

B. Geologie

KTB Oberpfalz VB - erste Ergebnisse der geologischen Aufnahme bis 1998 m

T. Massalsky
H. Müller
C. Röhr
G. Graup
W. Hacker
S. Keyssner
J. Kohl

KTB Report	88-9	B1 - B66	41 Abb.	Hannover 1988
------------	------	----------	---------	---------------

Tiefbohrung KTB Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von 1530 bis 1998 m:

B. Geologie

T. Massalsky, H. Müller, C. Röhr, G. Graup, W. Hacker, S. Keyssner & J. Kohl *)

<u>Inhaltsverzeichnis:</u>		Seite
	Zusammenfassung/abstract	B 2/3
B.1	Einleitung	B 4
B.2	Petrographie	B 5
B.2.1	Metabasit-Abfolge	B 5
	Metagabbros	B 5
	Amphibolite	B 8
	Meta-Ultramafitit	B 9
B.2.2	Paragneise	B 10
	Richtbohrstrecke	B 21
B.3	Erzmineralisation	B 24
B.4	Strukturgeologie	B 34
B.4.1	Makrogefüge der Metabasit-Abfolge	B 34
B.4.2	Makrogefüge der Paragneise	B 34
B.4.3	Mikrogefüge der Paragneise	B 37
B.4.4	Katakklase	B 38
B.4.5	Klassifizierung der Trenngefüge im Teufenabschnitt 1795.7 bis 1816.3 m	B 39
B.4.6	Faltenstrukturen	B 40
B.4.7	Knickzonen	B 43
B.5	Schriftenverzeichnis	B 45
B.6	Anhang	B 46
B.6.1	Geologisches Profil 1:200	B 49
B.6.2	Zur Orientierung der Referenzlinie auf den Bohrkernen des Teufenabschnitts 750-992 m	B 65

*) Anschrift der Verfasser: KTB Feldlabor
8486 Windischeschenbach

Zusammenfassung

Der 4. Arbeitsbericht umfaßt die vorläufigen Ergebnisse der petrographischen und strukturgeologischen Bearbeitung des Bohrabschnittes 1530 - 1998 m der Tiefbohrung "KTB Oberpfalz VB". Von 1530 bis 1816 m standen zur Untersuchung Bohrkerne, darunter nur Cuttings zur Verfügung.

Bis 1610 m hat die Bohrung eine Abfolge aus Metagabbro, Amphibolit und Meta-Ultramafit durchteuft. Darunter folgen Sillimanit-Biotit-Paragneise. Bei 1920 m wurde die Grenze zu Disthen-Biotit-Paragneisen durchbohrt. Mehrfach treten in der Gneis-Strecke Graphit- und Pyrit-imprägnierte Kataklasten-Zonen auf.

Die Metagabbros zeigen stellenweise ein relikthch erhaltenes, magmatisches Ophitgefüge. Dominierend ist aber ein metamorphes Corona-Gefüge (Plagioklas-Coronen um Hornblende-Aggregate), bei dem es sich wahrscheinlich um Pseudomorphosen nach granulitfaziellen Granat-Coronen um Klinopyroxen handelt. Zusammen mit Omphacit-Pseudomorphosen zeigen sie eine ehemalige Hochdruck-Metamorphose dieser Gesteine an. Mit den Metagabbros sind Granat-Amphibolite mit migmatitischen Quarz-Plagioklas-Schlieren vergesellschaftet. Der Bereich der Liegendgrenze dieser Abfolge (1610 m) ist intensiv kataklastisch und grünschieferfaziell überprägt. An dieser Grenze springt das Einfallen der Foliation von durchschnittlich 50 Grad (Metabasit-Abfolge) auf durchschnittlich 75 Grad (Paragneise). Dies und die Tatsache, daß bislang keine analogen granulitfaziellen Relikte in den Paragneisen beobachtet wurden, sprechen dafür, daß der lithologische Wechsel tektonisch bedingt ist.

Die von 1610 - 1920 m anstehenden Sillimanit-Biotit-Gneise haben nur geringe Granat-Gehalte und führen häufig kleine Disthen-Relikte als Einschluß in Plagioklas. Sillimanit ist teils eng mit Biotit verwachsen, teils scheint Sillimanit den Kontakt zu Biotit zu vermeiden. Das Gefüge der Gneise wechselt zwischen grobkörnig-flaserig über alle Zwischenstufen bis zu feinkörnig-straflagig. Foliationsparallel treten migmatitische Quarz-Feldspat-Mobilisate auf. Unterhalb einer (vermuteten) Störung folgen ab ca. 1920 m Disthen-Biotit-Gneise. Disthen ist hier nicht relikthch sondern tritt in eng mit Biotit verwachsen, stabilen Körnern auf.

Graphit- und Pyrit-imprägnierte Kataklasten-Zonen sind in den Paragneisen verbreitet. Graphit bildet hierbei dünne Häutchen um andere Mineralkomponenten. Die Kohlenstoff-Gehalte in diesen Zonen liegen um 1%. Nachfall aus einer solchen graphitreichen Störungszone mit hohem Kohäsionsverlust (1980-1994 m) führte bei 1998.3 m zum Festwerden des Bohrstranges.

Abstract

This fourth KTB field laboratory report presents preliminary petrographic and structural results of the section from 1530 to 1998 m of the scientific well 'KTB Oberpfalz VB'. Cores were recovered from 1530 to 1816 m, whereas due to directional drilling only cuttings were available from 1816 to 1998 m.

Down to 1610 m the well intersected a sequence of metagabbro, amphibolite and subordinate meta-ultramafite which started at 1160 m. Underneath follows sillimanite-biotite-gneiss which eventually turns into kyanite-biotite-gneiss at 1920 m.

The metagabbro in some sections shows a relict ophitic fabric, but is mainly characterized by its metamorphic texture with prominent white plagioclase rims or coronas around hornblende aggregates. These plagioclase coronas are interpreted as pseudomorphs after granulite facies garnet coronas around clinopyroxene as they were observed in the upper section of this metabasitic sequence. These garnet coronas together with symplectitic pseudomorphs after omphacite are indications of a former high pressure metamorphic event. Amphibolite facies overprinting leads to the formation of plagioclase and hornblende.

Garnet-amphibolite with migmatitic quartz-plagioclase-schlieren alternates with the metagabbro. A foliation formed by small elongated feldspar flasers is widespread, the dip varying from between 40 to 50°. The footwall contact of this metabasitic succession (1610 m) shows intense greenschist facial and cataclastic overprinting. The dip of foliation changes abruptly to between 70 and 80° in the underlying paragneiss. This change in dip and missing granulite facial relicts in the gneisses argue for a tectonic contact between gneiss and metabasitic sequence.

Sillimanite-biotite-gneisses (1610 - 1920 m) have a low garnet content and contain small relict kyanite grains as inclusions in plagioclase. Sillimanite is partly intimately intergrown with biotite, whereas in gneiss with granoblastic texture sillimanite tends to keep clear of biotite. Gneiss texture ranges from coarse grained flaser type to fine grained strictly banded types. Migmatitic quartz-feldspar-mobilisates mostly parallel to the foliation are abundant. Following and presumably separated by a fault, are kyanite-biotite-gneisses (1920 - 1998 m) in which kyanite no longer occurs as a relict but stable phase. Graphite and pyrite bearing shear zones are very frequent in the gneisses. Graphite occurs as a thin coating around other mineral components and leads to loss of cohesion in these zones. This effect eventually resulted in the drill pipe getting stuck at 1998.3 m.

B.1 Einleitung

In diesem 4. Arbeitsbericht werden die vorläufigen Ergebnisse der petrographischen und strukturgeologischen Bearbeitung des Bohrabschnittes 1530 - 1998 m der Tiefbohrung "KTB Oberpfalz VB" dargestellt. Von 1530 bis 1816 m standen zur Untersuchung Bohrkerne, darunter bis 1998 m nur Cuttings zur Verfügung.

Infolge des Festwerdens vom Bohrgestänge in der Teufe von 1998 m und des nachfolgenden Rückzementierens des Bohrlochs konnten die geophysikalischen Logs nur bis 1788 m bzw. bis 1814 m (BGT: Gamma-Ray, Kaliber, Neigung etc.) gefahren werden, so daß vor allem für die Kontrolle der nur durch Cuttings belegten Strecke keine Logs zur Verfügung stehen. Entsprechend unsicher sind die Befunde aus diesem Teufenabschnitt, vor allem hinsichtlich der teufenmäßigen Einordnung und der Beurteilung von Nachfall. Von der Cuttingstrecke wurden im 1- bis 5-Meter-Abstand Streupräparat-Dünnschliffe angefertigt und das Log in Abstimmung mit den geophysikalischen Cuttingsuntersuchungen und geochemischen Z-Proben-Analysen erstellt.

Während die Dünnschliffpräparation inzwischen problemlos funktioniert, wurden die Erzanschliffe nach wie vor im Institut für Mineralogie und Lagerstättenkunde der RWTH Aachen hergestellt.

B.2. Petrographie

Der Teufenbereich 1530 - 1998 m gliedert sich in:

- (1) eine Metabasit-Abfolge aus Amphibolit, Metagabbro und Meta-Ultramafitit (1530 - 1610 m),
- (2) eine Sillimanit-Biotit-Paragneis-Abfolge (1610 - 1920 m),
- (3) eine Disthen-Biotit-Paragneis-Abfolge (1920 - 1998 m).

Abbildung B.2.1 zeigt das geologische Übersichtsprofil des Teufenabschnitts 0 - 2000 m. Das detaillierte Profil im Maßstab 1:200 befindet sich im Anhang (Abb. B.6).

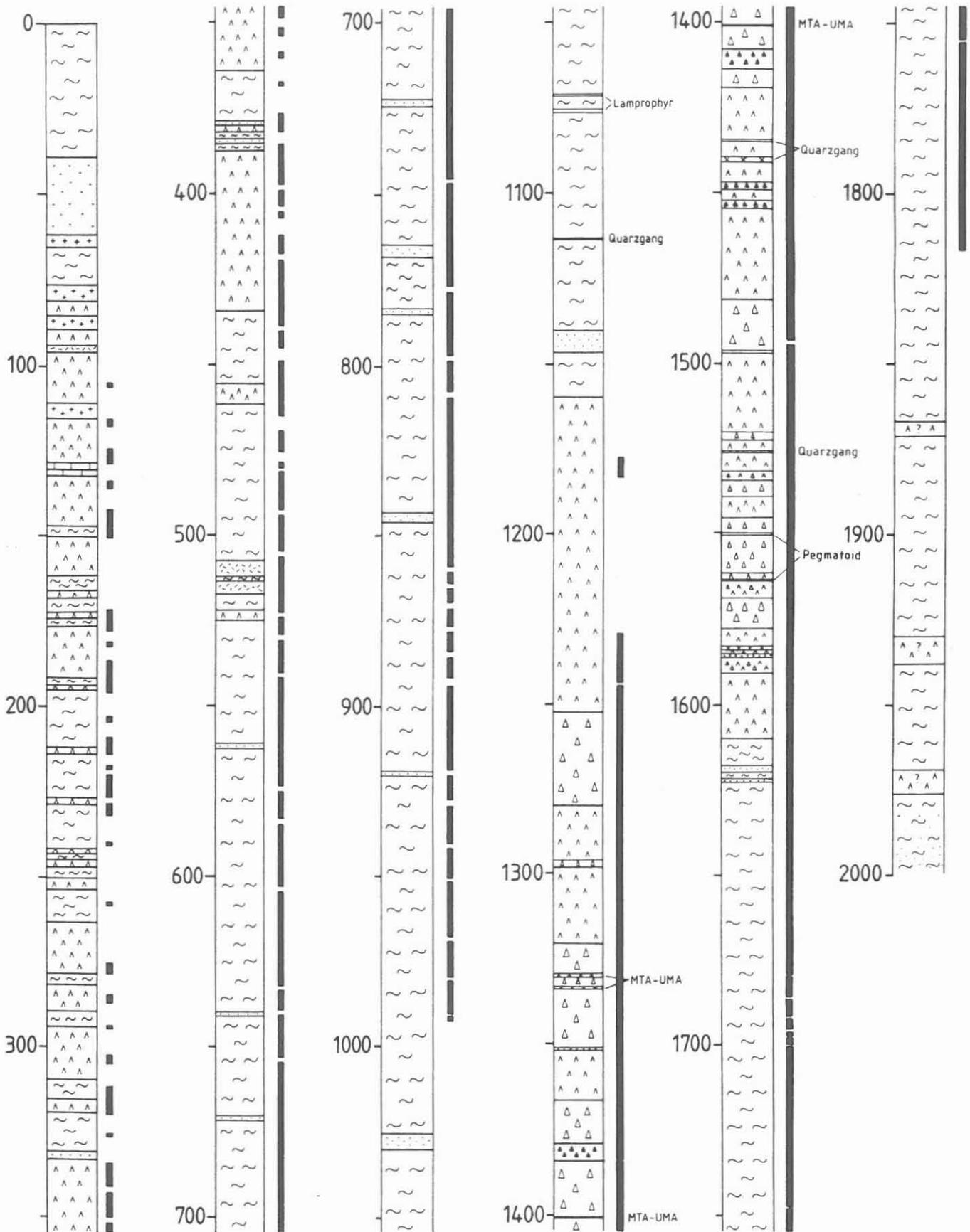
B.2.1 Metabasit-Abfolge (1530- 1610 m)

Bis 1610 m setzt sich die seit 1160 m anstehende Metabasit-Abfolge aus Amphibolit, Metagabbro und Meta-Ultramafitit fort. Es handelt sich hierbei im wesentlichen um eine metamorphe, basische Intrusion im Gegensatz zu den basischen Meta-Vulkaniten im Teufenbereich 0-460 m. Alle Gesteine wurden bereits im letzten Bericht (KEYSSNER et al. 1988) beschrieben. Mit zunehmender Annäherung an das Liegende dieser Einheit steigt jedoch die kataklastische und die damit verbundene grünschieferfazielle Überprägung der Metabasite.

Metagabbros

Die Metagabbros sind mittelkörnige, makroskopisch homogene, grün-weiß-gesprenkelte Gesteine mit einem charakteristischen Gefüge (Abb. B.2.2). Ihnen fehlen die migmatitischen, cm-großen Quarz-Plagioklas-Schlieren und der makroskopisch sichtbare Granat-Gehalt der Granat-Amphibolite. Es kommen lediglich einige cm-mächtige, gangartige Mobilisate oder dezimeter-mächtige Pegmatoide vor (324F bis 325E). Am Kontakt zu solch einer Pegmatoid-Linse kam es zur Blastese von bis zu 5 mm großen Biotit-Butzen (324Blf). Die Metagabbros sind in ihrer typischen Ausbildung massig, teilweise aber auch deutlich foliiert.

Unterhalb 1500 m fehlen Metagabbros mit dem im KTB-Report 88-6 (KEYSSNER et al. 1988) beschriebenen, makroskopisch deutlich sichtbaren, reliktschen Ophitgefüge. Die Metagabbros werden hier durch weiße Plagioklas-Coronen um Hornblende-Aggregate (pseudomorph nach Klinopyroxen, der teilweise noch reliktsch erhalten ist) gekennzeichnet (Abb. B.2.2), wobei die Klinopyroxene deutlich kleiner waren. Lediglich unter dem Mikroskop lassen sich kleine, reliktsche Plagioklas-Leisten in Hornblende-Aggregaten erkennen (Abb. B.2.3).



