ältere Klüfte durchsetzen zuweilen Quarzfragmente. Sie sind mit unpigmentiertem, teilweise lamelliertem Kalzit gefüllt, dessen Lamellen gebogen und gefaltet sind. Diese älteren Klüftfüllungen haben also noch eine tektonische Beanspruchung erfahren. Jüngere Klüfte sind mit grobem, polygonal verzahntem Kalzit (0,05—0,5, maximal 1 mm) gefüllt. Dieser stets unpigmentierte Klüftkalzit hebt sich deutlich von den pigmentierten Dolomitbereichen ab, die er oft durchsetzt.

Wegen der Feinkörnigkeit der meisten Teilgefüge ließen sich nur deformierte, gelängte Großkörner eines Dolomitbereiches und Dolomitrhomboeder (Neubildungen) einmessen. Die deformierten Großkörner (Diagramm D 1) zeigen eine undeutliche Regel, einen Gürtel um b , etwa 26° innerhalb der Peripherie. Das dazugehörige B (B-Achse) (EW, 14° W) würde einer NS-Beanspruchung entsprechen. Ein B ist aber im Gelände und im Handstück nicht zu erkennen.

Die neugebildeten, nicht deformierten Rhomboeder (Diagramm D 2) zeigen ein deutliches Maximum von 9%. Das Maximum und ein Untermaximum von 7% liegen in einer schwach angedeuteten Kleinkreisbesetzung (Kleinkreis von etwa 46° parallel s). Das würde auf Einregelung von $(10\bar{1}1)$ parallel s hindeuten. Die Dolomitneubildung dürfte also in einem bereits überprägten Gefüge erfolgt sein. Die untersuchten Proben entstammen dem Bereich der Bergstation der Hahnenkammbahn, mithin einem der am stärksten beanspruchten Bereiche des Schattbergsteins in den hangendsten Partien der Breccienserie. Die tieferen Partien des Schattbergsteins zeigen auffälligerweise nicht diese starke Beanspruchung. Die Längung der Kalkfragmente in den Breccien tieferer Lagen in der Gegend der Seidlalm stimmt mit dem EW-liegenden B nicht überein: Im Gebiet der Seidlalm liegen die längsten Achsen der Kalkfragmente etwa 20 bis 30° W, $40-60^\circ$ SE. Der tektonisch eingeschaltete Sandsteinkomplex oberhalb der Seidlalm scheint also zwei Bereiche mit verschiedener Eigentektonik zu trennen. Darüber jedoch könnte nur eine speziell tektonische Bearbeitung dieses Gebietes Aufschluß geben.

Im Gebiet der Kleinen Salve wurden aus einer Breccie deformierte Großkörner (Kalzit) und Lamellenpole e eingemessen. Es ergaben sich (Diagramm D 3, D 4) typische Regeln eines S-Tektonits (Maximum der e -Pole in c , die c -Achsen bilden einen undeutlichen Kleinkreis — etwa 26° — um c der Projektion).

Die Kalkbreccien vom Hahnenkamm und von der Kleinen Salve sind zusammenfassend als sedimentäre Deformationsbreccien zu charakterisieren. Starke tektonische Beanspruchung sowie Mineralneubildungen bedingen die Metamorphose dieser Breccien. Gefügeregelung läßt sich nachweisen.

2. Zwischenschichten der Kalkbreccie vom Hahnenkamm

In die Kalkbreccien vom Hahnenkamm sind in cm- bis dm-Mächtigkeit stellenweise rote, sandsteinartige, kalkige Zwischenschichten eingeschaltet, die nur aus

dem roten Bindemittel der Breccien zu bestehen scheinen. Diese Zwischenlagen sind geschichtet bis geschiefert und lassen sich im Streichen über mehrere Meter-zehner hin verfolgen.

Unter dem Mikroskop: Flächiges Parallelgefüge aus hauptsächlich Kalzit bildet den wichtigsten Bestandteil dieser Zwischenschichten (Kalzit 81,5%, Quarz 7,5%, Serizit 1,6%, Erz 9,3%). Er ist meist feinkörnig (0,008—0,017), teilweise zeigen die Körner leicht in s gelängte Querschnitte. Neben diesem feinkörnigen Kalzit kommen in Klüften chemisch angelagerte Kalzite vor, ebenso sind große Kalzitkörner (bis zu 0,3 mm) mit Zwillinglamellierung innerhalb des feinkörnigen Kalzits zu finden. Dolomitkörner fehlen in den Zwischenschichten.

Sehr charakteristisch für die Zwischenlagen ist ihre Feinschichtung, die durch den Wechsel von Kalzit- und dünnen Erzlagen hervorgerufen wird (Abb. 2). Die Kalzitlagen sind 0,08—0,8 mm mächtig, die Erzlagen sind sehr viel dünner (0,005—0,05). Roter FeO-Schlamm findet sich außerdem fein verteilt innerhalb der Kalzitlagen und nesterweise zusammen mit Quarz angereichert.

Klastische, mechanisch angelagerte Quarzkörner (0,017—0,3, maximal 0,5) finden sich häufig im Kalzitgefüge verteilt. Sie sind eckig bis leicht gerundet, besser gerundete Körner sind selten. Einige Körner zeigen kataklastisches Gefüge, sie sind zerschert und rekristallisiert.

Die Feinschichten umfließen oft die Quarze und bilden Zwickel, die sich oft in das s des Gefüges fortsetzen. Diese sind mit teilweise lamellierten und meist leicht gebogenen, kleinen Kalziten gefüllt. Diese sekundär gebildeten und meist leicht deformierten Kalzite zeigen Relativbewegungen zwischen Quarzen und umliegendem Kalzitgefüge an.

Hellglimmer und Serizit kommen vereinzelt vor, mit (001) parallel s geregelt. Auch in einigen Linsen ist Serizit angereichert. Einige Fragmente in Größe von Quarzen bestehen nur aus Serizit. Diese Fragmente dürften wohl zersetzte Feldspäte sein. Turmalin fehlt in den Zwischenschichten ebenfalls, wodurch sie sich deutlich von den Sandsteinen der hangenden Sandsteinmergel unterscheiden. Ganz selten wurden phyllonitartige Fragmente beobachtet.

Die Zwischenschichten sind tektonisch beansprucht. Die Umschmiegung der größeren Quarzfragmente durch Kalzit sowie eine Flexur mit ausgedünntem Mittelschenkel (Abb. 2) zeugen von Teilbewegungen im Gefüge. Das Kalzitgefüge war wegen der geringen Korngröße nicht einmeßbar. Gemessen wurden lediglich Quarze innerhalb der Flexur, doch ergibt sich keine deutbare Regel. Dies ist wohl dadurch zu erklären, daß die tektonische Beanspruchung sich vor allem dem Kalzitgefüge mitteilen konnte, während das völlig offene Quarzgefüge nur Externbewegungen ausführte, dadurch also keine Regelungen erfolgten.