Lithologie:

- | | | |
|--------------------------------|-------------------|---------------------------|
| Amphibolit | Kataklastit (KKL) | Metagabbro |
| Abitgranitische Einschaltungen | Lamprophyr | Meta-Ultramafit (MTA-UMA) |
| Biotitgneis | Marmor | Quarzgang |

Kerngewinn

KTB Oberpfalz VB	
Geologisches Profil	
0m - 1998.3m	
Gearb. KTB Feldlager	20.10.88
Zeichn. E. Huber	B 6

Abb. B.2.1

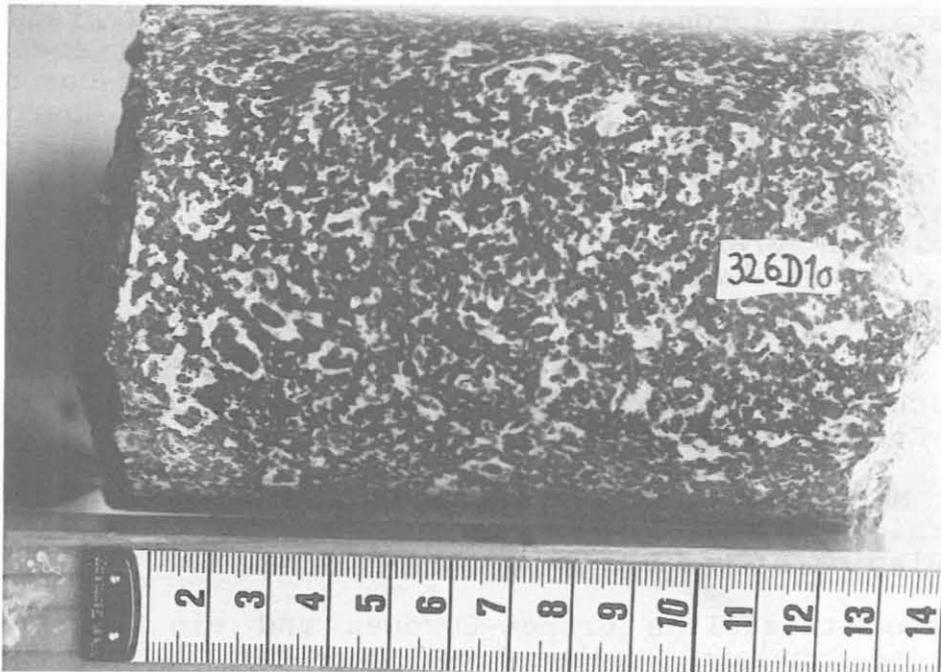


Abb. B.2.2: Metagabbro mit Plagioklas-Coronen um Hornblende-Aggregate. Hierbei handelt es sich wahrscheinlich um Pseudomorphosen nach granulitfaziellen Granat-Coronen um Klinopyroxene. In manchen Hornblende-Aggregaten sind noch winzige Plagioklas-Leisten des ophitischen, magmatischen Gefüges reliktsch erhalten.
(Makrofoto von Kernstück 326D10, 1559.8 m)

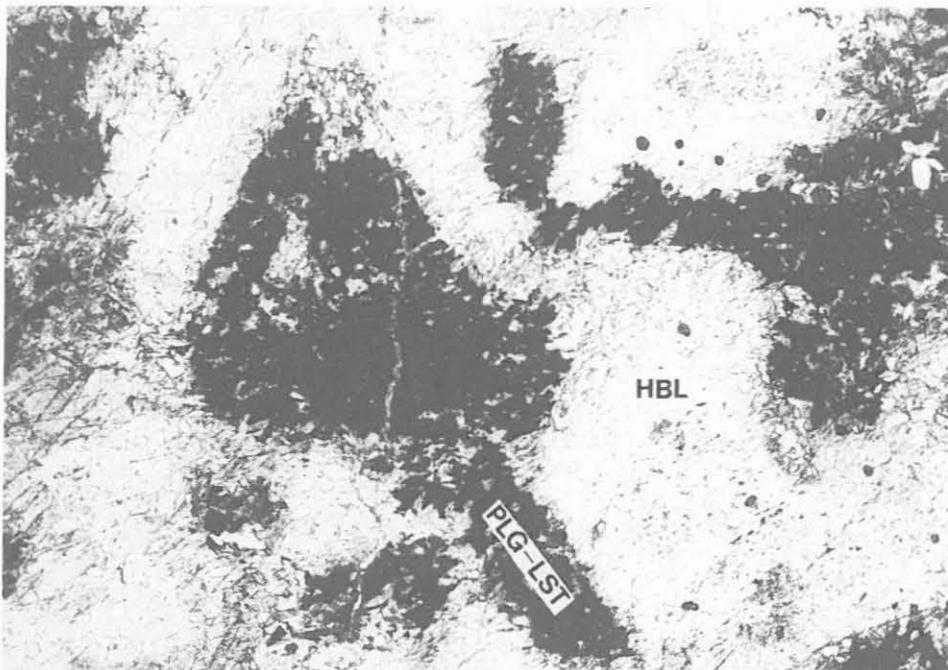


Abb. B.2.3: Reliktische, getrübte Plagioklas-Leisten (PLG-LST) in Hornblende-Aggregat (HBL), pseudomorph nach Klinopyroxen. Reliktisches, ophitisches Gefüge aus einem Metagabbro mit Plagioklas-Coronen.
(Schliff 326D1p, 1559.99 m, 1 Nicol, 20-fach).

Die Plagioklas-Coronen ersetzen die im oberen Teufenbereich beobachteten und schon im KTB-Report 88-6 beschriebenen und abgebildeten, granulitfaziell gebildeten Granat-Coronen um Klinopyroxen mit jüngerer amphibolitfazieller Überprägung (Plagioklas und Hornblende-Neubildung in der Corona). Die nun im Liegenden der Abfolge beobachteten breiten Plagioklas-Coronen um Hornblende-Aggregate können als Pseudomorphosen nach solchen Granat-Coronen um Klinopyroxen interpretiert werden. Damit lassen sich zwei Metagabbro-Typen unterscheiden:

Typ 1: Metagabbro mit grobkörnigem, reliktsch magmatischem, ophitischem Gefüge und sehr feinkörnigen, granulitfaziellen Granat-Coronen um Klinopyroxen

Typ 2: Metagabbro mit feinkörnigem, ophitischem Gefüge und grobkörnigen Granat-Coronen um Klinopyroxen, die weitgehend durch Plagioklas ersetzt sind.

Die granulitfaziellen Granat-Coronen und ein Klinopyroxen-Plagioklas-Symplektit (ehemaliger Omphacit, beschrieben und abgebildet in KEYSSNER et al. 1988) zeigen eine ehemalige Hochdruck-Metamorphose dieser Metabasit-Abfolge an und untermauern die Ähnlichkeiten zwischen der Zone von Erbdorf - Vohenstrauß und der Münchberger Masse: MATTHES & SEIDEL (1977) beschreiben sehr ähnliche Hochdruckgefüge mit Granat-Coronen in Metagabbro vom Weißenstein.

Die Metagabbros zeigen unterschiedliche Stadien der Erhaltung der magmatischen und granulitfaziellen Merkmale. Sukzessive gehen durch amphibolitfazielle Überprägung in der folgenden Reihenfolge die charakteristischen Eigenschaften verloren:

- (1) Klinopyroxen-Relikte, Plagioklasleisten,
- (2) Granat-Coronen,
- (3) Rutil- und andere Einschlüsse in Pseudomorphosen nach Klinopyroxen,

so daß am Ende nur noch Pseudomorphosen aus Hornblende-Aggregaten nach Klinopyroxen-Großkristallen (mit Plagioklas ohne Granat) den ehemaligen Gabbro kenntlich machen. Solche, unterschiedlich stark überprägten Metagabbros kommen im Meterbereich nebeneinander vor, so daß sie im Profil nicht einzeln ausgehalten werden können.

Amphibolite

Mit den Metagabbros sind Amphibolite vergesellschaftet, die meist nicht mehr erkennen lassen, ob sie aus Basalten oder

Gabbros hervorgegangen sind. Ihr meist granoblastisches Gefüge, die migmatitischen Quarz-Plagioklas-Schlieren und der makroskopisch meist deutlich sichtbare Granat-Gehalt unterscheiden die Amphibolite von den Metagabbros (Abb. B.2.4). Die Korngröße erreicht in besonders Quarz-Plagioklas-reichen, massigen Abschnitten mehrere mm. In den Kernmärschen 332 und 333 treten mm-großen Titanit-Blasten und granatreiche Bänder im Amphibolit auf. Titanit kann von Ilmenit pseudomorph ersetzt werden (Abb. B.2.7). Insbesondere der 30 m umfassende Grenzbereich zum liegenden Paragneis (1580-1610 m) ist stark retrograd überprägt. Die Alteration und Kataklyse äußert sich makroskopisch durch

- (1) bis 5 cm mächtige, graugrüne Kalifeldspat-Prehnit-Epidot Scherbahnen (RDA, 330I1w, 330H1u),
- (2) grau-gelbgrüne, Epidot-verfüllte Klüfte und
- (3) Laumontit-verfüllte Klüfte (326A1b).

Die Kataklyse wird auch im mikroskopischen Bereich durch mm-mächtige, mineralisierte Haarrisse und Gängchen abgebildet (Abb. B.2.5, B.2.6). Die Amphibolit-Matrix wird durch die Neubildung von Prehnit, Epidot/Klinozoisit, Chlorit, Aktinolith, Karbonat, Titanit (und Zoisit, 335B2h) grünschieferfaziell überprägt (Abb. B.2.8).

Meta-Ultramafitit

Im Teufenbereich 1530 - 1610 m kommt nur ein 10 cm mächtiger, schlierig begrenzter, schwach foliierter Meta-Ultramafitit-Einschluß im Amphibolit vor (330F1u). Im Dünnschliff zeigt sich als Hauptgemengteil hellolivfarbene Hornblende (1 mm große, längliche Körner mit Rutil-Einschlüssen), um die teilweise ein Saum aus farbloser Hornblende entwickelt ist. Der reichlich vorkommende, sekundäre Chlorit schließt viele Titanit-Körnchen und Klinozoisit ein. Opakminerale sind in Leukoxen umgewandelt. Prehnit wächst auf Chlorit-Spaltflächen und bildet größere Aggregate. Apatit (0.2 mm) kommt akzessorisch vor.

B.2.2 Paragneise (1610 - 1998 m)

Unter der Metabasit-Abfolge treten monotone Sillimanit-Biotit-Gneise, wie sie auch im Teufenbereich 460 - 1160 m vorkommen und in vorhergehenden Berichten ausführlich beschrieben wurden. Der hangende Grenzbereich zur Metabasit-Abfolge (1610-1650 m) ist stark kataklastisch und grünschieferfaziell überprägt (Abb. B.2.9 bis B.2.11). Unterhalb 1817 m liegen nur Cutting-Proben vor.

Es sind fast ausschließlich Quarz- und Plagioklas-reiche, Biotit-, Sillimanit- und Granat-arme Gneise mit Grauwacken-Chemismus. Zwischen 1669.2 und 1670.3 m tritt ein feinkörnig-

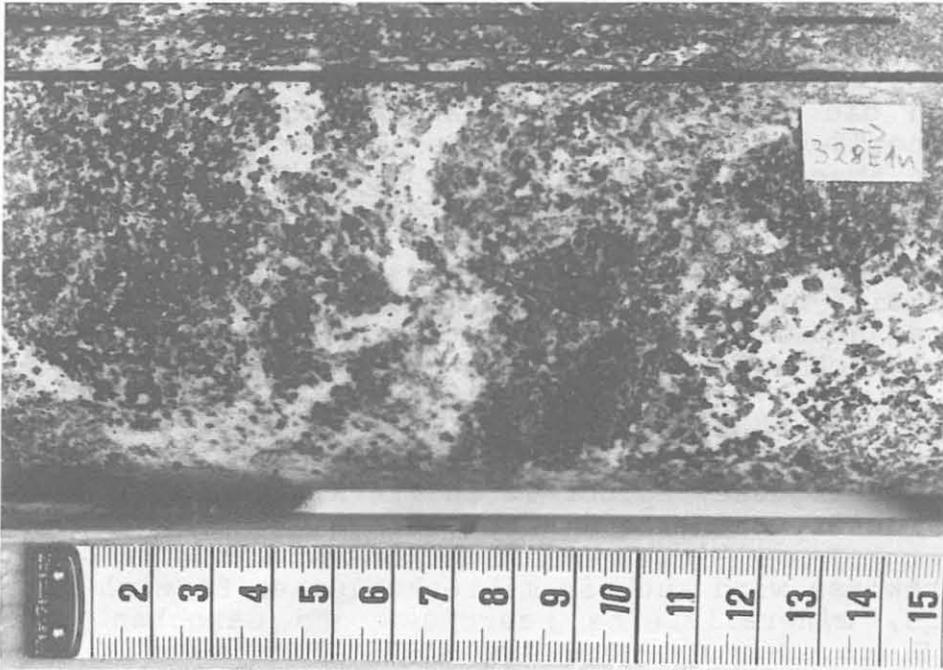


Abb. B.2.4: Typischer, migmatitischer Granat-Amphibolit.
(Makrofoto von Kernstück 328E1n, 1572.2 m)

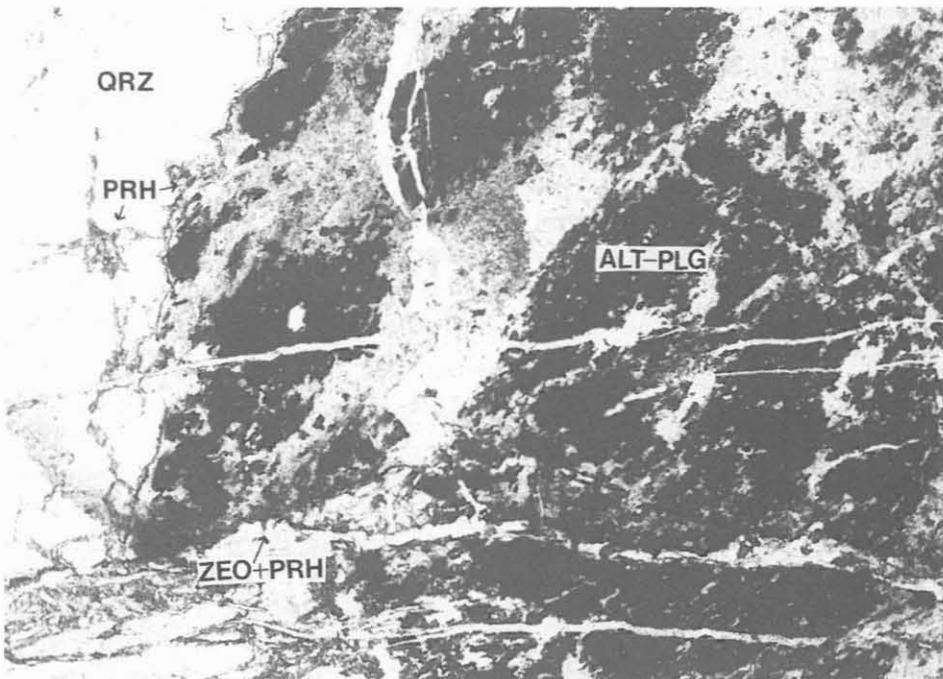


Abb. B.2.5: Mit Prehnit (PRH) und Zeolith (ZEO) mineralisier-
te Haarrisse in einem Quarz-Plagioklas Pegmatoid. QRZ =
Quarz, ALT-PLG = alterierter Plagioklas.
(Schliff 327A1kI, 1564.17 m, 1 Nicol, 20-fach).

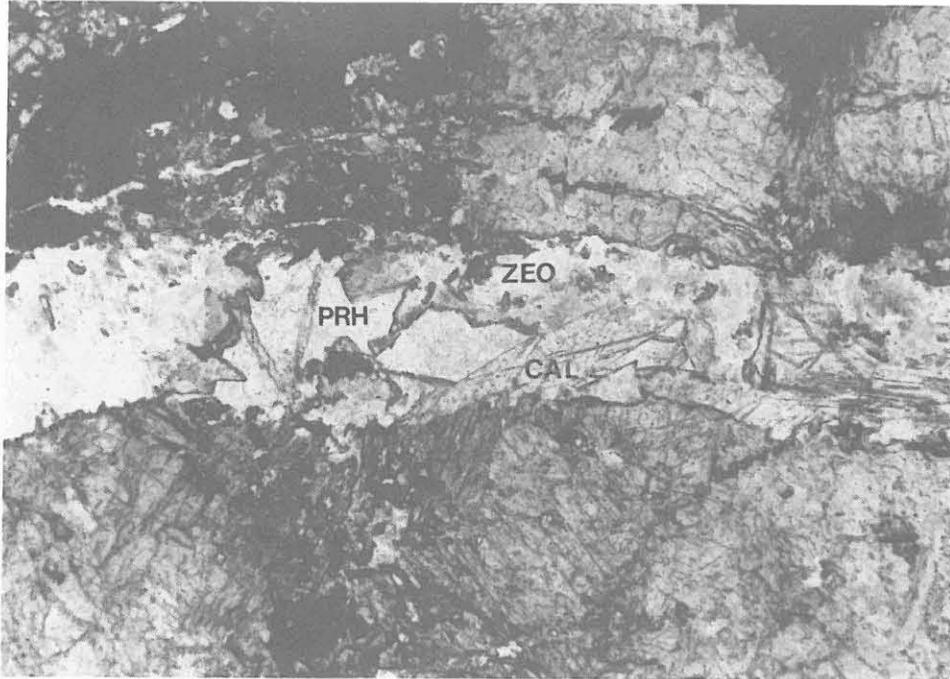


Abb. B.2.6: Niedriggradige, metamorphe Überprägung. Gängchen mit Zeolith (ZEO), Prehnit (PRH) und Calcit (CAL) in Meta-gabbro.
(Schliff 326D1p, 1559.99 m, 1 Nicol, 30-fach).

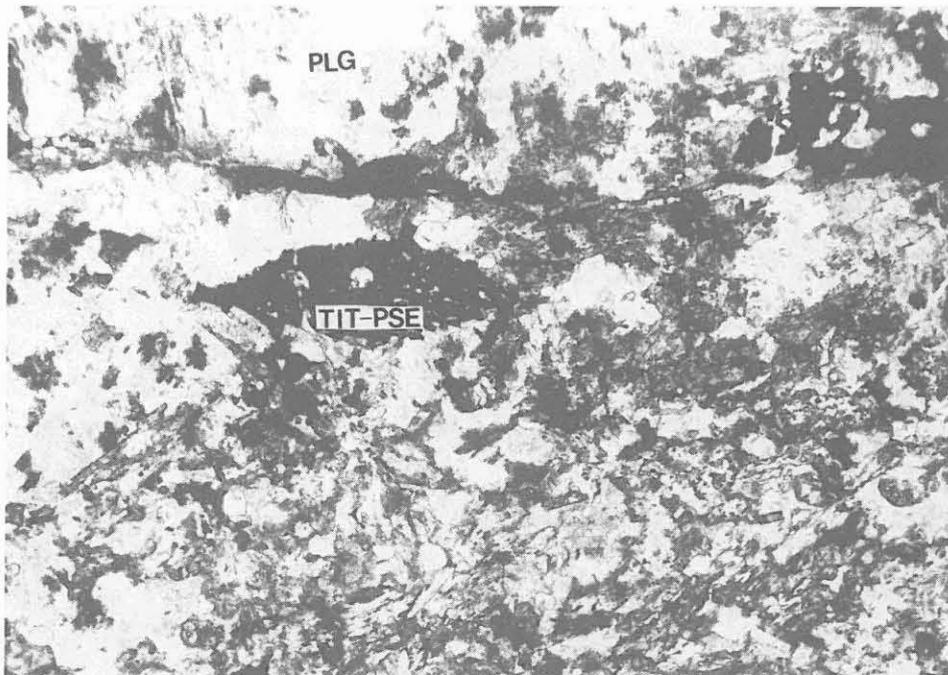


Abb. B.2.7: Alterierter Amphibolit (chloritisierte Hornblende, Kyanoisit, Plagioklas (PLG)) mit einer Pseudomorphose aus Ilmenit-Körnern nach Titanit (TIT-PSE). In der Mitte der Pseudomorphose ist noch etwas Titanit relikttisch erhalten.
(Schliff 331Elr, 1588.13 m, 1 Nicol, 25-fach).