Auffällig gegenüber den Breccien ist der stärkere Erzgehalt der Zwischenschichten (9,3% gegenüber 1—6% in Breccien). Auch Serizit (1,6% gegenüber 1%) ist etwas stärker vertreten. Dagegen hält sich der Quarzanteil im Rahmen der Breccien, ebenso der Kalzitanteil, der nur um ein geringes niedriger liegt als bei den Breccien. Dolomit fehlt völlig, zersetzte Feldspäte sind möglicherweise vorhanden.

Das Fehlen von Dolomit, das Vorkommen von Feldspat sowie der starke Erzanteil machen es wahrscheinlich, daß diese Zwischenschichten, trotz ungefähr gleichen Quarz- und Kalzitanteils wie die Breccien, nicht etwa zerkleinerte, völlig aufgearbeitete Breccien darstellen, sondern daß sie etwas geänderten Sedimentationsbedingungen ihre Entstehung verdanken. Es wurde gewisser-

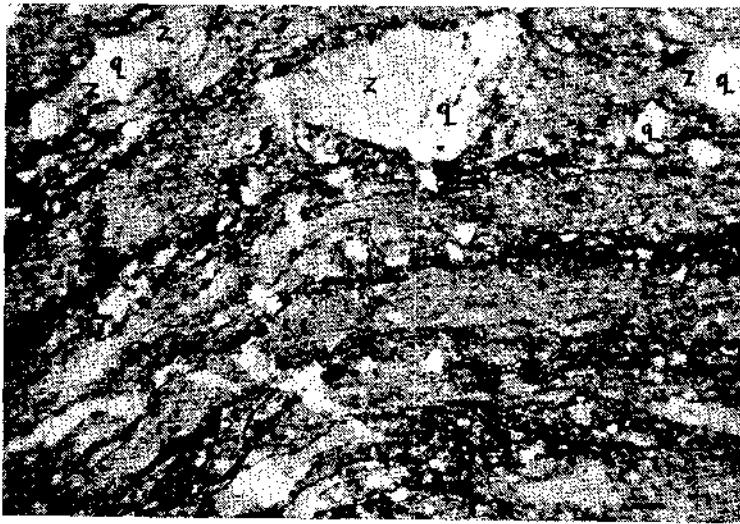


Abb. 2. Schattbergstein. Feinkörnige Zwischenschicht; deutlich sind die kalzitischen Zwickelfüllungen (z) neben Quarzkörnern (q) zu erkennen. Dünnschliff, nur Polarisor.

maßen nur das Bindemittel sedimentiert, ein Kalksandstein, der seinen Kalkgehalt aus denselben Kalkbereichen bezog, die auch die Breccien mit ihren Fragmenten belieferten. Während der reinen Brecciensedimentation lief die Sedimentation des Kalksandsteins weiter und gab dann das Bindemittel für die Breccien ab. Der ursprüngliche Feldspatgehalt dieser Kalksandsteine blieb in den Bindemittelpartien, die zwischen den starren Kalkfragmenten bei tektonischer Beanspruchung viel mehr ausgewalzt wurden, nicht erhalten, d. h., die in den Zwischenschichten vorhandenen serizitisierten Feldspäte wurden in den Bindemittelbereichen völlig aufgearbeitet. Der Dolomitgehalt der Breccien stammt — wenigstens teilweise — aus Dolomitfragmenten.

3. Kalkbreccien und -konglomerate vom Steirischen Erzberg

Zu Vergleichszwecken wurden einige Proben von Breccien, Konglomeraten und Zwischenschichten vom Steirischen Erzberg untersucht. Diese dem „Schattbergstein“ sehr ähnlichen Gesteine stammen aus der Basis der Werfener Schichten, die in den östlichen Teilen der Nördlichen Grauwackenzone den Buntsandstein-komplex vertreten.

Die Breccien und Konglomerate zeigen weißliche bis graue, seltener rötliche Kalkfragmente (7,5—50, maximal 100 mm) in einem dichten Bindemittel, das teils intensiv violett, teils olivgrün gefärbt ist. Daneben gibt es Typen, in denen die Fragmente gelängt sind (B-Achse), wobei das Verhältnis kürzester zur längsten Achse 1 : 2 bis 1 : 4 sein kann. Charakteristisch für diese beanspruchten Typen sind kalzitverheilte Klüfte senkrecht zur längsten Achse der Fragmente (ac-Klüfte). Ein s zeigt sich nur bei den tektonisch beanspruchten Typen. Die Längung der Fragmente kann bis zu einer Auswalzung gehen, wie sie beim Schattbergstein zu beobachten ist. Auch bei den Breccien des Erzberges entstehen so bänderkalkartige Gesteine, es wechseln hier mit den ausgewalzten grauen Fragmenten rötliche und olivfarbene, schlierige Lagen des Bindemittels

ab. Letztere geben dem Gestein eine grünlich-braune Farbe. Mit der Mitchell'schen Färbung wurden alle Fragmente als Kalk bestimmt.

Unter dem Mikroskop: Vor allem unterscheidet sich das Bindemittel sehr vom Bindemittel der Breccien vom Hahnenkamm. Serizit wiegt vor. Er bildet dichte Filze, oft mit feinkörnigem Kalzit vermengt, so daß eine genaue Trennung oft nicht möglich ist. Diese serizitreiche Ausbildung des Bindemittels ist in den olivgrünen Bindemittelbereichen zu finden. Ein *s* ist in diesen Typen manchmal gut ausgeprägt (z. B. in den ausgewalzten, flaserigen „Bänderkalken“), in anderen Fällen fehlt ein *s* im Dünnschliffbereich.

Die violetten Bindemittelbereiche zeigen ein Vorwalten von sehr feinkörnigem Kalzit (0,006—0,06), der oft innig mit Serizit vermischt ist oder in lagenweisem Wechsel mit diesem auftritt. Auch große, zwillingslamellierte Kalzitkörner (0,08—0,9) kommen im Bindemittel vor. Neubildungen von idiomorphen Dolomitrhomboedern, wie im Schattbergstein, fehlen.

Erz ist besonders in den violetten Typen stärker vertreten, meist in kleinen Körnern und Kügelchen (0,006—0,06), oft gut das *s* abbildend. Daneben kommt es in unregelmäßigen Fetzen und als feines Pigment des Bindemittels vor. Auch an der Begrenzung von Kalkfragmenten ist Erz angereichert.

Quarz ist nur im Bindemittel in sehr kleinen Körnern zu finden (0,006—0,09), die vielfach gut gerundet, seltener eckig sind. Stellenweise ist Quarz stark angereichert, oft bildet er zusammen mit Serizit eine nur schwer auflösbare Grundmasse.

Die Kalkfragmente selbst sind sehr feinkörnig (0,003—0,006, maximal 0,06), in den stark beanspruchten Typen sind die einzelnen Kalzitkörner verzahnt und zeigen gelängte Kornquerschnitte. In umkristallisierten Bereichen finden sich größere Kalzitkörner, zum Teil mit Zwillingslamellierung (maximal 0,9 mm).

In einigen Fällen ist an den Kalkfragmenten gegen das Bindemittel hin ein Saum aus Kalzitkristallen mit stark gelängten Kornquerschnitten zu erkennen. Die längsten Querschnitte dieser Körner stehen etwa senkrecht auf den Begrenzungen der Kalkfragmente. Die gelängten Körner liegen palisadenartig dicht nebeneinander und sind teilweise leicht gebogen. Die längsten Kornquerschnitte sind 0,5—1 mm lang. Diese Erscheinung ist jedoch nicht als geschlossener Saum um die Fragmente herum zu beobachten, sondern die gelängten Kalzitkörner finden sich an bevorzugten Flächen der Fragmente. Sie liegen stets an gegenüberliegenden Flächen von Fragmenten, und zwar sind es an allen Fragmenten eines betreffenden Bereiches die entsprechenden Flächen, die mit dem Kalzitsaum besetzt sind. Eine Beziehung zwischen Fragmentgestalt und kalzitgesäumten Flächen ist nicht festzustellen, ebenso läßt sich weder in den betreffenden Handstücken, die auf den ersten Blick nicht deformiert erscheinen, noch im Dünnschliffbereich ein *s* erkennen. Die zweiseitigen Säume wirken wie Anwachs säume, die Kalzite der Säume sind neu gebildet, unter gerichtetem Druck gewachsen und später leicht gebogen. Diese Deformation läßt vielleicht auf Relativbewegungen zwischen Fragmenten und umgebendem Bindemittel schließen.

Zirkon und Turmalin kommen in einigen Fällen — sehr selten — vor.

Diese Breccienserie vom Steirischen Erzberg ist eine sedimentäre Deformationsbreccie mit zum Teil sehr starker Durchbewegung, ganz ähnlich den Breccien vom Hahnenkamm und der Kleinen Salve. In der Mineralführung unterscheiden sich diese Breccien der östlichen Grauwackenzone durch starke Serizitbeteiligung und gelegentliche Zirkon- und Turmalinführung von den Breccien

des Typs „Schattbergstein“. Ein anderer wesentlicher Unterschied ist das Fehlen von Dolomit in den Breccien des Steirischen Erzberges und dann vor allem das Vorkommen von fast nicht deformierten Breccientypen (Anwachssäume an den Fragmenten deuten erste Deformation bzw. Beanspruchung an!) und stark deformierten, völlig ausgewalzten, bänderkalkartigen Breccien in nächster Nachbarschaft. Bei den Breccien vom Hahnenkamm und der Kleinen Salve dagegen sind in allen Aufschlüssen nur stark tektonisch deformierte Typen vertreten.

4. Zusammenfassung

Die Kalkkonglomerate und -breccien sind ein für tiefere Horizonte der permotriadischen Basisserie auf der Nördlichen Grauwackenzone typisches Gestein, das sich in ähnlicher Ausbildung im Westen wie im Osten findet. Für seine stratigraphische Stellung spricht die Einschaltung in Dolomitbreccien (z. B. am Latschenkogel) sowie die geringe oder völlig fehlende Turmalinführung. Feinkörnige Zwischenschichten sind den Breccien zwischengeschaltet. Die Breccien und Konglomerate sind durchwegs tektonisch beansprucht, wobei sich alle Übergänge von Anwachssäumen an Fragmenten und gelängten Konglomeraten und Breccien bis zu völlig ausgewalzten „Bänderkalken“ finden. Diese tektonisch beanspruchten Kalkbreccien lassen sich als sedimentäre Deformationsbreccien beschreiben und sind in ihren stark beanspruchten, hier besprochenen Typen ausgesprochene Tektonite. Diese starke Beanspruchung unterscheidet die Kalkbreccien wesentlich von den gleich alten Dolomitbreccien, die nie diese Durchbewegung des Gefüges zeigen. Dies kann möglicherweise am Ausgangsmaterial liegen, denn die Kalke in den Kalkbreccien sind durchwegs feinkörniger als die Dolomite und daher vielleicht leichter deformierbar. In den stark tektonisch beanspruchten Kalkbreccien kommt es zuweilen zu Mineralneubildungen.

Die Kalkkonglomerate und -breccien führen zwar teilweise Dolomitfragmente, doch lassen sich keine Übergänge zu Dolomitbreccien feststellen. Es handelt sich also bei den Kalkkonglomeraten und -breccien um eine scharf abgegrenzte Fazies, aus der sich wiederum die stark durchbewegten Tektonite herausheben lassen.

Die Liefergesteine für die Kalkbreccien lassen sich zum Teil in den liegenden Grauwackengesteinen lokalisieren. Die Transportweite der Fragmente der Kalkbreccien war nicht groß.

IV. Kalk-Quarz-Sandsteine bis -Breccien von der Wiege

Als ausgesprochene Sonderfazies liegt am Südrand der Gaisbergscholle bei Kirchberg, im Gebiet der Wiegenalm, ein Komplex von leuchtend roten Sandsteinen bis Breccien, bei denen in einem kalkigen Bindemittel mehr oder weniger reichlich Quarzfragmente vorkommen. Diese Sandsteine und Breccien grenzen tektonisch gegen den hangenden Ramsaudolomit der Gipfelregion des Gaisberges, der mit einer Mylonitisierungszone über den Sandsteinkomplex hinweggreift. Nach SW zu grenzen die Sandsteine — wohl ebenfalls tektonisch — an Wildschönauer Schiefer. Der Sandstein- und Breccienkomplex ist von den verschiedensten Störungen förmlich zerstückelt. Auch das Einfallen der Sandsteine ist nur schwer zu bestimmen, es ist meist steil nach N ($45-85^\circ$) unter den hangenden Ramsaudolomit hin gerichtet.

Die Quarz-Kalk-Sandsteine und -Breccien zeigen die mannigfaltigsten Ausbildungen. Durch Zurücktreten der Quarzkomponente entstehen fast reine, graue bis rötliche, geflammte, dichte Kalke, zunehmender Quarzgehalt ergibt kalkige

Quarzsandsteine und -Breccien. Zwischen diesen extremen Grenztypen sind alle Übergänge vorhanden, so daß hier zweifellos eine primär-sedimentäre Abfolge vorliegt.