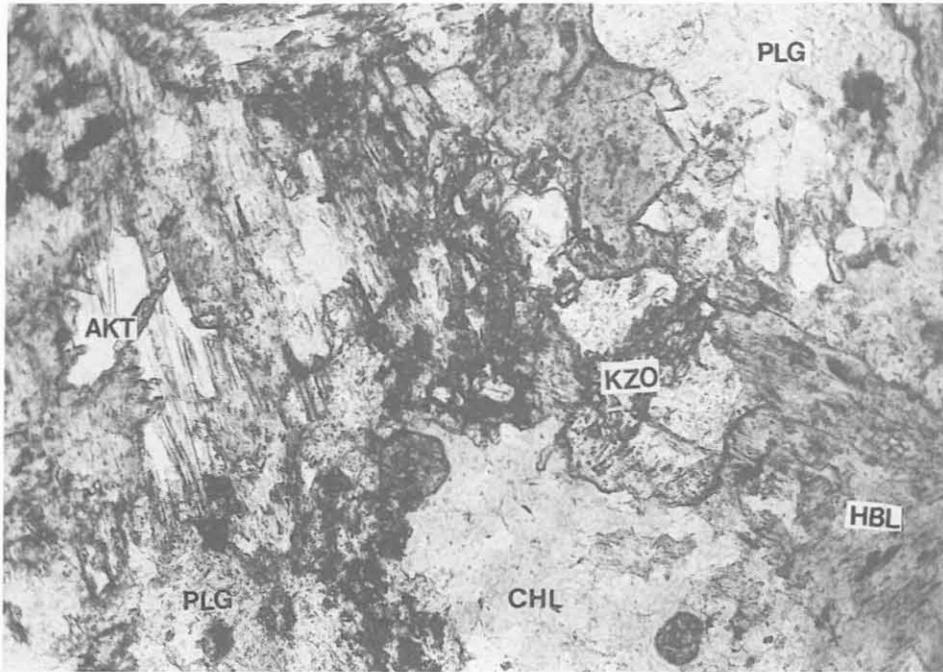


Abb. B.2.8: Alterierter Amphibolit mit Neubildung grünschieferfazieller Minerale. AKT = Aktinolith, KZO = Klinozoisit, CHL = Chlorit, HBL = Hornblende, PLG = Plagioklas. (Schliff 328C1k, 1570.62 m, 1 Nicol, 63-fach).

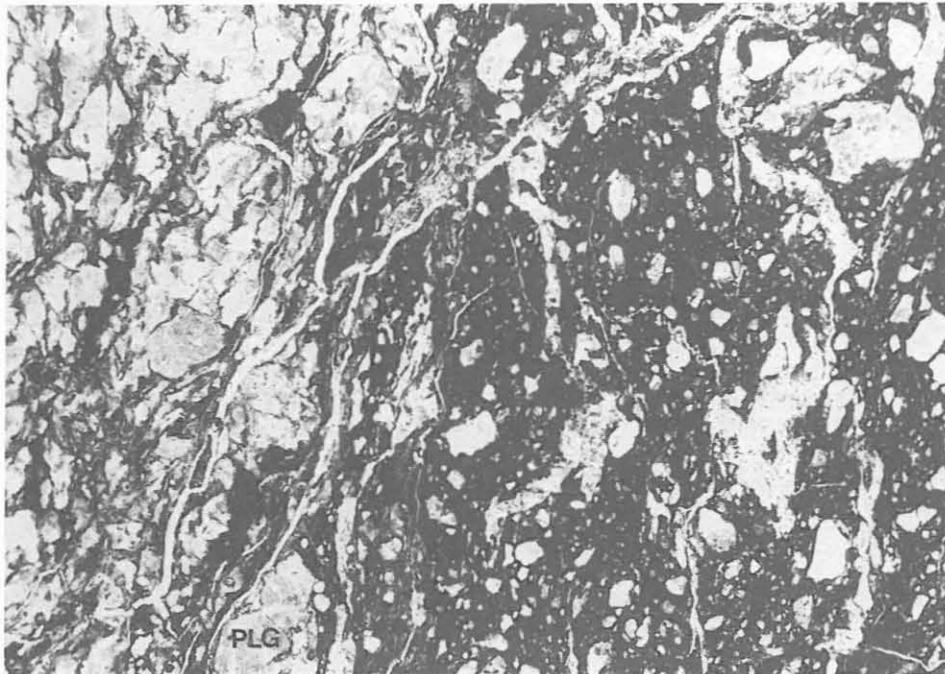


Abb. B.2.11: Kataklastit aus einem ehemaligen Paragneiss. PLG = Plagioklas. (Schliff 337A1dI, 1618.58 m, 1 Nicol, 20-fach).

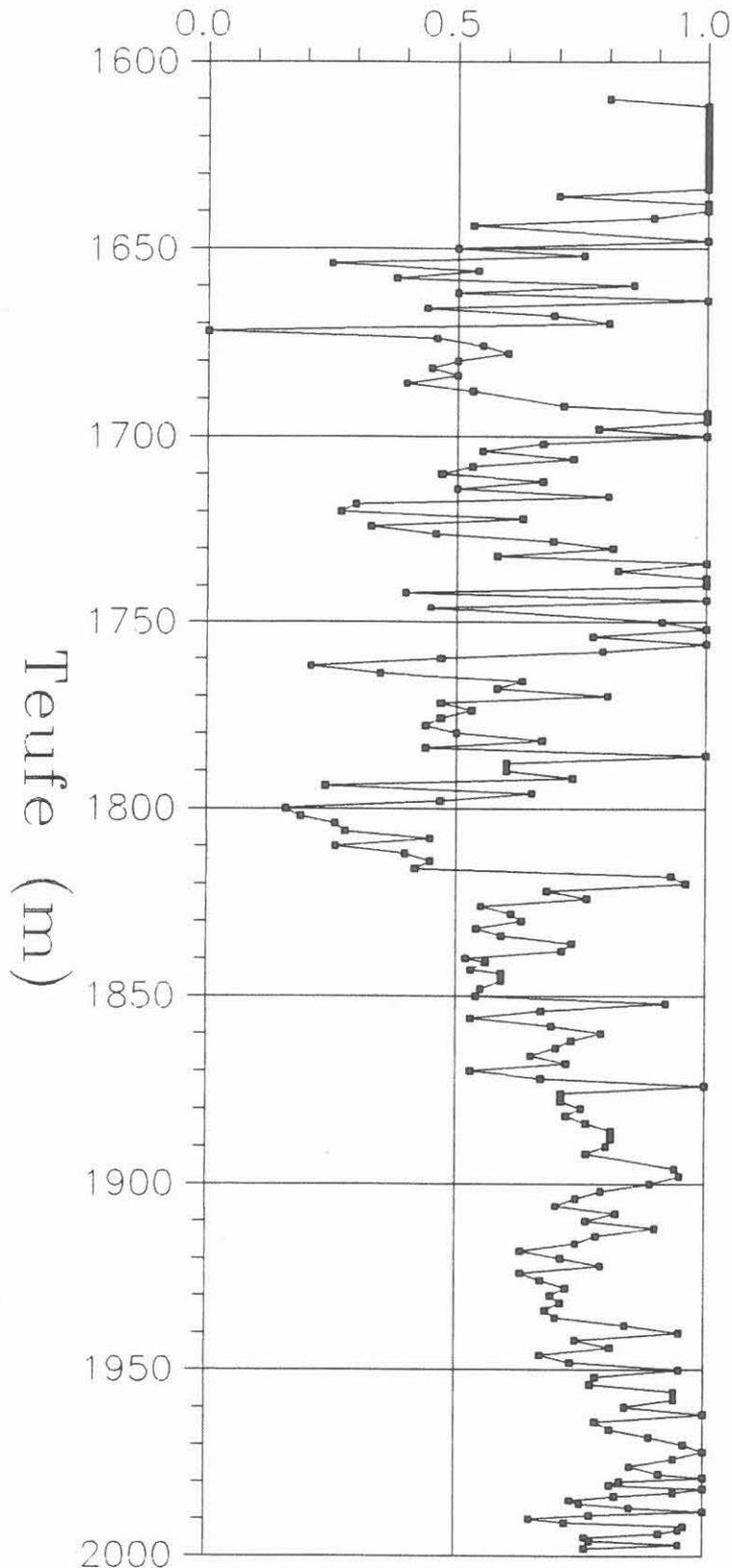


Abb. B.2.9: Chlorit/(Chlorit+Biotit)-Verhältnis aus RDA-Zentrifugen-Analysen als Maß für die Alteration der Paragneise. Im Grenzbereich zur Metabasitserie (1610-1640 m) ist die Alteration besonders stark. Mit dem Wechsel von Kernbohren mit Diamant-Krone auf Richtbohren mit Rollenmeißel (1817 m) kommt es zu einer grundsätzlichen Änderung dieses Parameters.

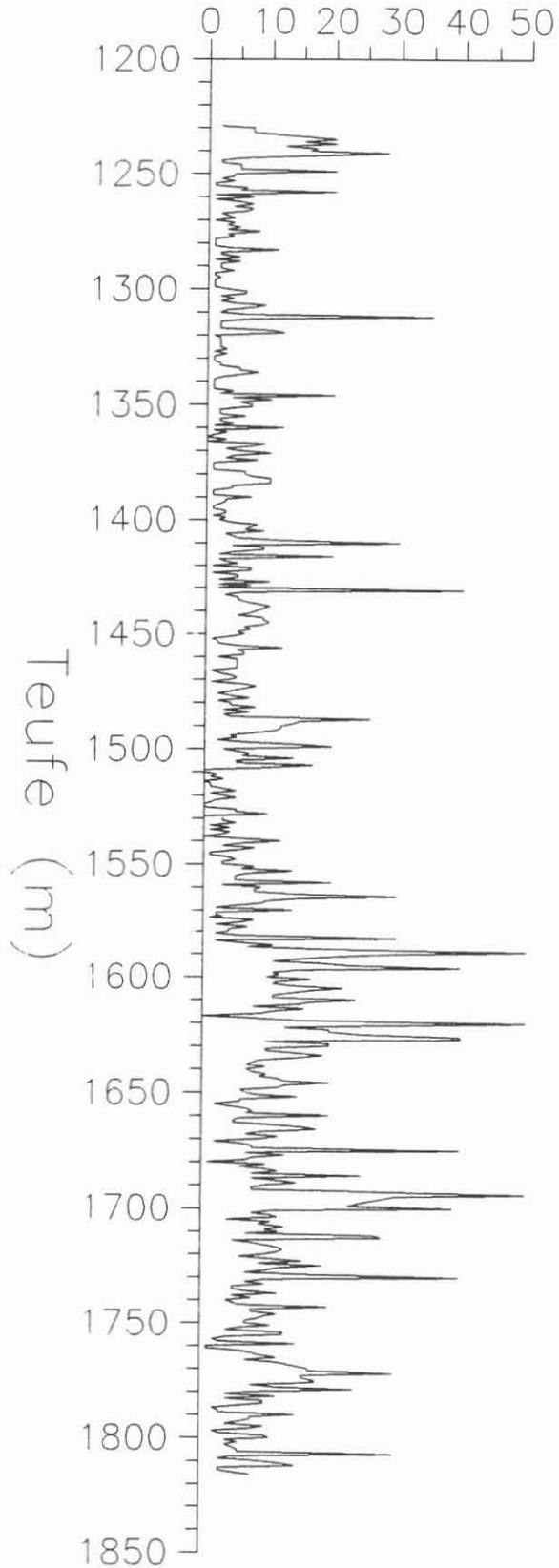


Abb. B.2.10: Klüftigkeitsziffer (Anzahl der offenen Klüfte pro Meter) der gekernten Strecken. Im Bereich der Grenze Metabasit-Abfolge - Paragneise (1610 m) zeigen erhöhte Klüftigkeitsziffern (1580 - 1650 m) die intensive, kataklastische Überprägung an.

ger, leukokrater, Sillimanit-reicher und Biotit-arme Gneistyp auf.

Makroskopisch erscheinen die Paragneise mittelgrau bis rötlichbraun (Biotit-reich). Das Gefüge ist wechselnd mittel- bis grobkörnig und flaserig bis lagig oder fein- bis mittelkörnig und strafflagig. Der Gefügetyp kann im Meterbereich wechseln. Helle Quarz-Feldspat-Mobilisate treten fast ausschließlich in foliationsparallelen Lagen auf. Diese bilden in den strafflagigen Typen 1 bis 5 mm mächtige, mehr oder weniger lang aushaltende Bändchen. In Kernstück 386B1f zeigen diese Bändchen an "pinch-and-swell"-Strukturen erinnernde Verdickungen. In den lagig-flaserigen Typen wird die Textur durch die, bis etwa 1 cm mächtigen, unregelmäßig lagigen bis flaserigen hellen Mobilisate dominiert. Sie sind oft schwach kataklastisch, linsig zerschert.

In den Sektionen 391B-392B, 399F, 400A1f und 403F-405F treten in grobkörnigen Quarz-Feldspat-Mobilisaten bis mehrere cm große idiomorphe, rotierte Plagioklase auf. Da diese Mobilisate meist von Biotitanreicherungen in Lagen und Zwickeln begleitet werden, scheint es sich um ehemalige migmatitische Bildungen zu handeln.

Größere, meist unregelmäßige Quarz-Feldspat-Mobilisate, oft mit erhöhter Hellglimmerführung, kommen bei 1650, 1651, 1672, 1718, 1800 und 1816.3 m vor. Vereinzelt treten scharf begrenzte, aber auch foliationsparallele Quarzgängchen (mit wenig Feldspat) von maximal 3 cm Mächtigkeit auf (1685 m (verfaltet), 1788.5 m und 1802.5 m (zerschert)). Bis zu 5 cm mächtige lagige Biotitanreicherungen finden sich bei 1682.5, 1761.0 und 1794.5 m.

Unter dem Mikroskop lassen sich drei Haupttexturtypen erkennen:

1. feinkörnige, gleichkörnige, fast massige Gneise mit offenem Biotit-Teilgefüge und vereinzelt Fibrolith-Knoten (Abb. B.2.14),
2. flaserige Gneise mit feinkörnigen Sillimanit-Biotit-Flasern, die durch grobkörnige Quarz-Plagioklas-Lagen getrennt werden,
3. feinkörnige, strafflagige Gneise mit lang ausgezogenen Sillimanit-Biotit-Flasern.

Insgesamt bestehen die Paragneise mineralogisch aus Plagioklas + Quarz + Biotit + Sillimanit + Muskovit + Granat + Disthen + Graphit + Ilmenit + Rutil + Turmalin + Apatit + Zirkon + Chlorit.

Bis zu einer Teufe von ca. 500 m führen die Paragneise reichlich Disthen. Darunter nimmt der Disthen-Gehalt bis ca.

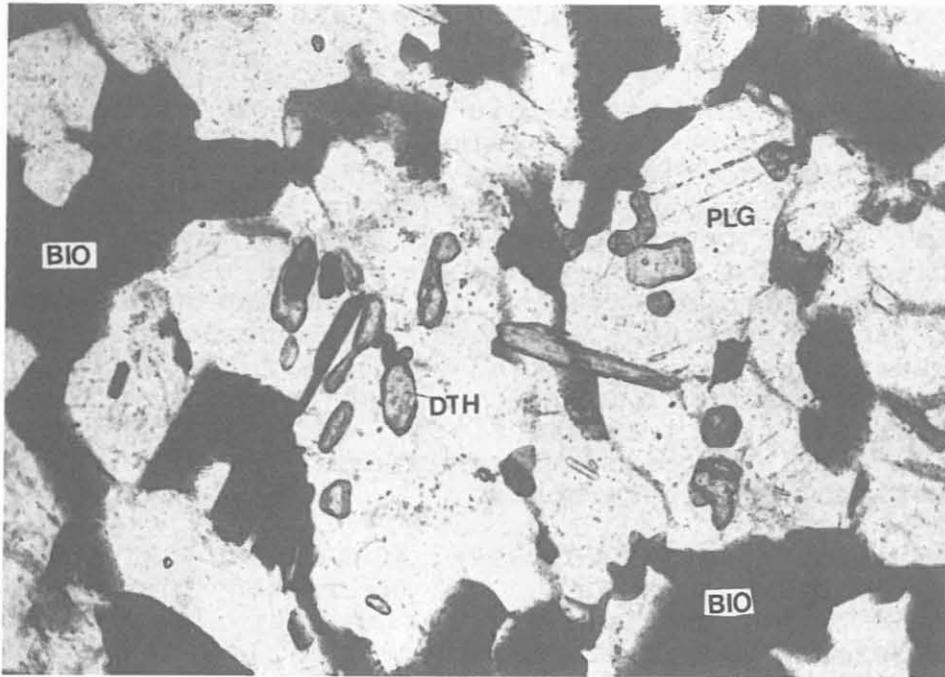


Abb. B.2.12: Reliktische Disthen-Kristalle als Einschlüsse in Plagioklas in einem Sillimanit-Biotit-Gneis. BIO = Biotit, PLG = Plagioklas, DTH = Disthen.
(Schliff 382B1e, 1730.21 m, 1 Nicol, 80-fach).