In den quarzreicheren Partien dieses Schichtpaketes finden sich öfter Fragmente des dichten, hellgrauen, weißen oder rötlichen Kalkes, der das eine Endglied der Übergangsreihe Kalk zu Kalk-Quarz-Sandstein darstellt. Die Fragmente dieses Kalkes sind oft undeutlich konturiert und scheinen teilweise im kalkigen Bindemittel zu zerfließen. Das Auftreten solcher Kalkfragmente in den quarzreichen Partien macht wahrscheinlich, daß die Kalke das Liegende, die quarzreichen Sandsteine und Breccien das Hangende der Serie darstellen. Aus den Lagerungsverhältnissen läßt sich diese Abfolge nicht erschließen, da die intensive Zerrüttung und Verschuppung der ganzen Zone das ursprüngliche Profil verwischt hat.

Ein Charakteristikum dieser Kalk-Quarz-Sandsteine bis -Breccien sind die vielen feinen Klüfte in den eckigen bis leicht gerundeten, bis zu 10—25 mm großen Quarzfragmenten. Die Klüfte sind mit Kalzit verheilt und stehen mehr oder minder senkrecht auf den längsten Durchmesser der Quarzfragmente. Diese zeigen eine Regel nach der Korngestalt und liegen mit ihrer längsten Achse in s, wobei in s bevorzugte Richtungen sich nicht erkennen lassen.

Die quarzarmen Glieder dieser kalkigen Kalk- und Quarzsandsteinserie sind gut geschichtet bis geschiefert. In diesen Typen nimmt die Korngröße der Quarzfragmente stark ab (größte Fragmente hier nur 5 mm).

Das kalkige Bindemittel ist rötlich, einige Partien sind mehr weißlich. Es enthält neben millimetergroßen Quarzen ziegelrote Komponenten von meist unter 1 mm Größe.

Das Fehlen der höheren Schichtglieder bis zum auflagernden Ramsaudolomit, die intensive Zerstückelung der Quarzfragmente in den Sandsteinen, die geschiefertten Lagen der quarzarmen Glieder des Kalk-Quarz-Sandsteinkomplexes sind — neben den bereits erwähnten Mylonitisierungszonen besonders im hangenden Ramsaudolomit und der intensiven Zerrüttung und Verschuppung der ganzen Zone — weitere Zeichen für die tektonische Grenzlage der Sandsteinserie zu Liegendem und Hangendem. Hier wie auch in anderen Fällen im Arbeitsgebiet wirkt sich die stoffliche Inhomogenität des Sandsteins gegenüber anderen Gesteinen als tektonischer Bewegungshorizont aus.

Unter dem Mikroskop: Die Kalk-Quarz-Sandsteine bestehen vorwiegend aus einem Kalzit-Quarz-Gefüge mit stark wechselnden Anteilen der beiden Hauptkomponenten.

Kalzit, teils als Pelit, teils in größeren Körnern, bildet meistens den Hauptanteil dieser Gesteine. Er schwankt zwischen 95% in den Kalken und 22% in den quarzreichen Breccienlagen. Dolomit fehlt in den Kalk-Quarz-Sandsteinen. In den Kalken und kalkreichen Partien wiegt Pelit (0,003—0,012) vor, bis zu 90% des Kalzits können pelitisch sein. In rötlichen Partien ist dieser Pelit durch diffus verteilten FeO-Schlamm gefärbt, es kann dann ein bräunliches Kalzit-Erzgemisch entstehen.

Die Kalke und kalkreiche Sandsteinlagen zeigen ein sehr inhomogenes, breccioses Gefüge. Die zahlreichen Klüfte, die den Pelit durchziehen, sind mit grobem, meist lamelliertem Kalzit (bis zu 0,5 mm) gefüllt, teilweise ist auch feinstes Pelit in den Klüften zu finden, so daß der Eindruck eines Mylonits entsteht. Die Kluftekalzite sind, im Gegensatz zu dem umgebenden Pelit, nicht durch Erz pigmentiert, ihre Lamellen sind oft stark gebogen.

In den quarzreichen Lagen bildet Kalzit das Bindemittel. Hier treten die pelitischen Bereiche stark zurück, vorherrschend sind größere Kalzitkörner (0,03—0,1, maximal 0,5) in verzahnter oder Pflasterstruktur. Zwillingslamellierung ist vorherrschend. Daneben treten reichlich deformierte Großkörner (0,1 bis maximal 1,4 mm) als Kluffüllungen oder in Kleinhöhlen auf. Diese Körner zeigen häufig gebogene Zwillingslamellen. Einzelne Bereiche des Bindemittelkalzits zeigen stark gelängte Querschnitte der einzelnen Kalzitkörner (bis zu 1 mm lang), die oft stark undulös sind. Die Deformation dieser Körper dürfte postkristallin erfolgt sein oder paratektonische Sammelkristallisation unter gerichtetem Druck darstellen.

Kalkfragmente aus Pelit lassen sich von dem umgebenden Kalzitbindemittel leicht unterscheiden. Randliche Auflösungen der feinkörnigen Kalkfragmente deuten auf beginnende Umkristallisation vom Bindemittel aus hin. Die pelitischen Fragmente bestehen aus dem gleichen Material wie die Kalke, die das eine Endglied der Reihe von Kalk zu Kalk-Quarz-Sandsteinen und -Breccien darstellen. Im Verlaufe der Sedimentation dieser Gesteinsserie wurden zuerst diese Kalkpelite im ruhigen Wasser angelagert. Mit dem Beginn einer stärkeren Einschwemmung von Quarzfragmenten vom Lande her änderten sich die Ablagerungsbedingungen, das Wasser wurde stärker bewegt und die pelitischen Kalke, die bereits stärker verfestigt waren, wurden teilweise wieder aufgearbeitet und ihre Trümmer in den Sandsteinen neuerlich abgelagert. Der zeitliche Zwischenraum zwischen der Anlagerung der pelitischen Kalke und der Sedimentation der Kalk-Quarz-Sandsteine war groß genug, daß der Kalkpelit im Liegenden schon stärker verfestigt war, als er neuerlich aufgearbeitet wurde. Da dieses Intervall nicht gliederbar, also geologisch einzeitig ist, kann man die Sedimentation der Kalkfragmente in die kalkigen Sandsteine als spätdiagenetische Resedimentation bezeichnen. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei den Resedimenten der roten Dolomitbreccien, die bereits früher erwähnt wurden, um frühdiagenetische Resedimente, wo die aufgearbeiteten Fragmente und das umgebende Bindemittel keinen großen Unterschied im Grad ihrer Diagenese zeigen.

Im weiteren Verlauf der Sedimentation der Kalk-Quarzserie wurden später große Mengen von Quarz eingeschwemmt. Das kalkige Bindemittel der Sandsteine und Breccien wurde schon in frühem diagenetischem Stadium umkristallisiert, die stärker verfestigten Kalkfragmente aus dem aufgearbeiteten Liegenden dagegen erfuhren keine Umkristallisation, erst später kam es randlich vom Bindemittel her zu Umkristallisationen. Die starke Beanspruchung der kalkigen Bindemittelpartien, die Zerbrechung der Quarzfragmente und die intensive Zerbrechung der tieferen, kalkreichen Lagen erfolgten erst später in tektonischen Phasen.

Neben Kalzit tritt im Bindemittel Erz auf. Der Erzanteil beträgt zwischen 1 und 4,8%. Es handelt sich wohl vor allem um Hämatit, daneben dürfte aber auch Magnetit vorkommen. Das Erz ist sicherlich syngedimentär angelagert. Linsenförmige Anreicherungen von Erz an den Grenzen zwischen groben und feinen Quarzlagen sowie Erzreicherungen zusammen mit Glimmern oder kleinen Quarzen sprechen dafür. Die auffälligen ziegelroten Komponenten im Bindemittel sind teils innige Gemische von kleinen Quarzen und Erz, teils diffuse Durchsetzungen von Quarzen mit Erz. Das Eindringen von Erz in Quarzrupturen ist sekundär.

Hellglimmer, seltener feiner Serizit, kommt im Bindemittel nur relativ wenig vor (0,9 bis maximal 9,6%). Die Hellglimmer sind oft gebogen. Glimmeranreicherungen gehen meist mit Erzanreicherungen Hand in Hand.

Quarz ist neben Kalzit die zweite Hauptkomponente dieses Gesteins. Die Quarzfragmente sind eckig bis leicht gerundet. Zum Teil sind es Einkristallquarze (0,01—0,1, maximal 1,8 mm), die oft undulöse Auslöschung zeigen, zum großen Teil aber handelt es sich um Quarzfragmente, die aus einem verzahnten Gefüge von kleinen Quarzkörnern bestehen. Diese Quarzfragmente werden bis zu 10 mm und größer, die Einzelkörner dieser Fragmente sind meist klein (0,01—0,05), es kommen aber auch größere solche Einzelkörner in den Fragmenten vor. Die Fragmente zeigen zuweilen ein s von Hellglimmer, das meist parallel zur Längsachse der Fragmente liegt. Die Fragmente zeigen oft rechteckige Querschnitte (kürzester zu längstem Durchmesser wie 1:2 bis 1:4), die längsten Fragmentachsen liegen annähernd parallel s des Gesteins. Auch elliptische Fragmentquerschnitte sind zu beobachten. In einigen Fällen ist zu erkennen, daß die Fragmente teilweise flache, mehr scheibenförmige Gestalt haben. Eine Regel nach der Korngestalt läßt sich jedoch nur in grobkörnigen Typen teilweise feststellen.

Eine dritte, ebenfalls sehr häufige Form von Quarzfragmenten zeigt ein Gefüge aus wechselnden Lagen von innig verzahnten, sehr kleinen, unregelmäßig begrenzten Quarzkörnern (0,003—0,05) und langgestreckten, meist undulösen, unverzahnten Bereichen (Abb. 3). Diese Quarzfragmente dürften teilweise zerscherterte und rekristallisierte Quarze sein, zum anderen Teil kann es sich bei ihnen um zerscherterte Quarzgefüge aus Einzelquarzen handeln. Auch diese Fragmente zeigen meist einen gestreckten Querschnitt, wobei die verzahnten Quarzreihen parallel der längsten Querschnittachse ziehen und diese parallel dem s des Gesteins liegt. Diese Fragmente sind sehr unterschiedlich groß, zwischen 0,2 und 2 mm und darüber.



Abb. 3. Kalk-Quarz-Sandstein von der Wiege. Zerscherteres und rekristallisiertes Quarzfragment mit kalzitverheilten, feinen Klüften. Dünnschliff, gekreuzte Nicols.

Eine Wechsellagerung von feinerkörnigen und gröberen Quarzfragmenten erzeugt zuweilen ein deutliches *s*. In den feinkörnigen Lagen ist dabei Erz oft angereichert, ebenso linsenförmig entlang der Grenzen von Lagen fein- und grobkörniger Quarzfragmente. Häufig umgibt ein feiner Erzfilm die einzelnen Quarzfragmente oder dringt sekundär vom Bindemittel her in feine Rupturen der Quarzfragmente ein.

Ein ganz typisches Merkmal dieser Kalk-Quarz-Sandsteine und -Breccien ist die intensive Zerklüftung der Quarzfragmente. Die großen Fragmente wie auch die kleinen Einkristallquarze werden von diesen Klüften durchsetzt, die mit der Längsachse der Fragmente, die ja nicht streng parallel *s* liegen, etwa einen Winkel zwischen 70 und 90° bilden und annähernd senkrecht auf dem *s* des Gesteins stehen. Zuweilen setzt noch eine zweite, schräge, nicht so deutlich ausgeprägte Kluftchar durch die Quarzfragmente hindurch. Diese beiden Kluftscharen treten nur in den Quarzfragmenten auf, sie ziehen nicht in das Bindemittel hinein (Abb. 4).

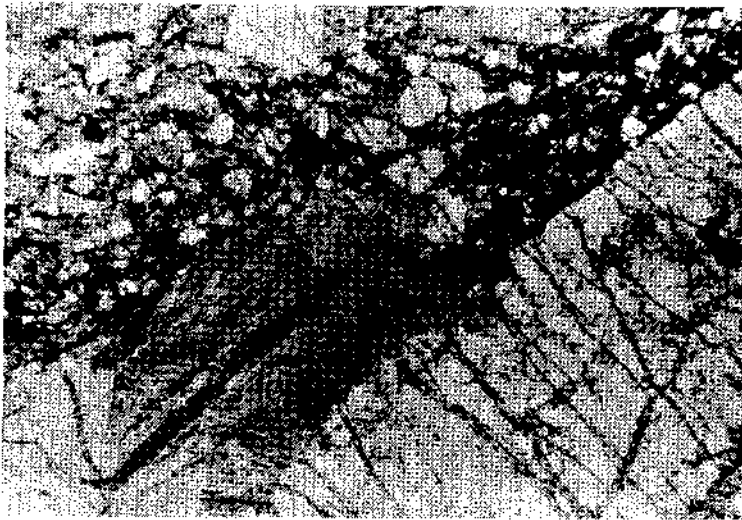


Abb. 4. Kalk-Quarz-Sandstein von der Wiege. Zerklüftete Quarzfragmente (weiß) in Bindemittel aus teilweise lamellierten Kalzitkörnern (grau) und Erz (schwarz). Dünnschliff, nur Polarisator.

Die Klüfte sind mit Kalzit verheilt. Dieser ist oft sehr grob (0,1—1,4), er zeigt zuweilen stark gelängte Kornquerschnitte, die mit ihrer Längsachse senkrecht zur Kluftwand stehen und oft stark gebogen bis gefaltet sind. Sehr häufig ist auch Zwillingslamellierung zu beobachten, wobei die Lamellen gebogen sind.