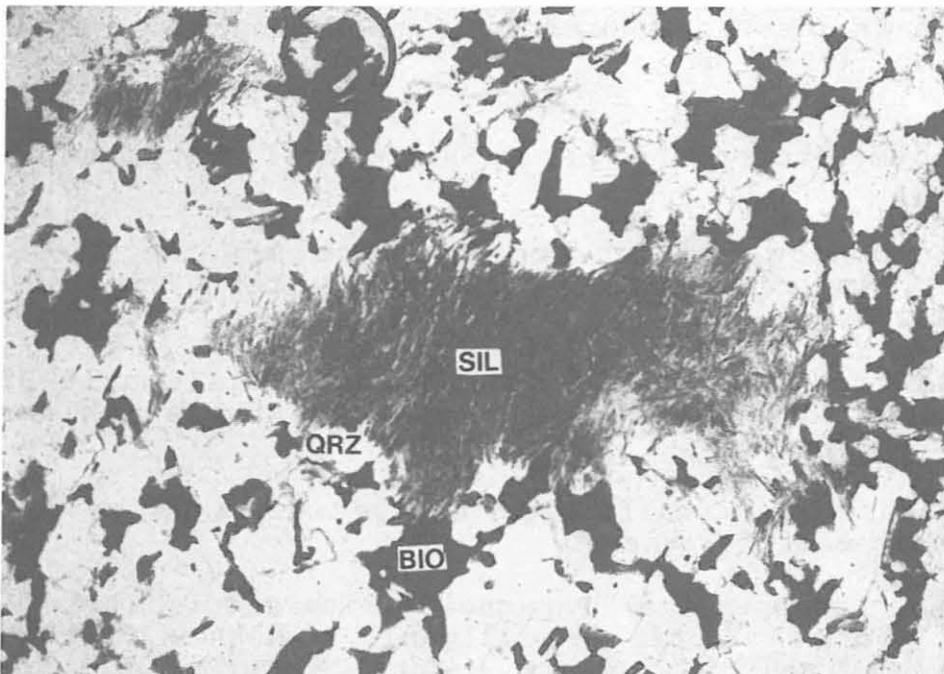


Abb. B.2.13: Das Sillimanit-Aggregat meidet den Kontakt zu Biotit. Schnitt parallel zur Foliation. Granat-Sillimanit-Biotit-Gneis. SIL = Sillimanit, BIO = Biotit, QRZ = Quarz.
(Schliff 373C3d, 1711.05 m, 1 Nicol, 25-fach).

840 m zu Gunsten von Sillimanit auf null ab (siehe Report 88/2). Erst ab ca. 1680 m tritt Disthen wieder merklich auf, ist aber bis etwa 1920 m nur als Reliktphase erhalten. Pro Schliff kommen meist nur wenige, 0.1-0.5 mm große Disthen-Körnchen als Einschluß in Plagioklas (selten in Quarz) vor. Nie hat Disthen Kontakt zu Biotit, Granat oder Sillimanit (Abb. B.2.12).

Sillimanit liegt ganz überwiegend als Fibrolith vor, selten beobachtet man schmale, prismatische Stengel. Es treten zwei Arten von Biotit-Sillimanit-Kontakten auf:

- (1) Sillimanit und Biotit sind innig verwachsen,
- (2) Sillimanit meidet Biotit nach Art der Sillimanit-freien Höfe von Biotit-Cordierit-Kontakten (Abb. B.2.13).

Der zweite Kontakttyp ist in diesen Gesteinen nur tendenziell angedeutet, da sich immer noch Sillimanit-Biotit-Verwachsungen im Dünnschliff finden. Die Fibrolith-Nädelchen sind hier Einschlüsse in Quarz-Aggregaten und nicht Einschlüsse in Cordierit-Einkristallen wie in den Cordierit-Sillimanit-Gneisen des Moldanubikums. Es treten verschiedene Übergangsstadien auf (Abb. B.2.14).

Granat ist meist nur in geringen Gehalten unter 1% vorhanden (Abb. B.2.15). Er enthält häufig Quarz-, Feldspat- und Biotit-Einschlüsse. Die seltenen Rutileinschlüsse sind sehr klein (Ausnahme 368A2cI). Nur einmal wurde ein großer Rutil-Kristall mit Ilmenit-Saum in der Gneismatrix (373B3d) gefunden. Wir vermuten, daß die Ilmenit-Bildung durch die Reaktion



erklärt werden kann. Die Reaktion läuft fast unabhängig von der Temperatur bei Druckerniedrigung nach rechts ab (BOHLEN et al. 1983). Dies kann als Folge einer niederdruckmetamorphen Überprägung dieser Gesteine interpretiert werden.

Die migmatitischen Mobilisate bestehen aus Quarz und Plagioklas. Geringe Mengen Biotit und Fibrolith sind stets vorhanden. Turmalin, oft mit einem blaugrauen Kern und gelbbraunem Saum, findet sich stellenweise am Rand solcher Mobilisate, kommt aber auch in der Gneismatrix vor.

Die Intensität der grünschieferfaziellen Überprägung ist im wesentlichen an eine bruchhafte, tektonische Beanspruchung gebunden und kann im Meterbereich wechseln. Retrograd wurden Muskovit, Chlorit, Ilmenit und Titanit gebildet. Auf Haarrissen, größeren Klüften und Verschiebungsflächen wuchsen bei sehr niedrigen Temperaturen Laumontit und andere Zeolithe zusammen mit Calcit und Feldspäten (Abb. B.2.16 bis B.2.19).

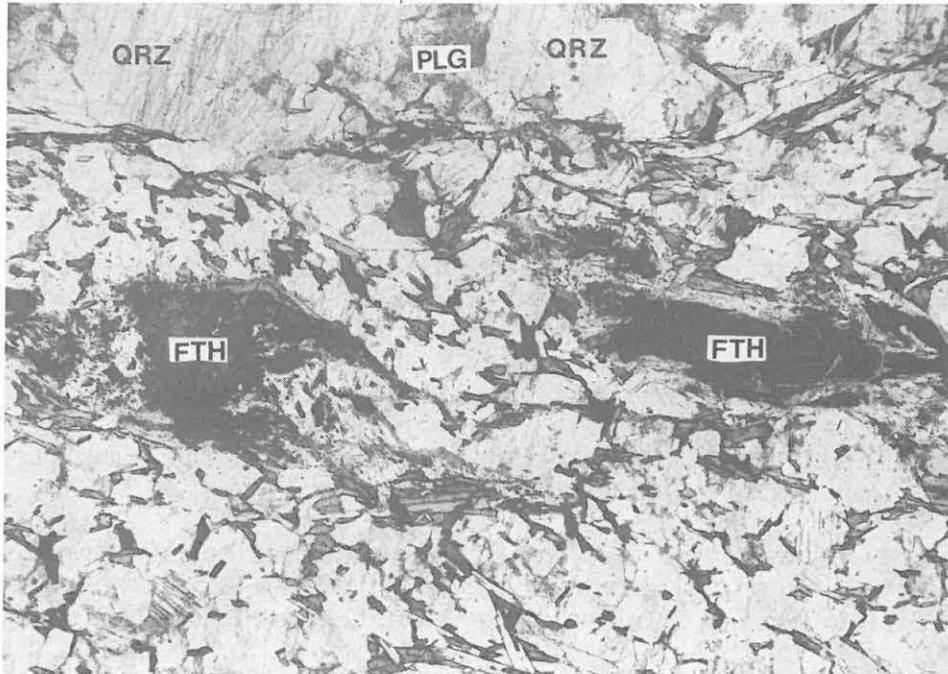


Abb. B.2.14: Leukokrater Sillimanit-Biotit-Gneis mit zwei Fibrolith-Aggregaten (FTH). Der linke ist knotenförmig, der rechte ist getreckt (pseudomorph nach Disthen?) ausgebildet. Beide werden von Hellglimmer umsäumt. Am oberen Bildrand grobkörnige Mobilisat-Linse mit Quarz (QRZ), reich an verheilten Mikrorissen, und Plagioklas (PLG). (Schliff 347B3d, 1651.03 m, 1 Nicol, 20-fach).

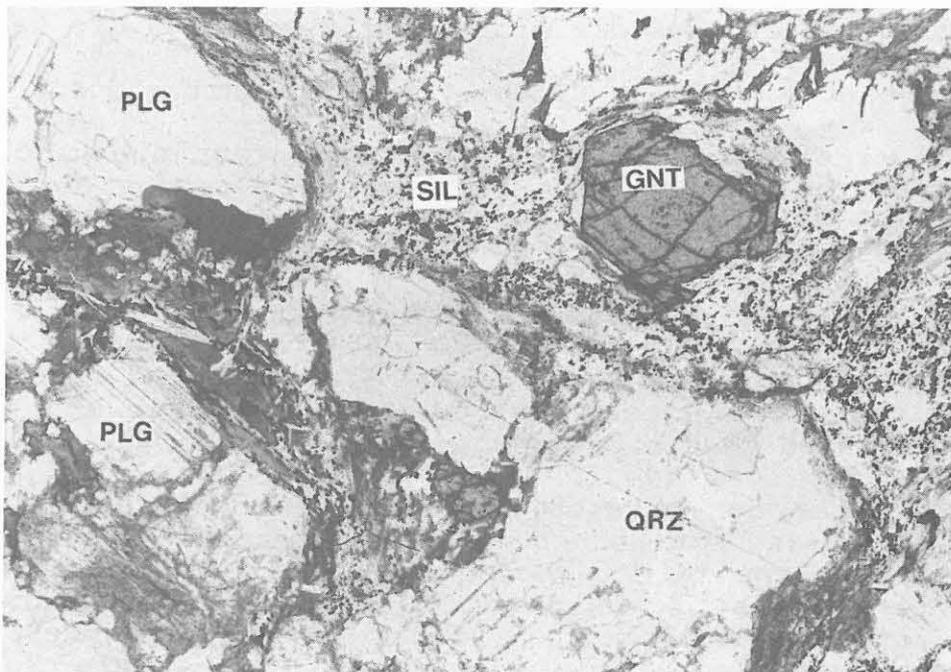


Abb. B.2.15: Idiomorpher Granat, umflossen von einem Hellglimmer-Ilmenit-Aggregat (SIL, Pseudomorphose nach einer Sillimanit-Biotit-Strähne), und Plagioklas-Blasten. Schnitt parallel zur Foliation. GNT = Granat, QRZ = Quarz, PLG = Plagioklas. (Schliff 347D3u, 1652.59 m, 1 Nicol, 20-fach).

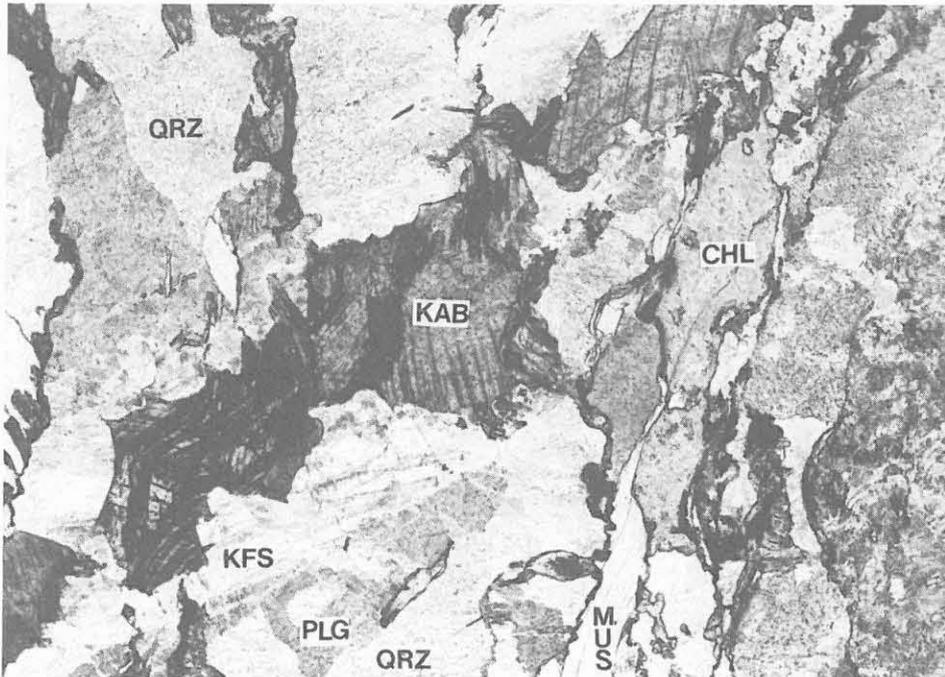


Abb. B.2.16: Alterierter, leukokrater Gneis mit Muskovit-Karbonat- und Chlorit-Neubildung entlang einer Scherbahn. QRZ = Quarz, PLG = Plagioklas, KFS = Kalifeldspat, KAB = Karbonat, CHL = Chlorit, MUS = Muskovit.
(Schliff 342C2a, 1634.71 m, 1 Nicol, 20-fach).

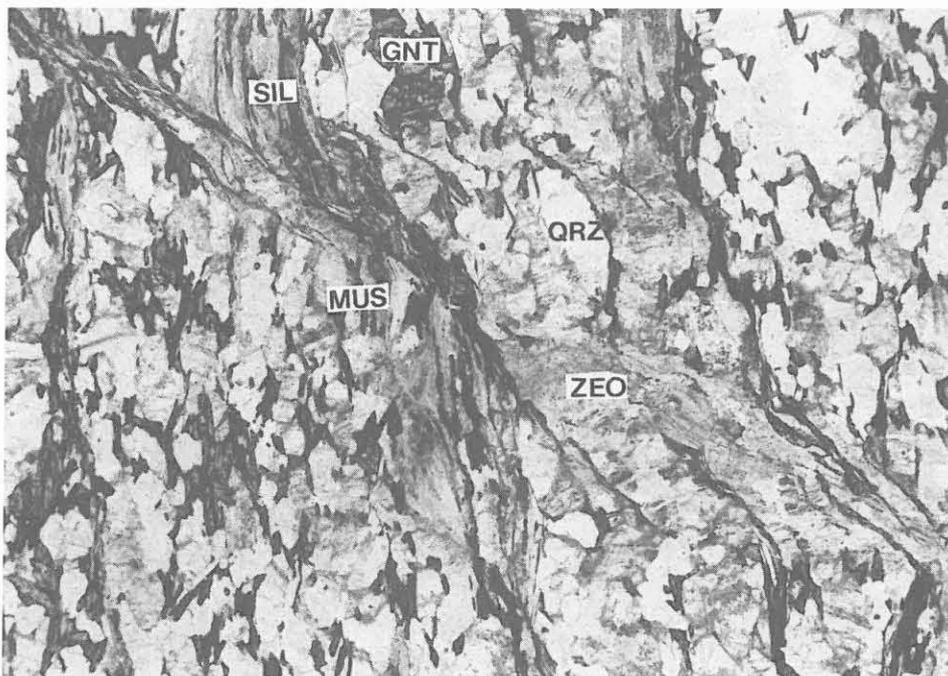


Abb. B.2.17: Scherbahn mit Schleppung der Foliation in Granat-Sillimanit-Biotit-Gneis mit Zeolith-Neubildung (vgl. Abb. B.2.18). SIL = Sillimanit, GNT = Granat, MUS = Muskovit, QRZ = Quarz, ZEO = Zeolith.
(Schliff 345E2q, 1645.21 m, 1 Nicol, 20-fach).

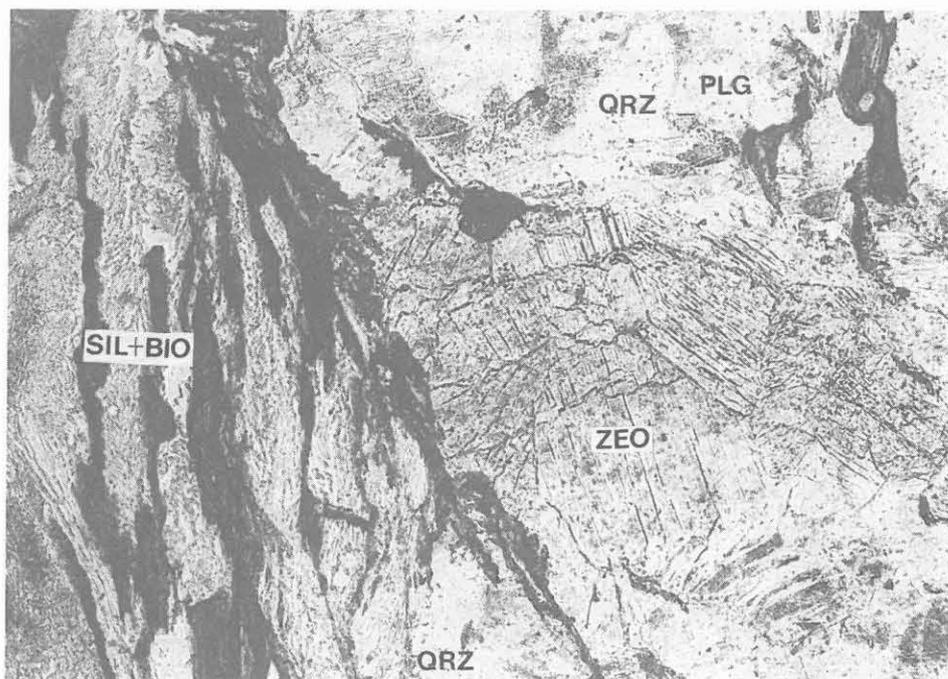


Abb. B.2.18: Zeolith-Neubildung in einer Scherbahn (vgl. Abb. B.2.17). SIL+BIO = alterierte Sillimanit-Biotit-Flaser, QRZ = Quarz, PLG = Plagioklas, ZEO = Zeolith.
(Schliff 345E2q, 1645.21 m, 1 Nicol, 90-fach).

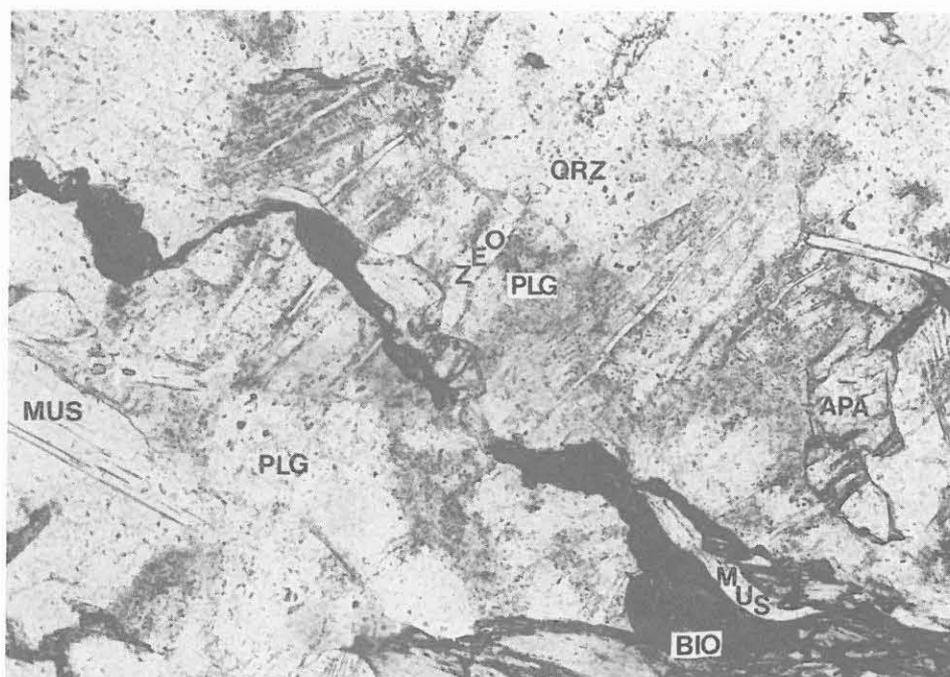


Abb. B.2.19: Zeolith-mineralisierte Haarrisse (ZEO) in getrübbtem Plagioklas (PLG). MUS = Muskovit, BIO = Biotit, QRZ = Quarz, APA = Apatit.
(Schliff 346Clp, 1647.82 m, 1 Nicol, 100-fach).

Richtbohrstrecke (1816-1998 m)

Granat-Sillimanit-Biotit-Gneise	1817-1920 m
Plagioklasreiche Gneise	1880-1886 m
(Granat-Sillimanit-)Disthen-Biotit-Gneise	1920-1998 m
kataklastische Scherzonen, graphit- und pyritreich	1817-1842 m 1980-1994 m

Ab 1817 m liegen keine Kerne, sondern nur noch Cuttings als Probenmaterial vor. Neben den schon oben beschriebenen Granat-Sillimanit-Biotit-Gneisen treten alterierte, Graphit- und Pyrit-imprägnierte Gneise in Störungszonen auf. Zwischen 1880 und 1886 m sind die Paragneise plagioklasreich.

Bei ca. 1920 m wurde die Grenze zu Paragneisen einer vermutlich anderen metamorphen Fazies durchteuft. Ab hier bis zur Graphit-Pyrit-Störungszone von 1981-1998 m stehen Disthen-Biotit-Gneise mit wechselnden Gehalten von Sillimanit und Granat an. Disthen ist im Gegensatz zu den reliktsch erhaltenen Körnchen im Teufenbereich von ca. 1680 - 1816 m hier eine stabile Phase (allenfalls mit schmalem Serizit-Saum) und in Form großer Körner eng mit Biotit verwachsen (Abb. B.2.20) oder er tritt in feinkörnigen Haufen in Sericit-Linsen oder -Lagen auf. Kontakte zu Sillimanit wurden nicht beobachtet; Kontakte zu Granat sind selten. Der abrupte Wechsel von Sillimanit-Biotit-Gneisen zu Disthen-Biotit-Gneisen muß durch eine Störung bedingt sein.

Bei 1867-1872, 1902, 1930-1938 und 1969-1976 m treten neben den Gneis-Cuttings gehäuft auch solche aus Klinopyroxen- oder Hornblende-Aggregaten auf. Da bei 1867, 1872, 1901, 1930 und 1980 m das Richtbohrgestänge aus- und eingebaut wurde, liegt mindestens für die oberen drei Abschnitte der Verdacht nahe, daß es sich um Nachfall handelt. In den Zentrifugenproben (vgl. Geochemie-Kapitel C.3.2) liegt außer bei 1897 und 1927 m, wo Hornblende nachgewiesen wurde, kein Hinweis auf Metabasiteinschübe vor.

Gesteinsbruchstücke von Graphit- und Pyrit-imprägnierten, kataklastischen Gneisen aus Störungszonen treten als untergeordneter Bestandteil durchgängig, gehäuft aber zwischen 1817 und 1842 (hier auch erhöhte Hellglimmergehalte in den Z-Proben, vgl. Kap. C.3.2) und unterhalb von 1980 m in den Cutting-Proben auf. Der Graphit bildet dünne Überzüge um Quarz- und andere Mineralkomponenten (Abb. B.2.21). Die schmierende Wirkung des Graphits bewirkt eine hohe Beweglichkeit dieser Bruchstücke (Graphit-Harnische) gegeneinander. Stichprobenartig wurde der Kohlenstoffgehalt dieser graphitreichen Kataklastite quantitativ im Institut für Geowissen-

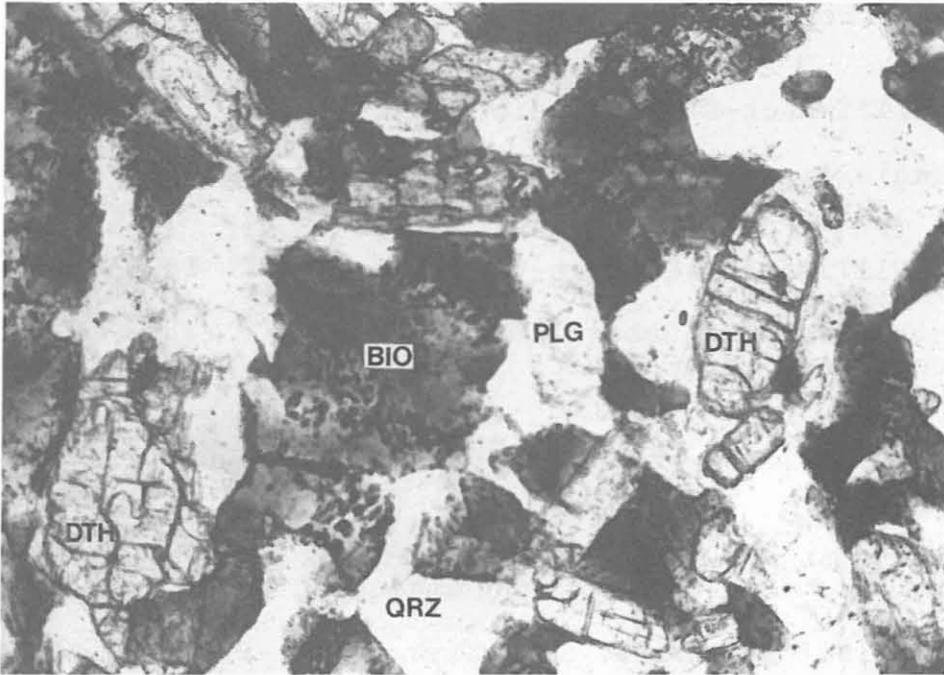


Abb. B.2.20: Disthen-Biotit-Gneis (Cutting). DTH = Disthen, BIO = Biotit mit Ilmenit-Entmischung, QRZ = Quarz, PLG = Plagioklas.
(Schliff CUT1972, 1972 m, 1 Nicol, 80-fach).

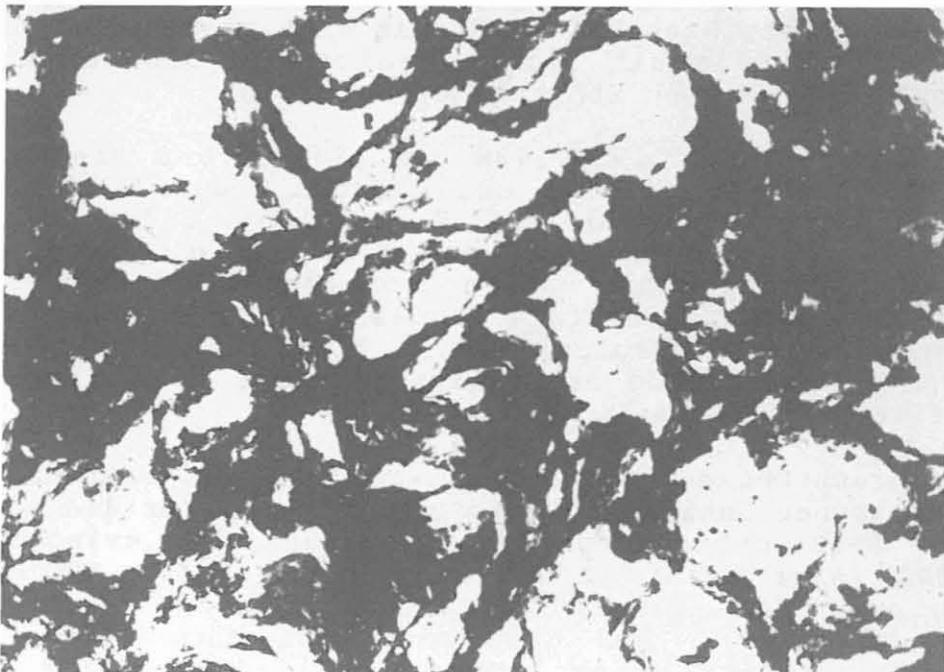


Abb. B.2.21: Cutting aus der Graphit-Pyrit-Kataklase-Zone. Graphit und Pyrit sind auf dem Bild schwarz, Quarz, Plagioklas und Hellglimmer weiß.
(Schliff CUT1997, 1997 m, 1 Nicol, 100-fach).

schaften und Lithosphärenforschung, Gießen, untersucht:

Probe	Gew.-% C
VC1818	1.6
VC1824	0.8
VC1840	0.6

Zwischen 1990 und 1994 m treten in den ausgetragenen Cuttings die größten Gehalte an Graphit-Harnischen auf (ca. 90 %). Darunter war die Kataklyse-Zone wahrscheinlich bereits durchteuft, da frischer Biotit in den Zentrifugen-Proben und Cutting-Dünnschliffen nachgewiesen wurde. Jedoch führte starker Nachfall aus dem Kataklyse-Horizont zum Festwerden des Bohrstrangs.

B.3 Erzmineralisationen

Für die erzpetrographischen Untersuchungen dieses Bohrabchnittes konnten bisher 14 Anschliffe herangezogen werden. Die Auswahl der Schliffproben erfolgte nach makroskopisch erkannten Anreicherungen von Erzmineralen sowie aus Teufenbereichen, die eine repräsentative Charakterisierung der Lithogien bezüglich ihrer Erzmineralparagenesen erlauben soll.

In dem Metagabbro bei 1549 m (Anschliff 3242D1r) findet sich ein deutlicher Anteil von bis zu 1 mm großen oxidischen und <1 mm großen sulfidischen Opakmineralen. Die dominierenden oxidischen Phasen sind regellos in der Grundmasse verteilt, die Sulfide treten nestförmig und in Einzelkörnern auf. Als Erzminerale wurden identifiziert: Ilmenit, Rutil, Leukoxen, Pyrit, Magnetkies, Kupferkies, Markasit, Pentlandit (?).

Ilmenit bildet große, tafelige Formen und Verwachsungen mit ausgeprägter Lamellierung. In Rissen und Hohlräumen finden sich kleine Pyritkörner oder -bänder, Rutil, Anatas und sehr feinkörniger Leukoxen eingelagert (Abb. B.3.1, B.3.2). Rutil bildet neben Einschlüssen in Ilmenit meist ovale Einzelkörner in der Grundmasse mit Zwillingslamellen und bräunlichen Innenreflexen.

Pyrit stellt zusammen mit Magnetkies die wesentliche sulfidische Opakphase dar. Beide Minerale sind oft miteinander verwachsen, wobei Magnetkies meist saumartig von Pyrit umgeben wird. Bei kleinen, xenomorphen Pyritkörnern finden sich randliche Anlagerungen von Ilmenit und Leukoxen. In Magnetkies, der hypidiomorphe Kornformen ausbildet, tritt Pentlandit (?) als helle, flammenförmige Entmischung auf (Abb. B.3.3). Kupferkies bildet fast ausschließlich kleine, xenomorphe Einzelkörner in der Gesteinsmatrix, stellenweise mit Magnetkies verwachsen. Markasit kommt selten in Form kleiner Einschlüsse in Pyrit vor.

Sulfide, die an die Randzone einer hellen Mobilisatlinse im Metagabbro gebunden sind (Anschliff 324F1m = 1550 m), bestehen ausschließlich aus Pyrit. Große Aggregate von stark zerbrochenem Pyrit-I werden von kleineren, homogenen, idio- bis hypidiomorphen Pyrit-II-Kristallen umgeben. Die einzelnen Aggregate von Pyrit-I sind durch mobilisiertes Gesteinsmaterial verkittet.

Im Granat-Amphibolit ist lokal eine disseminierte Sulfidführung makroskopisch erkennbar. Es handelt sich um sehr kleine Einzelkörner, die erratisch in der Grundmasse verteilt sind. Mikroskopisch wurden Pyrit, Kupferkies, Magnetkies, Ilmenit, Rutil, Anatas, Leukoxen und Graphit bestimmt.

Ilmenit stellt in diesem Gesteinstyp die dominierende Erzmineralphase in Form von tafeligen bis unregelmäßigen Aggrega-

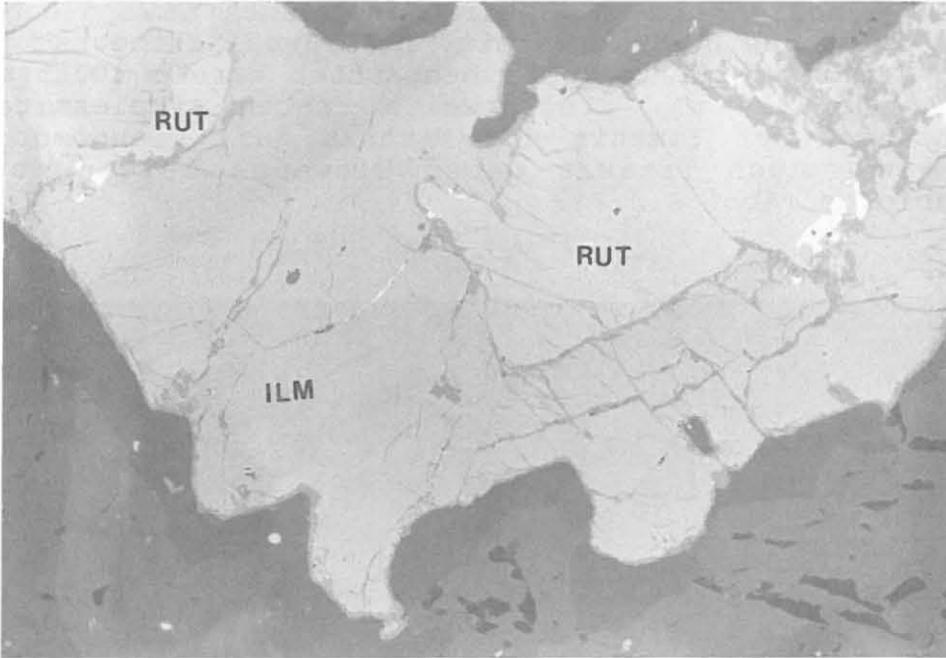


Abb. B.3.1: Ilmenittafel (mittelgrau) mit Einlagerungen von Rutil (hell-mittelgrau) in Metagabbro; die kleinen (weißgrauen) Sulfideinschlüsse im Randbereich zwischen Ilmenit und Rutil bestehen aus Pyrit und sehr wenig Magnetkies. Ilmenit weist leichte kataklastische Überprägung auf.
(Anschliff 324D1r, 1548.89 m, 1 Nicol, 140fach, Luft).