Der gesamte Quarzanteil (Fragmente aus verzahnten Korngruppen und Einkristallkörner) beträgt zwischen 2,3% in den Kalktypen und 68,3% in den quarzreichen Partien. Mit steigender Korngröße steigt auch der Quarzgehalt: Die mittelkörnigen Kalk-Quarz-Sandsteine haben einen Quarzgehalt von 25—50%, die groben Breccien bis über 60%, dagegen die feinkörnigen Kalksandsteine

einen solchen von 9—12%, während die sehr feinkörnigen Kalkpartien nur 2 bis 3% Quarz führen, wobei die Quarze in diesen Kalken auch sehr klein sind.

Da die Quarzfragmente der Kalk-Quarz-Sandsteine bis -Breccien fast durchwegs eine starke Beanspruchung zeigen, wurde das Gefüge verschiedener Fragmente in einem Schlibfbereich untersucht und verglichen. Es ergeben sich dabei deutliche Quarzregeln in den einzelnen Fragmenten: Neben punktförmigen Maxima einer Zerschörung (Diagramm D 5, 6; zerscherte und rekristallisierte, kataklastische Fragmente) zeigen sich in Fragmenten aus verzahnten Quarzkörnern Quarzregeln mit 4 Maxima, die sich kreuzenden Scherflächen zugeordnet werden können (D 7) sowie deutliche Gürtel (D 8, 9, 10). Alle diese Diagramme zeigen stark ausgeprägte Maxima mit mindestens 10% Besetzungsdichte, die Regelung der einzelnen gemessenen Bereiche ist also eine sehr scharfe. Die einzelnen Regeln entsprechen aber völlig verschiedenen Arten der Beanspruchung sie lassen sich auf keinen gemeinsamen Nenner bringen, gemeinsame Züge der verschiedenen Diagramme fehlen völlig. Es ist also daraus zu folgern, daß die einzelnen Quarzfragmente schon beansprucht und geregelt in das Gestein kamen. Die Liefergesteine dürften also stark durchbewegte kristalline Schiefer gewesen sein.

Das Kalzitgefüge ließ sich nicht einmessen, jedoch zeigen die deformierten Kalzitkörner deutlich, daß das Kalzitgefüge stark beansprucht ist. Eventuell gleichzeitig mit der Beanspruchung des Kalzitgefüges, auf jeden Fall in junger, nachdiagenetischer, tektonischer Phase erfolgte die Zerbrechung der Quarzfragmente und Einkristallquarze. Dabei haben die verschieden starren Komponenten Quarz und Kalzit auf die tektonische Beanspruchung ganz verschieden reagiert: Die Quarzfragmente zerbrachen, das plastischere Kalzitgefüge wurde deformiert, es entstanden unter gerichtetem Druck bei eventuellen Umkristallisationen verlängerte Kornquerschnitte, die Kalzitkörner wurden zwillingslamelliert. Später wurden die Lamellen dann noch verbogen. Selektive Deformation der relativ starrereren Quarzfragmente im bildsamen Kalzitbindemittel ließ so — analog einer paradiagenetischen Inhomogenitätsbreccie — diese tektonische Inhomogenitätsbreccie entstehen.

Turmalin kommt in kleinen, meist gut gerundeten, grünen Körnern in den Kalk-Quarz-Sandsteinen und -Breccien sehr selten vor. Dagegen ist auf Klüften im Quarz ein farbloses Mineral relativ häufig (bis zu 0,1—1,1%) zu finden. Es zeigt deutliche Spaltbarkeit, aber keine Kristallformen. Die Körner dieses Minerals sind stets sehr klein (0,01 bis maximal 0,2). Die Lichtbrechung ist höher als bei Quarz, niedriger als n_w von Kalzit. Die Doppelbrechung liegt um 0,035—0,040. Das Mineral ist zweiachsig, $2v_2$ um 40—50°. Es ist auf den Klüften sekundär chemisch angelagert, teilweise auch als Füllung von Kleinhöhlen im Bindemittel. Es dürfte sich um Anhydrit (?) handeln. In den meisten Fällen sind die Kristalle zum Messen im U-Tisch zu klein.

Zirkon, Rutil und auch Feldspat sind sehr selten. Feldspat kommt nur in feinkörnigen Sandsteintypen vor. Meist sind die Feldspäte zersetzt, in einzelnen Fällen wurde Albit bis Albit-Oligoklas bestimmt. Die Form der Körner sowie das Vorkommen in erz-, quarz- und glimmerreichen Lagen spricht für sedimentäre Herkunft. Neubildung von Feldspat zwischen gebogenen, aufgespaltenen Glimmerplättchen wurde beobachtet.

Zusammenfassend sind die kalkigen Quarz-Kalk-Sandsteine und -Breccien von der Wiege an der Südseite der Gaisbergscholle als sedimentäre Abfolge von

Kalken über quarzhaltige Kalksandsteine zu kalkhaltigen Quarzbreccien zu charakterisieren. Die Sedimentation dieser Abfolge dürfte geologisch einzeitig erfolgt sein, so daß teilweise der Typus eines spätdiagenetischen Resediments erkennbar ist. Tektonische Beanspruchung ließ durch selektive Deformation der verschieden starren Komponenten eine tektonische Inhomogenitätsbreccie entstehen. Die Breccien gehören also dem Typ der sedimentären Deformationsbreccien an.

Welche genaue stratigraphische Stellung der Komplex hat, läßt sich nicht bestimmen. Die Grenzlage zum hangenden Ramsaudolomit ist tektonisch, die Zwischenglieder zwischen den Sandsteinen und Breccien und dem Dolomit fehlen; ebenso ist das Liegende nicht aufgeschlossen und die Grenze gegen die Grauwackengesteine ist gleichfalls eine tektonische. Das fast völlige Fehlen von Turmalin und ebenso die sehr geringe Beteiligung von Feldspat stellen den Kalk-Quarz-Sandstein- und -Breccien-Komplex in Gegensatz zu den typischen Sandsteinen in der oberen Abteilung der permotriadischen Basisschichten, in denen stets reichlich Turmalin und meist auch ziemlich viel Feldspat zu finden sind. Aus diesen Gründen dürften die Kalk-Quarz-Sandsteine und -Breccien in tiefere Niveaus des permotriadischen Basiskomplexes zu stellen sein.

V. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die sedimentpetrographische Untersuchung der permotriadischen Basisschichten der mesozoischen Auflagerung auf der Nördlichen Grauwackenzone ergibt eine Teilung in eine liegende turmalinarme bis -freie Breccienserie und eine hangende turmalinreiche Sandsteinserie. Übergänge von der Breccien- zur Sandsteinserie lassen sich im allgemeinen nicht erkennen, so daß eine Schichtlücke zwischen beiden Serien anzunehmen ist. Die sandsteinartigen Zwischenlagen der Breccien haben mit den Sandsteinen des Sandsteinkomplexes nichts zu tun.

Aus den Gesteinen der Breccienserie werden einige tektonisch beanspruchte und sich faziell deutlich heraushebende Sondertypen eingehend besprochen.