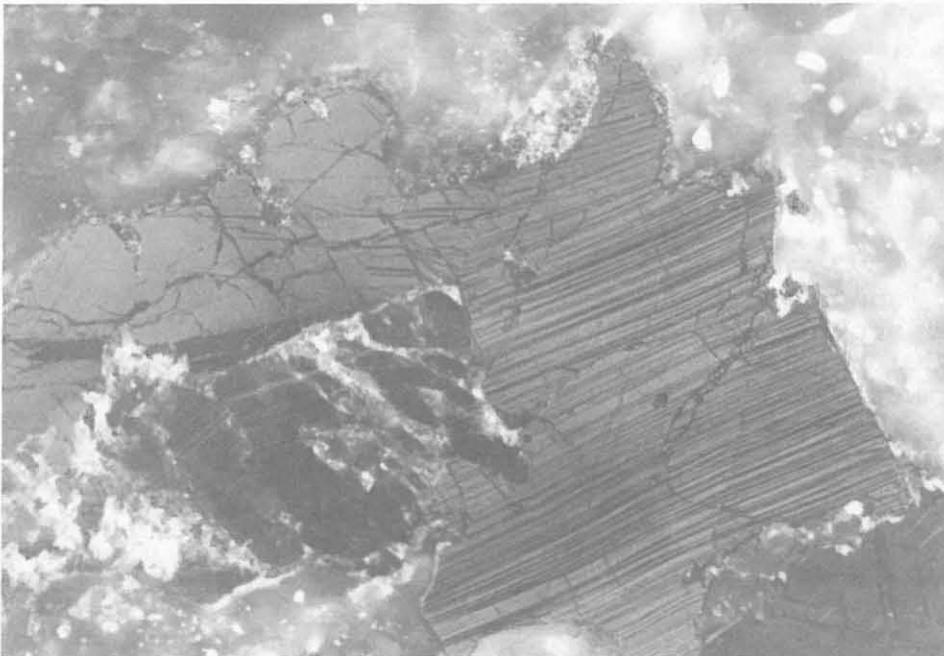


Abb. B.3.2: Gleicher Ausschnitt wie B.3.2; die lamellare Verzwillingung von Ilmenit und Rutil wird deutlich; um Ilmenit ist ein schmaler Saum aus Leukoxen ausgebildet.
(Anschliff 324D1r, 1548,89 m, 2 Nicol, 140fach, Luft).

ten dar. Randlich und in Hohlräumen fanden Umwandlungen zu Rutil, Anatas und Leukoxen statt. Bei Durchlichtbetrachtungen konnten Ilmenitsäume um Rutil beobachtet werden (Dünnschliff 321G1z = 1535.24 m). Stellenweise treten symplektitartige Verwachsungen von Ilmenit und Titanit auf. Pseudomorphosen von Ilmenit nach Titanit geben Hinweise zeigen auf die Altersabfolge (Abb. B.2.7).

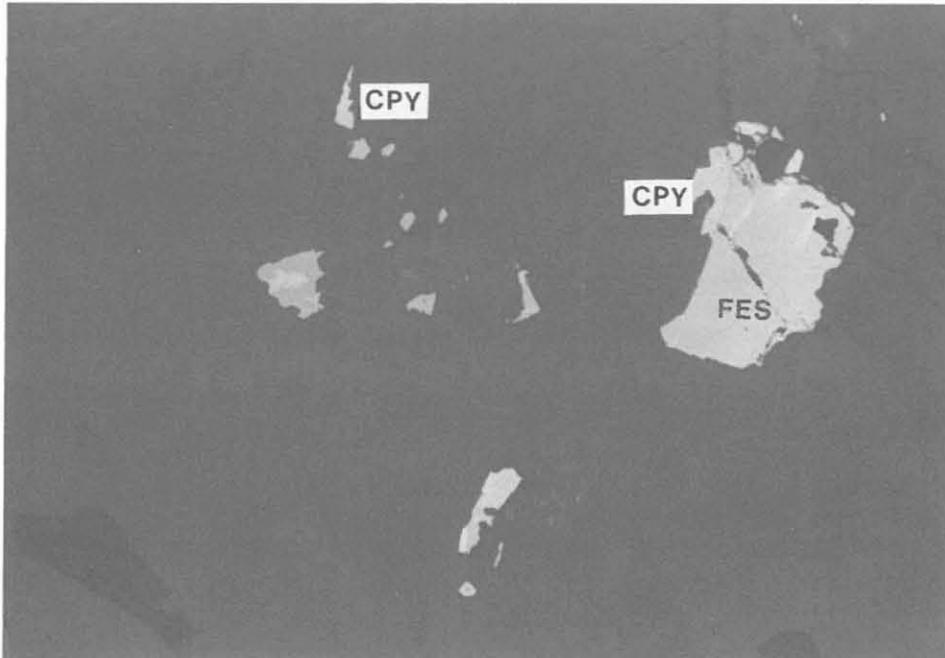


Abb. B.3.3: Magnetkieskörner (FES) mit flammenartigen Pentlandit(?) -Entmischungen (hellgrau) und Kupferkiesanlagerungen (CPY) in Metagabbro.
(Anschliff 324D1r, 1548.89 m, 250fach, 1 Nicol, Luft).

Pyrit ist die dominierende sulfidische Phase; er tritt in hypidiomorphen bis xenomorphen Einzelkörnern, aber auch in Kornverwachsungen auf und enthält Einschlüsse von Kupferkies und Magnetkies. Kupferkies bildet kleine Einzelkörner in der Gesteinsmatrix sowie Anlagerungen und Einschlüsse in Pyrit. Magnetkies findet sich untergeordnet in Pyrit. Sehr selten bildet Graphit aufgefiederte Leisten.

Bei 1598 m (Anschliff 333C1o) sind Sulfide an eine Scherzone im Amphibolit gebunden. Die kataklastische Überprägung hat auch die Erzminerale entlang dieser Scherflächenschar in starkem Maße erfaßt (Abb. B.3.4, B.3.5). Größere, ehemals zusammenhängende Pyritaggregate (stellenweise schwach anisotrop) werden von einem Netzwerk von Rissen durchzogen. In den Rissen finden sich kleinste Pyritkörner als "Zerreißsel". entlang von Rissen zeigen sich auch kleine und kleinste idiomorphe Pyritneubildungen. Kupferkies bildet kleine Körner

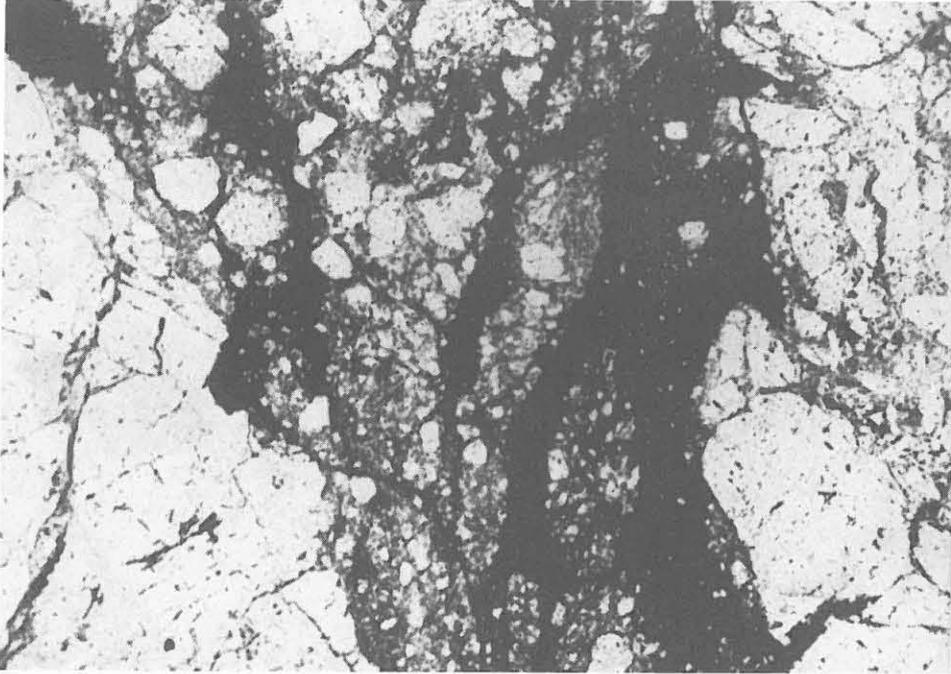


Abb. B.3.4: Kataklastisch überprägter Pyrit mit sehr feinen, abgerundeten Körnern in einer Scherbahn im Amphibolit.
(Anschliff 333C10, 1598.1 m, 12fach, 1 Nicol, Luft).

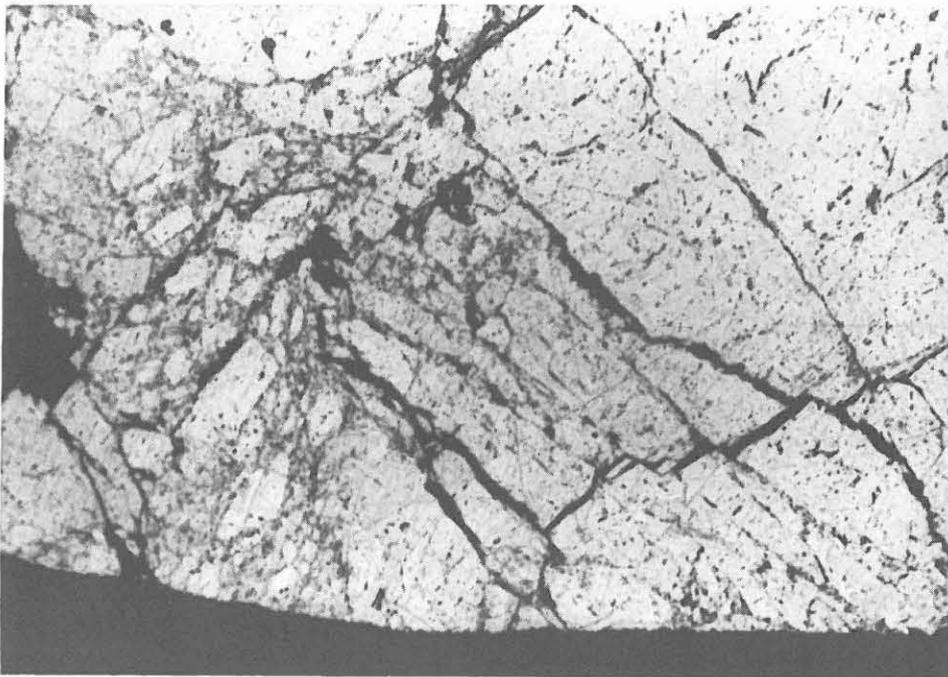


Abb. B.3.5: Durch kataklastische Überprägung gebildete, orientierte Staffelbrüche in Pyrit im Bereich einer Scherzone im Amphibolit.
(Anschliff 333C10, 1598.1 m, 12fach, 1 Nicol, Luft).

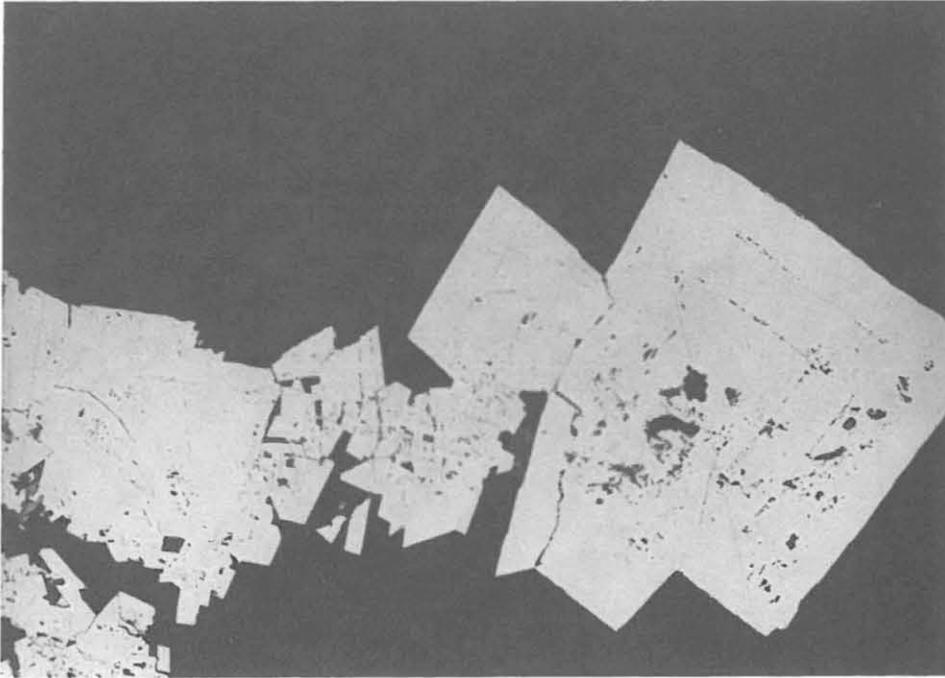


Abb. B.3.6: Kornhaufen aus idiomorphem, z.T. zoniertem Pyrit in Paragneis.
(Anschliff 403A1a, 1791.42 m, 220fach, 1 Nicol, Öl).

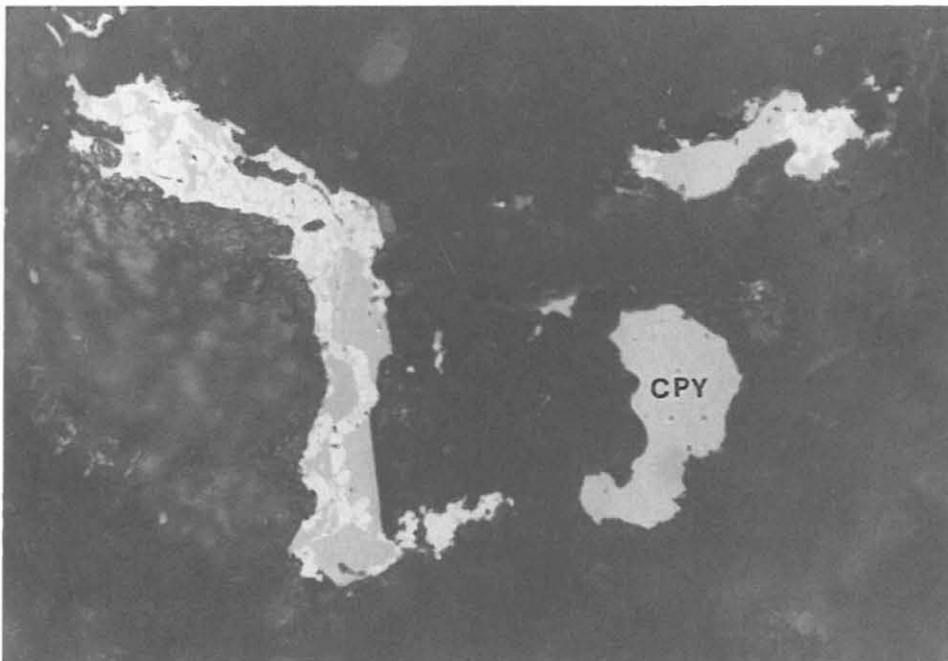


Abb. B.3.7: Innig verwachsener Pyrit (hellgrau) und Magnetkies (mittelgrau) in Paragneis; das größere, unregelmäßige Korn unten rechts stellt Kupferkies dar.
(Anschliff 336D1v, 1615.48 m, 550fach, 1 Nicol, Luft).

in der Matrix und jüngere, hypidiomorphe Hohlraum- und Kluftaufwachsungen und tritt in Pyrit auf.

In den Paragneis-Einheiten ist eine disseminierte Sulfidmineralisation oft an eine stärkere Vergrünung der Gesteine gebunden. Auch auf offenen Trennflächen und entlang von Scherbahnen finden sich ausgewalzte Sulfide ("Tapeten"), stellenweise mit Graphit. Im Auflicht wurden mikroskopisch Pyrit, Kupferkies, Magnetkies, Zinkblende (?), Ilmenit, Rutil, Anatas, Leukoxen, Zirkon und Graphit bestimmt.

In Anschliffen aus repräsentativen Bohrkernproben (Anschliffe 336D1v = 1615.48 m; 390B2b = 1756.42 m; 403A1a = 1791.42 m) finden sich opake Minerale nur untergeordnet und überwiegend als kleine Einzelkörner.

Pyrit, Magnetkies und Kupferkies sind in wechselnder Quantität Bestandteil jeder untersuchten Probe. Pyrit kann idiomorphe Kornformen ausbilden, die durch einen Zonarbau auffallen (Abb. B.3.6). Pyrit und Magnetkies finden sich manchmal in inniger Verwachsung, wobei nicht deutlich wird, welches der beiden Minerale als Verdrängungsphase auftritt (Abb. B.3.7). Pyrit ist auch in den Spaltflächen von Glimmermineralen eingelagert. Kupferkies bildet neben Verwachsungen mit Magnetkies und Pyrit zumeist hypidiomorphe bis xenomorphe Einzelkörner in der Grundmasse. Selten scheint Zinkblende in kleinen Aggregaten mit Kupferkies verknüpft zu sein.

Ilmenit tritt meist in Form kleiner Leisten und Tafeln in Spaltflächen von Glimmern auf und ist oft mit Leukoxen verwachsen. Rutil zeigt braunrote Innenreflexe und ist häufig verzwillingt und bildet Verwachsungen mit Anatas/Leukoxen. Häufiger finden sich Rutilleisten in Granat. Isometrischer bis ovaler Zirkon stellt eine weitere, fast stets präsenile Phase dar. Graphit findet sich nur untergeordnet in der Gesteinsmatrix.

Eine Kupferkiesmineralisation ist an ein helles Mobilisat bei 1693.08 m (Anschliff 362A3T) gebunden. Zwei große xenomorphe und buchtige Aggregate mit zahlreichen Gesteinseinschlüssen weisen geringe Bleiglanzanlagerungen und -spaltenfüllungen auf.

Aus der kernlosen Richtbohrstrecke unterhalb von 1816 m liegen bisher 6 Anschliffe aus Spülproben (Cuttings) vor. Verglichen mit den Anschliffen aus Bohrkernproben sind hier die opaken Phasen (technisch bedingt) vielseitiger. Auffällig ist der hohe Anteil an Metallspänen die aus dem Abrieb des Bohrwerkzeuges oder des Bohrstranges herführen. Im Anschliff fallen diese Späne, denen stets die Einbindung in Gesteinsbruchstücke fehlt, durch ihr hohes Reflexionsvermögen, ihre meist langgestreckte, zerlappte, kolloidomorphe Form und geringe Härte auf (Abb. B.3.8 und B.3.9). Eine andere Form von Spänen liegt in oxidischer Form (Magnetit, Hämatit, Goethit) meist als zonierte Krusten vor (Abb. B.3.10 und B.3.11).

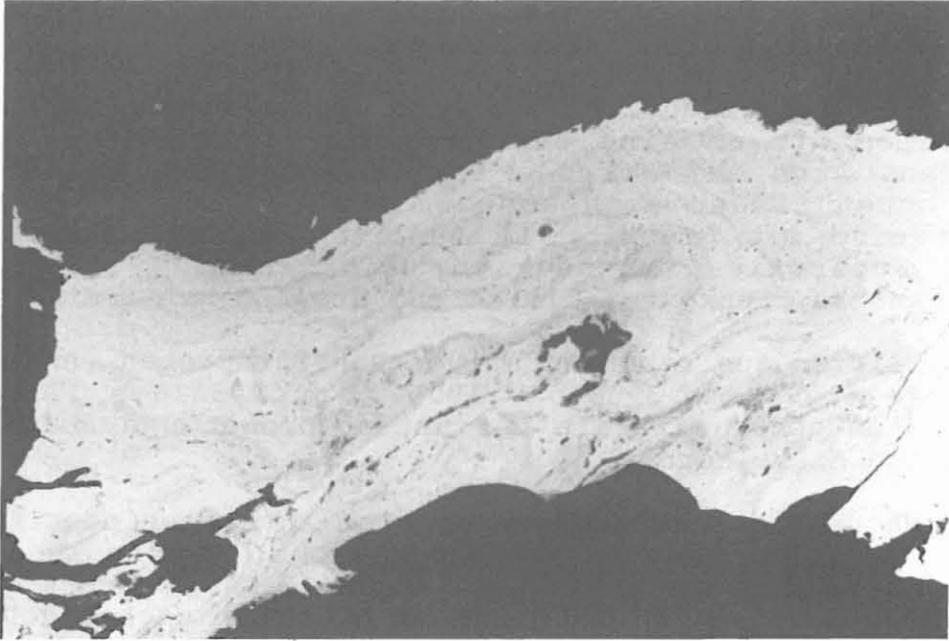


Abb. B.3.8: Sehr hell reflektierender Metallspan mit kollo-
morpher Textur in einer Cuttingprobe aus 1900 m.
(Anschliff CUT1900, 1900 m, 140fach, 1 Nicol, Öl).

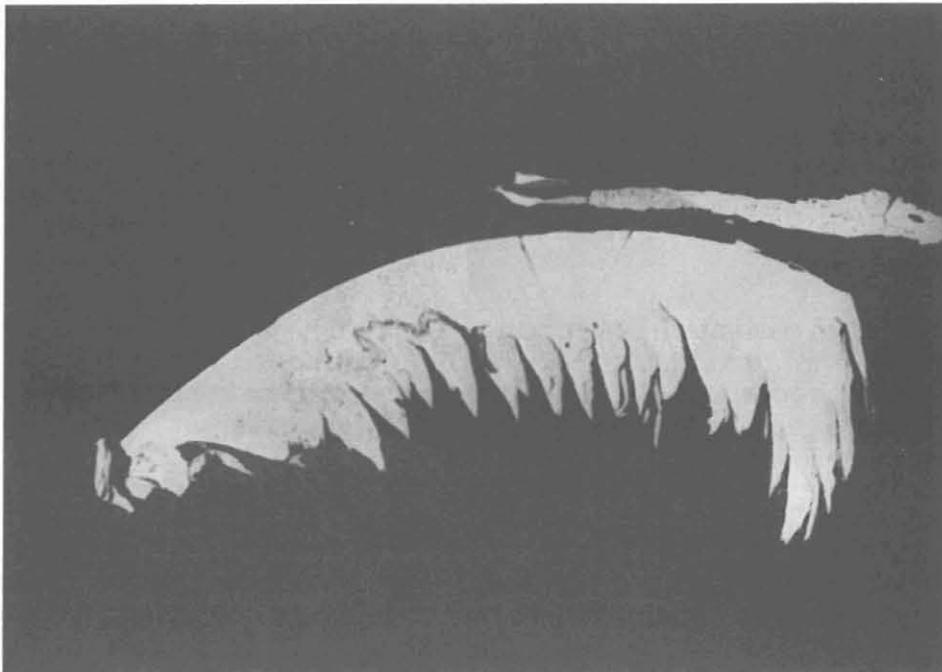


Abb. B.3.9: Heller, stark zerlappter, zahniger Metallspan in
einer Cuttingprobe aus 1900 m.
(Anschliff CUT1900, 1900 m, 160fach, 1 Nicol, Öl).

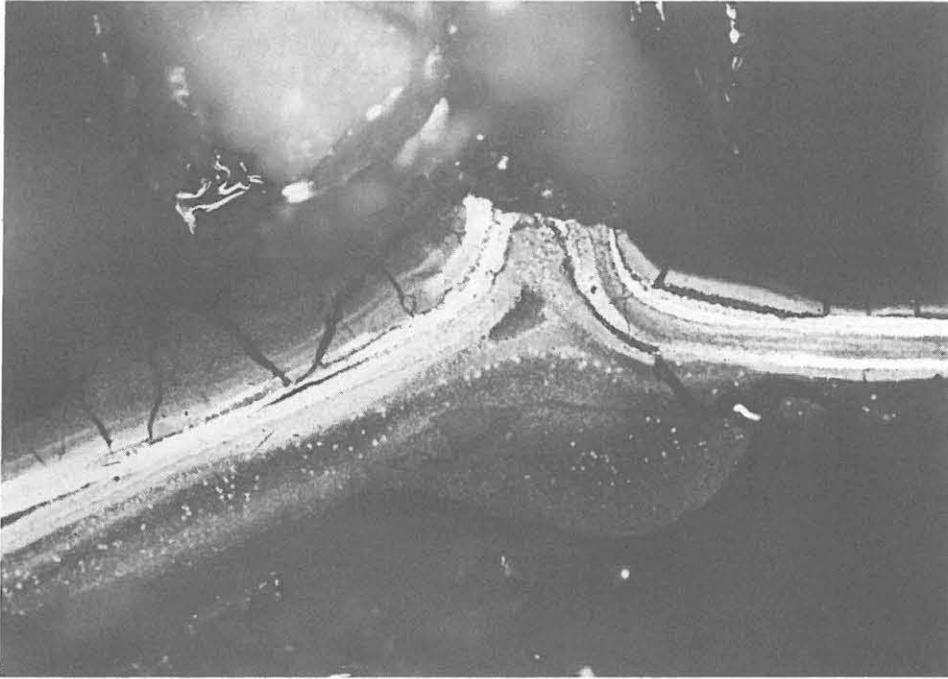


Abb. B.3.10: Aus weißgrauem Hämatit und grauem Goethit aufgebaute Krusten als Beispiel für "oxidischen" Gesteinsabrieb in einer Cuttingprobe aus 1971 m.
(Anschliff CUT1971, 1971 m, 290fach, 1 Nicol, Öl).

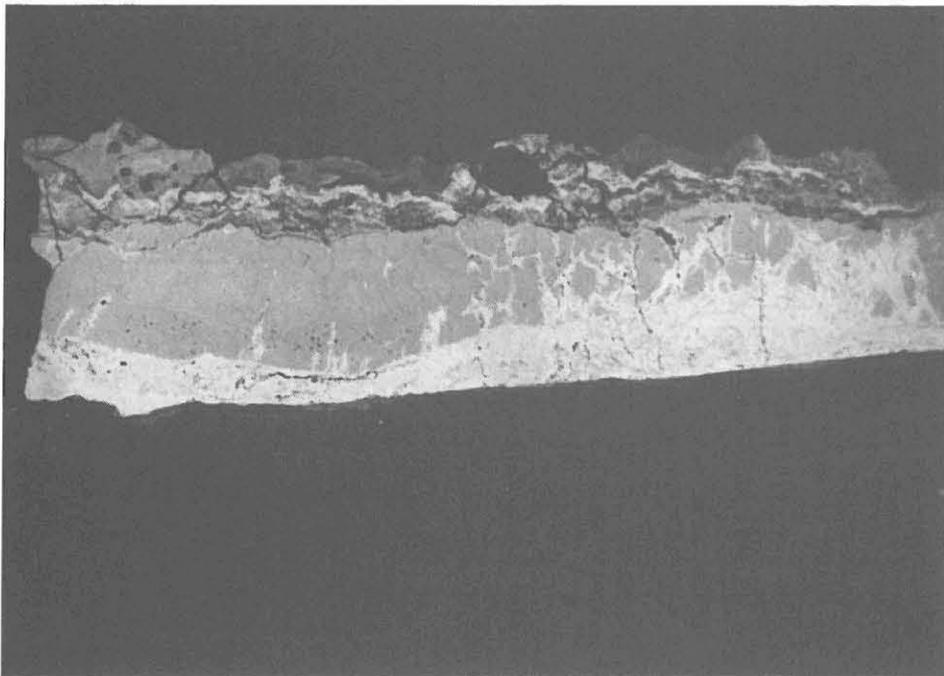


Abb. B.3.11: Magnetit (mittelgrau) wird von Hämatit (weißgrau) und am oberen, stärker zerlappten Rand des Aggregates von Goethit (dunkelgrau) in einem "oxidischen" Metallspan verdrängt.
(Anschliff CUT1971, 1971 m, 250fach, 1 Nicol, Öl).

In dem Sillimanit-Biotit-Gneis bei 1900 m (Anschliff CUT1900) wurden Pyrit, Magnetkies und Kupferkies als sulfidische Erzminerale bestimmt. Pyrit weist oft idiomorphe Einzelformen auf. Magnetkies bildet Einzelkörner in der Grundmasse, manchmal mit Aufwachsungen von Pyrit. Der Kupferkiesanteil liegt meist in Form von kleinen Einzelkörnern vor. Kupferkies ist auch mit Pyrit oder seltener mit Magnetkies verwachsen. Eine enge Verknüpfung dieser 3 Minerale aus dem Cu-Fe-S-System stellt die Voraussetzung für eine Abschätzung der Bildungstemperaturen von Kupferkies (nach SUGAKI et al. 1975 und KOJIMA & SUGAKI 1985 in FRIEDRICH et al. 1988) dar.

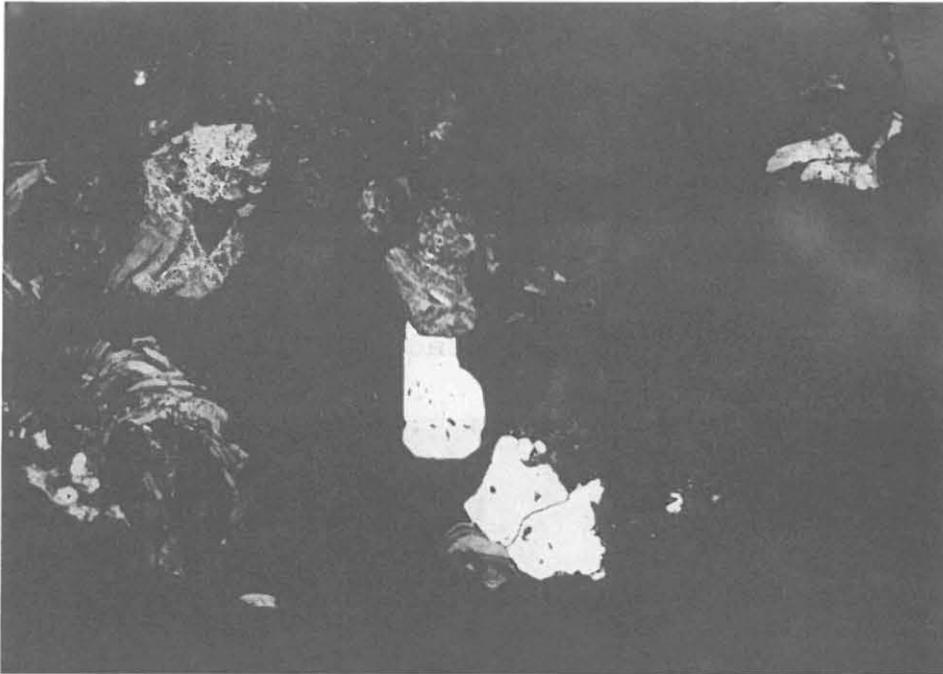


Abb. B.3.12: Idiomorpher bis hypidiomorpher Pyrit (weiß) und leistenförmige bis aufgerollte Graphitaggregate (wechselnd diffus-grau) in einer Cuttingprobe aus Paragneis aus 1950 m (Anschliff CUT1950, 1950 m, 160fach, 1 Nicol, Luft).

Rutil weist hypidiomorphe Kornformen mit gelblich- bis rötlich-braunen Innenreflexen auf; entlang von Rissen tritt stellenweise eine isotrope, graurosa-farbene Phase (evtl. Ti-Magnetit) auf.

Die Erzmineralführung in 1971 m Teufe (Anschliff CUT1971), wo vermutlich eine Amphibolit- oder Metagabbro-Einheit eingeschaltet ist, unterscheidet sich weder quantitativ noch qualitativ wesentlich von der aus der Teufe 1900 m beschriebenen. Zusätzlich zu den dort aufgeführten opaken Phasen tritt wenig tafeliger bis unregelmäßig geformter Ilmenit mit

randlichen Leukoxen-Neubildungen und Graphit als aufgefiederte Leisten und kugelige Aggregate hinzu. In einer mittelgrauen, isotropen, gelblichbraune Innenreflexe zeigenden Anlagerung an Magnetkies wird Zinkblende vermutet.

Der Anschliff aus 1994 m Teufe (AS CUT1994) stammt aus der metermächtigen Kataklysezone, in der die Bohrung fest wurde. Der Anteil an opaken Mineralen ist relativ niedrig. Die wesentliche Phase stellt hohlraumreicher Pyrit in größeren idiomorphen Aggregaten mit Einschlüssen von Kupferkies, Magnetkies und Nebengestein dar. Ilmenit bildet kleine leistenförmige Einzelkörner, die in den Spaltflächen von Glimmern eingeregelt sind. Der Graphitanteil ist nur untergeordnet. Die Aggregate sind leistenförmig bis kugelig-aufgerollt in die Gesteinsmatrix eingebettet.

B.4 Strukturgeologie

B.4.1 Makrogefüge der Metabasit-Abfolge

Die Metabasite sind zum größten Teil durch lagig-gestreckte Feldspatfasern foliiert. Nur untergeordnet tritt richtungslos-gleichkörniges Gefüge auf. Lagig intrudierte Mobilisate verstärken die präexistierende Foliation, die zum Teil später verfaltet wurde (Abb. B.4.6; Kernstück 331C1f). Besonders deutlich ist eine Foliation am Liegendkontakt der Metabasite zu den unterlagernden Paragneisen ausgebildet. Die Foliation fällt hier mit etwa 45° ein. Generell weist die Metabasitfoliation ein flacheres Einfallen (durchschnittlich 50°) als die Gneisfoliation (durchschnittlich 75°) auf (Abb. B.4.1). Kataklastische Deformation, entlang steilstehender Scherbahnen, ist besonders an der Liegendgrenze zu den Paragneisen ein verbreitetes Phänomen.

B.4.2 Makrogefüge der Paragneise

Das makroskopisch sichtbare Gefüge der Paragneise ist lagig-flaserig bis mylonitisch-straflagig ausgebildet. Lagig-flaserige Gneise dominieren zwischen 1610 m und 1623 m sowie unterhalb 1777 m. Höhere Quarz-Feldspatgehalte begünstigen die Ausbildung eines Flasergefüges, während Biotitreichum mehr lagige Gefüge begünstigt. Lagenparallele Quarz-Feldspatmobilisate und Exsudationsquarzlagen betonen das lagige Gefüge.

Mylonitisch-straflagige Gneise treten gehäuft zwischen 1623 m und 1777 m auf, wo sie bis zu mehrere Meter mächtige Horizonte bilden (Abb. B.4.2). Außerhalb dieser Strecke sind mylonitische Gneise nur geringmächtig (Ausnahme 1807 bis 1812 m). Die Verbreitung mylonitischer Verformungsgefüge ist im Detailprofil (Abb. B.6) in der graphischen Darstellung des Foliationseinfallens durch unterbrochene Striche wiedergegeben. Die lagig-flaserigen Paragneise sind mit den feinkörnigen, mylonitisch-straflagigen Gneisen durch graduelle Übergänge verbunden. Zum Teil erfolgt aber auch ein diskontinuierlicher Wechsel der genannten Gefügevarianten an kataklastischen Scherbahnen (1753.6 m). Soweit beobachtet, liegt die Foliation der mylonitischen Gneise stets konkordant zur Foliation der lagig-flaserigen Gneise.