Die tektonisch stärkstens beanspruchten Breccien vom Hahnenkamm und der Kleinen Salve (Typ „Schattbergstein“) sind sedimentäre Deformationsbreccien und lassen sich als ausgesprochene Tektonite charakterisieren. Gefügekundliche Untersuchungen ergeben Regeln von B-Tektoniten (einer B-Achse zugehörig) und S-Tektoniten (Einregelung in s). An Mineralneubildungen sind vor allem Dolomitneubildungen in einem bereits überprägten Gefüge hervorzuheben, weiterhin kam es zur Neubildung von Zoisit und saurem Plagioklas. Die sandsteinartigen Zwischenschichten entsprechen dem Bindemittel der Breccie. Zu Vergleichszwecken untersuchte Kalkbreccien und -konglomerate vom Steirischen Erzberg zeigen alle Übergänge von erster leichter tektonischer Beanspruchung bis zu typischen Tektoniten. Diese tektonische Beanspruchung unterscheidet die Kalkbreccien und -konglomerate ganz allgemein von den gleich alten Dolomitbreccien.

Die Quarz-Kalk-Sandsteine und -Breccien von der Wiege sind eine sedimentäre Abfolge von Kalken zu Quarz-Kalk-Breccien. Spätdiagenetische Resedimentation hat in dieser Abfolge stattgefunden. Die sehr typischen zerbrochenen Quarze dieser Sandsteine und Breccien zeugen von selektiver Deformation der verschieden starren Komponenten Quarz und Kalzit, so daß diese sedimentären Deformationsbreccien den Sonderfall einer tektonischen Inhomogenitätsbreccie darstellen.

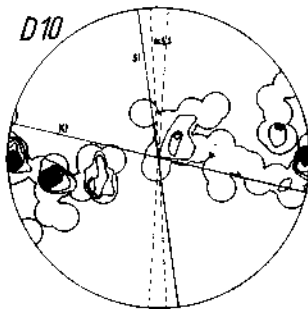
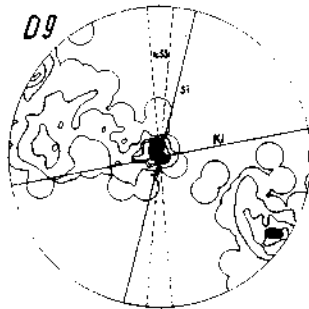
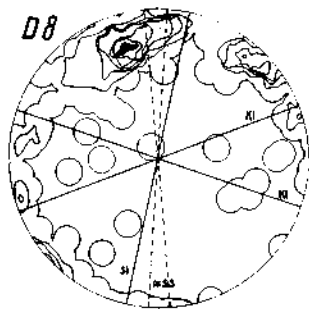
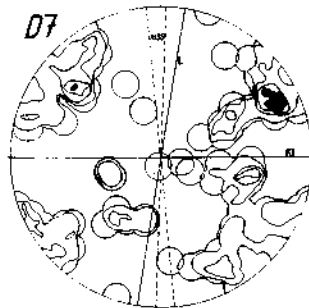
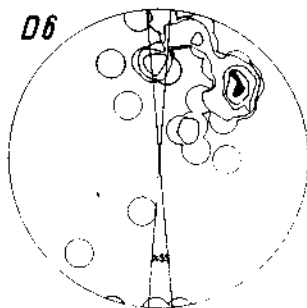
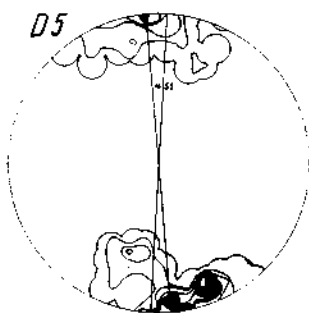
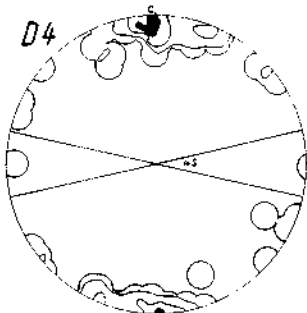
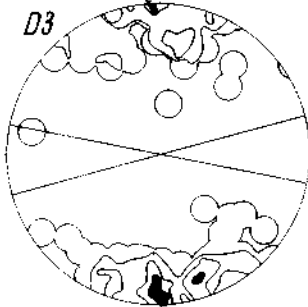
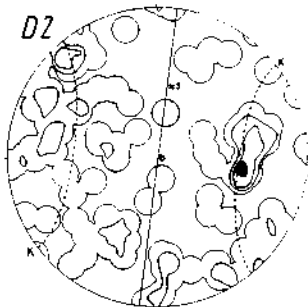
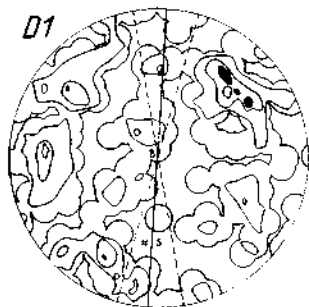
Literatur

Abkürzungen:

- Verhandl. = Verhandlungen der Geologischen Reichsanstalt bzw. Bundesanstalt, Wien
 Jahrb. = Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt bzw. Bundesanstalt, Wien
 Berichte = Berichte der Reichsstelle für Bodenforschung, Wien (entspricht den Verhandlungen)
 AMPFERER: Aufnahmsberichte. — Verhandl. 1906.
 — Die Triasinsel des Gaisberges bei Kirdberg in Tirol. — Verhandl. 1907.
 — Geologischer Führer durch das Kaisergebirge. — Wien 1933.
 BLAAS: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen. — 1902.
 BRINKMANN: Gerichtete Gefüge in klastischen Sedimenten. — Geol. Rundschau 43, Stuttgart 1955.
 CATHREIN: Geognostische Verhältnisse der Wildschönau. — Ztschr. Ferdinandeum, Innsbruck 1877.
 — Die Dolemitzone bei Brixlegg in Nordtirol. — Jahrb. 1880.
 — Zur Gliederung des roten Sandsteines in Nordosttirol. — Verhandl. 1886.
 HAHN: Grundzüge des Baues der Nördlichen Kalkalpen zwischen Inn und Enns. — Mitt. Geol. Ges. Wien, VI, 1913.
 KARL: Das Gainfeldkonglomerat, ein Tuffitkonglomerat der Nördlichen Grauwackenzone. — Verhandl. 1954.

Verzeichnis der Diagramme auf Abbildung 5

- Diagramm D 1: Schattbergstein.
 Deformierte Karbonatlage; gelängte Großkörner ohne Lamellen; 150 Karbonatachsen.
 0—1,33—2,66—4—5,33%.
 Gürtel um B, 26° innerhalb der Peripherie; (0112) tautozonal B.
- Diagramm D 2: Schattbergstein.
 Grober, idiomorpher Dolomit in Kalzit-Pelit; 100 Dolomitachsen.
 0—2—4—7—9%.
 Spaltrhomboeder (1011) in s; (1011): c-Achse = 43°51'37"; K = Kleinkreis von etwa 46° um c der Projektion.
- Diagramm D 3: Kalkbreccie, Kleine Salve.
 Karbonat, deformierte Großkörner; 80 Karbonatachsen.
 0—2,5—5—7,5—10%.
- Diagramm D 4: Kalkbreccie, Kleine Salve.
 Karbonat, deformierte Großkörner; 50 Lamellenpole e.
 0—4—10—18—22%.
- Diagramm D 5: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Rundes, kataklastisches Quarzkorn ohne junge Klüfte; 70 Quarzachsen.
 0—3—5—8—11—14—16%.
- Diagramm D 6: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Kleines, rundes, kataklastisches Quarzkorn ohne junge Klüfte; 35 Quarzachsen.
 0—3—8—14—20—25%.
- Diagramm D 7: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Langer, verzahnter Kornbereich, stark durch Klüfte zerlegt; 100 Quarzachsen.
 0—1—3—5—7—10%.
 Kl = Klüfte; L = Längsachse des Kornes.
- Diagramm D 8: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Großes, verzahntes Korn, von jungen Klüften wenig zerlegt; 150 Quarzachsen.
 0—2—4—6—8—10—12—14%.
 si = Richtung der perlschnurartigen Anordnung der verschieden auslöschenden Bereiche = Längsachse des Kornes.
- Diagramm D 9: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Verzahntes Korn mit Interngefüge und jungen Klüften; 100 Quarzachsen.
 0—2—5—7—9—11%.
 si = s des Interngefüges (Glimmer).
- Diagramm D 10: Kalk-Quarz-Sandstein, Wiege.
 Wie D 9; 50 Quarzachsen.
 0—4—6—8—10—14%.



- Die Komponenten des oberkarbenen Nösslachjoch-Konglomerats. — Festschrift d. Geol. Ges. Wien, Mitteilungen, Bd. 48, 1955.
- KLEBELSBERG: Geologie von Tirol. — Berlin 1935.
- LECHLEITNER: Über den roten Sandstein. — Programm Gymnasium Innsbruck, 1878 (hier Hinweise auf alle ältere Literatur).
- LEUCHS: Über Breccien. — Geol. Rundschau 24, Berlin 1933.
- MOJSISOVICS: Das Gebiet südlich und östlich von Brixlegg in Nordtirol. — Verhandl. 1870.
- NIEHOFF: Die primär gerichteten Sedimentstrukturen, insbesondere die Schrägschichtung im Koblenzquarzit am Mittelrhein. — Geol. Rundschau 47, Stuttgart 1958.
- OHNESORGE: Über Silur und Devon in den Kitzbüheler Alpen. — Verhandl. 1905.
- Über Schichtfolge und Bau in der Umgebung von Kitzbühel. — Verhandl. 1909.
- AMPFERER u. OHNESORGE: Über exotische Gerölle in der Gosau und verwandten Ablagerungen der tirolischen Nordalpen. — Jahrb. 1909.
- PUSTOWALOFF: Über sekundäre Veränderungen an Sedimentgesteinen. — Geol. Rundschau 43, Stuttgart 1955.
- ROTHPLETZ: Zum Gebirgsbau beiderseits des Rheins — Die Permformation in Nordtirol. — Ztschr. d. dtsh. geol. Ges., 1883.
- SANDER, Beiträge zur Kenntnis der Anlagerungsgefüge. — Mineralog. und petrograph. Mitt., Leipzig 1936.
- Zum Gesteinscharakter der Hornsteinbreccien des Sonnwendjochgebirges. — Berichte 1941.
- Zur Petrographie der nachtriadischen Tarntaler Breccie. — Berichte 1941.
- Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper, I und II. — Wien 1948—1950.
- SANDER, KASTLER, LADURNER: Zur Korrektur des Schnitteffektes in Gefügediagrammen heterometrischer Körper. — Sitzber. d. Akad. d. Wiss. Wien, mathem.-naturwiss. Kl., Abt. I, 163. Bd., Wien 1954.
- SCHAFFER: Geologie von Österreich. — Wien 1951.
- SCHLOSSER: Zur Geologie von Nordtirol. — Verhandl. 1895.
- SCHMIDEGG: Geregelt Wachstumsgefüge. — Jahrb. 1928.
- SCHMIDT: Bemerkungen über den roten Sandstein im Leukentale. — Verhandl. 1885.
- SCHULZ: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Brandenberger Tales (Tirol). — Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläont., Abhandl. 95 Stuttgart 1952.
- SCHWARZACHER: Sedimentpetrographische Untersuchungen kalkalpiner Gesteine. — Jahrb. 1946.
- Grain Orientation in Sands and Sandstones. — Journ. of Sedimentary Petrology, 1951.
- WEYNSCHENK: Beiträge zur Geologie und Petrographie des Sonnwendgebirges. — Schlern-Schriften 59, Innsbruck 1949.
- WOPFNER: Neue Beiträge zur Geologie der Gosauschichten des Muttekopf-Gebietes (Tirol). — Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläont., Abhandl. 100, Stuttgart 1954.
- WURSTER: Geometrie und Geologie von Kreuzschichtungskörpern. — Geol. Rundschau 47, Stuttgart 1958.
- Geologische Karte 1 : 75.000, Blatt Rattenberg, 1918 (AMPFERER, OHNESORGE).
- Geologische Karte 1 : 75.000, Blatt Kitzbühel und Zell am See, 1935 (OHNESORGE).

Weitere Mitteilungen über niederösterreichische Graphitlagerstätten

VON HERWIG HOLZER und ERICH J. ZIRKL

Im Anschluß an die im Vorjahr beschriebenen Graphitvorkommen (Verh. Geol. B.-A., 1961) wurde eine Reihe weiterer Lagerstätten begangen. Die Geländearbeiten erfolgten gemeinsam mit Herrn Dr. R. HOFBAUER; die petrographischen Untersuchungen der aufgesammelten Proben führte E. J. ZIRKL durch. Die Kosten für die Herstellung der Dünnschliffe trug in dankenswerter Weise die Firma Ing. H. PRYSSOK & Co., K. G.

Da die meisten der hier angeführten Vorkommen nur mangelhaft aufgeschlossen sind, waren wir bei der Probenahme überwiegend auf ausgewitterte Lesestücke oder altes Haldenmaterial angewiesen. Es versteht sich von selbst, daß die folgenden Angaben über Petrographie, Kohlenstoffgehalt usw. nicht notwendigerweise für die einzelne Lagerstätte charakteristisch sein müssen. Hinsichtlich des Kohlenstoffgehaltes muß hervorgehoben werden, daß von allen Proben, die