Die mylonitisch-straflagigen Paragneise sind reich an Quarz-Feldspatmobilisaten, die überwiegend parallel zur Foliation liegen und das Gefüge akzentuieren. Die Mobilisatführung ist zum Teil auf einzelne horizontartige Lagen von wenigen cm Mächtigkeit beschränkt (z.B. bei 1738.5 m). Das Gefüge ist dann durch den Gegensatz von mylonitischen, feinkörnig-dichten und flaserigen, mittelkörnig-mobilisatreichen Lagen geprägt. Die Mobilisate sind zum Teil auch recht gleichmäßig über größere

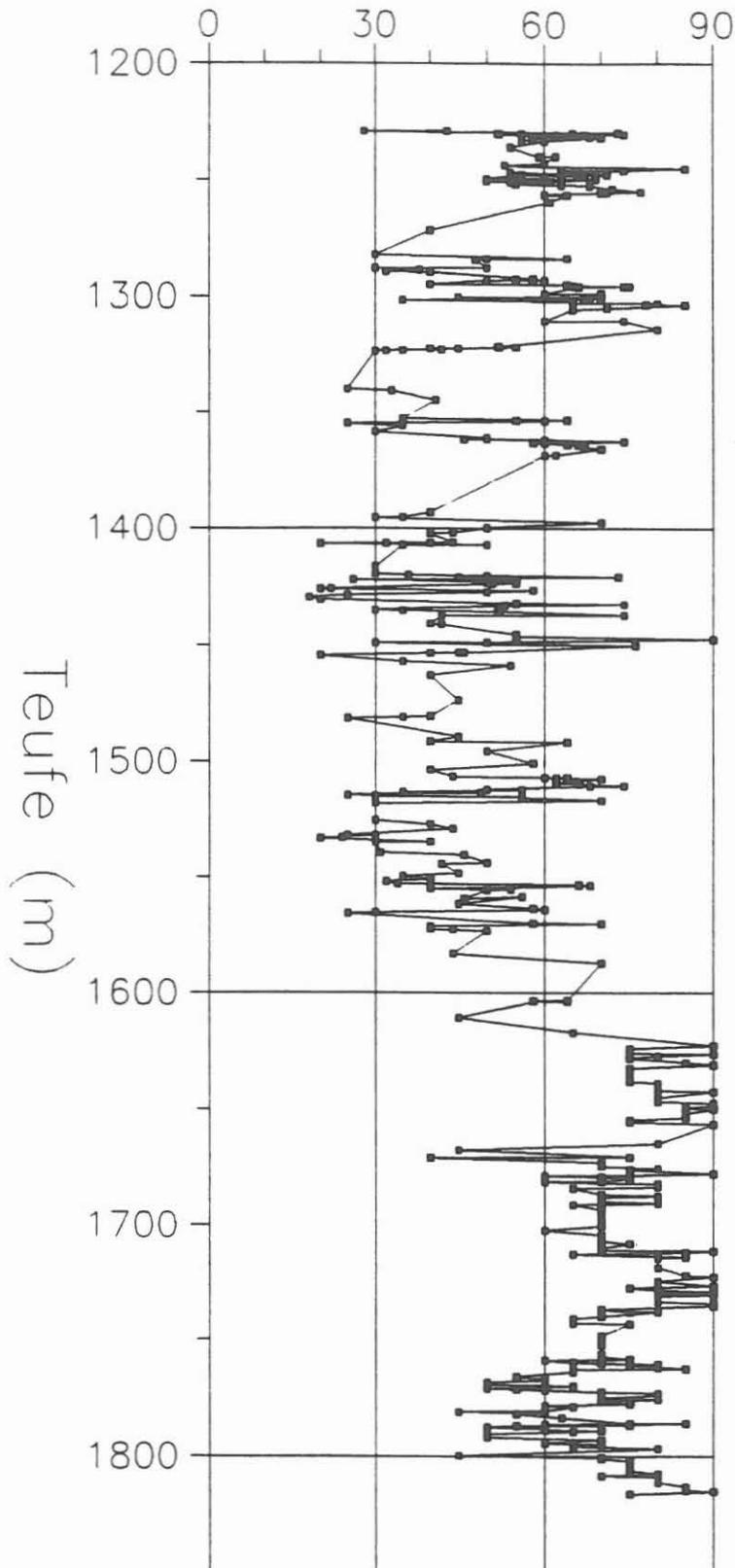


Abb. B.4.1: Fallwinkel der Foliation. An der Grenze Metabazit-Abfolge - Paragneise bei 1610 m wechselt das Einfallen von durchschnittlich 50° auf durchschnittlich 75°.



Abb. B.4.2: Mylonitischer Lagenbau im Paragneis mit eng verfaltetem Mobilisat (Kernstück 375A1a, 1713.80 m).

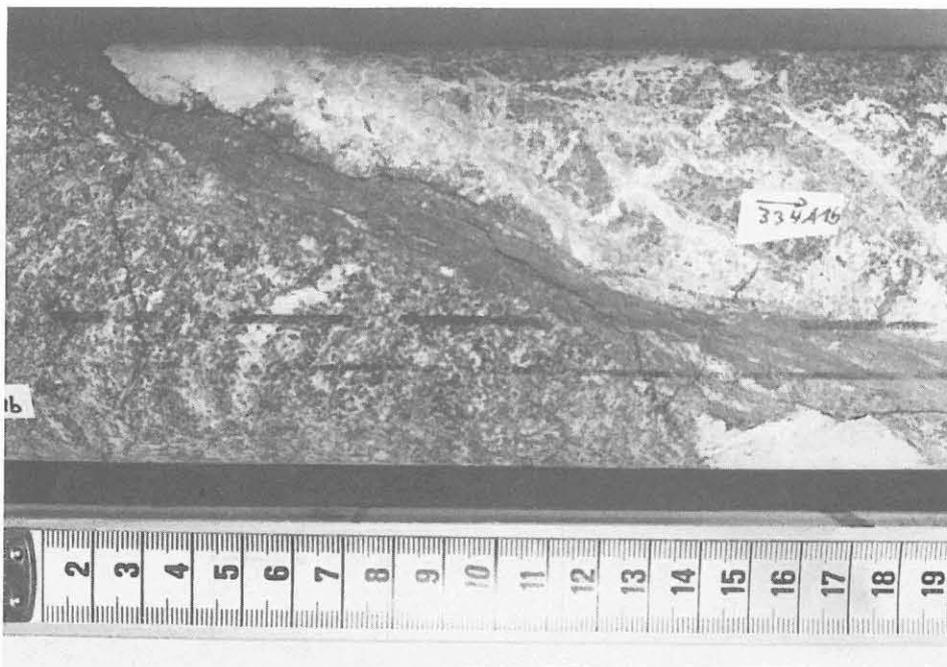


Abb. B.4.3: Steilstehende Kataklysebahn im Amphibolit mit flachliegender Foliation (Kernstück 334A1b, 1601.71 m).

Kernstrecken verteilt und lassen dann das Gefüge nur andeutungsweise mylonitisch erscheinen. Solche strafflagigen, streng bis nur andeutungsweise mylonitisch erscheinende Paragneise mit lagigen Quarz-Feldspatmobilisaten (charakteristisch für die Strecke von 1623 m - 1674 m) zeigen z.T. unter dem Mikroskop eine mylonitische Verformung der Mobilisate. Die Plagioklase sind zu augenförmigen Klasten deformiert, die Quarze zu länglichen Zeilen ausgezogen, die zum Teil die Klasten umfließen (Kernstück 348E2m; 1658.2 m).

Einen hohen Anteil an Mobilisaten weisen auch die mylonitisch-strafflagigen, saiger stehenden Gneise zwischen 1714 m und 1722 m auf. Möglicherweise handelt es sich bei den Mobilisaten dieser Teufe um Segregationsquarzlagen, wie sie von De Wall (1987) aus Myloniten der Zone von Tirschenreuth - Mähring beschrieben werden. In den mylonitischen Gneisen kommen Mobilisate in zwei verschiedenen Generationen vor. Eine Generation ist synkinematisch, da sie parallel zum präexistierenden Lagenbau liegt, aber noch verformt wurde. Die Kontakte zur mylonitischen Matrix sind relativ eben. Ehemals knauerige, gedrungene Mobilisate sind lang ausgezogen (Kernstück 375Ala). Diese synkinematischen Mobilisate zeigen einen internen stofflichen Lagenbau: In einer weißlichen Quarz-Feldspatmatrix treten langgestreckte mm-mächtige Quarzzeilen auf. Solche mylonitisch überprägten Mobilisate werden zwischen z.B. zwischen 1670.04 und 1670.44 m sowie 1713.8 und 1716.88 m beobachtet.

Die andere, postkinematische Mobilisatgeneration liegt konkordant bis diskordant zum mylonitischen Lagenbau. Die Grenzen zwischen Mobilisaten und Matrix sind relativ uneben ausgebildet. Die Quarz-Feldspat-Mobilisate zeigen ein richtungslos-gleichkörniges Interngefüge (Kernstück 372B2g, 1708.39 m).

Stärkere kataklastische Verformung solcher mylonitischer Paragneise wird zwischen 1772 m und 1777m beobachtet. Die kataklastisch erzeugten Makrogefüge der Sillimanit-Biotit-Gneise werden im Kapitel B.4.4 abgehandelt.

B.4.3 Mikrogefüge der Paragneise

Das Mikrogefüge der lagig bis flaserig ausgebildeten Paragneise ist durch granoblastische Quarz-Feldspatverwachsung gekennzeichnet. Abhängig vom Glimmerteilgefüge liegen hauptsächlich zwei Varianten vor.

(1) Ein offenes Glimmerteilgefüge ist häufig an polygonales Pflastergefüge von Quarz und Feldspat gebunden.

(2) Bei halboffenem bis geschlossenem Glimmerteilgefüge liegen lagige bis linsige Quarz-Feldspataggregate vor, die aus schwach gelängten Einzelkörnern, oft mit gebuchteten Korngrenzen (Implikationsgefüge), zusammengesetzt sind. In

solchen Gneisen zeichnen vereinzelt spitzwinklig zur Folia-tion eingeregelter Biotitscheiter und Sillimanitgarben ein zweites Schieferungssystem nach (Schliff 404AlaI, 1795.70 m). Das Mikrogefüge erlaubt keine Interpretation als Scherbandgefüge. Diese zweite Schieferung ist eher als weitspannige Runzelungsschieferung zu interpretieren.

Makroskopisch als mylonitisch-straflagig eingestufte Gneise weisen nur teilweise auch mikroskopisch ein typisch myloni-tisches Gefüge auf (z.B. bei 1688 oder 1753.4 m). Sekundäre Rekristallisation könnte bereichsweise das makroskopisch noch gut sichtbare, mylonitische Gefüge überprägt haben. Feinkörnigkeit der Paragneise verstärkt sicherlich den mylonitischen Habitus. Durch dynamische (primäre) Rekristallisation und die damit verbundene Kornverkleinerung (Kernstücke 359Ala und 388Dlk) entsteht lagenweise oder an Korngrenzen größerer Körner ein protomylonitisches, heteroblastisches Rekristallisationsgefüge des Quarzes.

Duktile Deformation ist ausschließlich an das Quarzgefüge gebunden. Die Plagioklase bildeten bei der gleichen Deforma-tion Kaltverformungsgefüge mit klastischen Spaltrissen und verbogenen Zwillingslamellen aus.

B.4.4 Kataklaste

Kataklastische Deformationsgefüge treten unregelmäßig ver-teilt über die gesamte Kernstrecke hinweg auf. Intensive kataklastische Deformation wird im Übergangsbereich zwischen der Metabasit-Abfolge und liegenden Paragneisen (1595 m - 1630 m) beobachtet. Die starke Zerschering führt zu weit-gehendem Kernzerfall im Bereich zwischen 1595 m bis 1610 m. Auch die Paragneise zwischen 1987 m und 1998 m ("Havarie-zone", nur durch Cuttings erschlossen) zeigen starke Kata-klase; in diesem Bereich steigt der Anteil der mit Graphit imprägnierten Cuttings bis auf 90%.

Die Kataklastebahnen in den zerscherten Amphiboliten und Paragneisen stehen überwiegend steil bis saiger und sind mm bis mehrere cm breit. Sofern sie in Scharen auftreten, durchädern sie dichtständig das Gestein, was sich bis in den mikroskopischen Bereich nachweisen läßt. Kataklastebahnen sind Bereiche intensiver Mineralisation. Meist wird eine starke Chloritführung in den Bahnen beobachtet. Die Scherbahnen werden zum Teil durch dichte, feinkörnige Substanz von schwarzer Farbe abgebildet und erinnern an Pseudotachylite (1619 m und 1622 m). Mikroskopisch sind die schwarzen Scher-bahnen durch eine feinstkörnige, mikroskopisch nicht mehr auflösbare Matrix mit brekziösen Einsprenglingen von Quarz und Feldspat mit stark unterschiedlichen Korngrößen gekenn-zeichnet (Abb. B.2.11).

Entlang kataklastischer Scherbahnen werden vereinzelt Gestei-ne unterschiedlicher Lithologie und unterschiedlichen Gefüges

gegeneinander versetzt. Bei 1585.5 m wird ein richtungslos-körniger Amphibolit gegen mobilisatreichen Amphibolit mit verfalteten Mobilisaten versetzt. Bei 1753.6 m erfolgt ein Versatz mylonitisch-straflagiger Gneise gegen lagig-flaserige Gneise. Die bruchhafte Verformung ist hier mit deutlichen Versätzen verbunden, deren Verschiebungsweiten jedoch nicht genauer bestimmt werden können.

Die intensive kataklastische Deformation im Bereich des lithologischen Wechsels zwischen Metabasit-Abfolge und unterlagernden Paragneisen läßt zwei Interpretationsmöglichkeiten zu:

(1) Der lithologische Wechsel entspricht den primären Verbandsverhältnissen zwischen Metabasiten und Metasedimenten. Das unterschiedliche rheologische Verhalten von Amphiboliten und Gneisen resultierte in einer kataklastischen Überarbeitung dieses Primärkontaktes bei nachfolgender tektonischer Deformation.

(2) Der lithologische Wechsel wurde durch Verschuppung rein tektonisch erzeugt. Die hangende Metabasit-Abfolge hätte danach allochthonen Charakter. Hierfür spricht zum einen, daß sich der Einfallwinkel der Foliation an der lithologischen Grenze Metabasit-Abfolge/unterlagernde Paragneise abrupt ändert und zum anderen, daß sich in den Metabasiten ein reliktsches Hochdruckstadium nachweisen läßt, während in den unterlagernden Paragneisen Hochdruck-Relikte bislang nicht beobachtet wurden.

B.4.5 Klassifizierung der Trenngefüge im Teufenabschnitt 1795.7 m bis 1816.3 m

Zur Erläuterung der auf makroskopischen Daten basierenden, strukturellen Übersicht sei hier der ausgewählte Bereich von 1795.7 bis 1816.5 m (KM 404 - 408) exemplarisch etwas detaillierter dargestellt.

In einer teufenbezogenen Übersicht, die größtenteils aus Kernabwicklungsdaten erstellt werden konnte, lassen sich Sprünge der Referenzlinie erkennen und (statistisch) korrigieren. Eine grobe Klassifizierung bruchhafter Elemente wird möglich und ergänzt die Detailaufnahme am Bohrkern.

Folgende Systeme konnten bisher abgegrenzt werden:

(1) Chloritbelegte Verschiebungsflächen mit Harnischlinearen, die vorwiegend aufschiebenden Bewegungssinn erkennen lassen. Zu diesem System gehören sowohl die foliationsparallelen Flächen als auch subparallel oder deutlich flacher einfallende Elemente. Die Aktivierung der foliationsparallelen Flächen ist auf präexistierende Anisotropien zurückzuführen, wobei besonders glimmerreiche Lagen bevorzugt betätigte

Verschiebungsflächen darstellen.

Die Versatzbeträge sind gering und liegen unter 1 cm. Nach der letzten verfügbaren Televiever-Messung (bis 1788 m) streut die Fallrichtung der Foliation um 210° bei Fallwerten zwischen 30° und 75° .

(2) Ein anderes, in der Regel flach einfallendes ($5 - 40^\circ$) System von Verschiebungsflächen mit Harnischlineation fällt in südliche Richtung (ca. 190°) und kann als konjugiertes System zu einem weiteren, gegenfallenden System aufgefaßt werden. Knickbänder fallen in dieses System, so daß diese als relativ jung aufgefaßt werden können.

(3) Untergeordnet treten südostfallende Verschiebungsflächen auf, die durch flache bis subhorizontale Harnischlineare als Blattverschiebungen gekennzeichnet sind.

B.4.6 Faltenstrukturen

Die Faltengefüge des bearbeiteten Teufenabschnittes entsprechen den in vorhergegangenen KTB-Reports beschriebenen Faltenstrukturen (vgl. auch Abschnitt E im vorliegenden Band). Es wurden mindestens zwei unterschiedliche Faltengenerationen beobachtet.

Die älteren Falten entstanden im duktilen Faltungsregime und sind in der Regel an mobilisatreiche Gneise gebunden. Die durch metamorphe Differentiation entstandenen Quarz-Feldspatlagen werden von zwei unterschiedlichen Faltentypen verfaltet.

(1) Intrafoliale Falten, die zum Teil abgeschert sind. Das Faltenscharnier bleibt dann als Mobilisatlinse erhalten (z.B. bei 1705.6 m).

(2) Der häufigste Faltentyp in den Gneisen sind monokline, enge Falten in Mobilisatbändern (Abb. B.4.2, B.4.4, B.4.5). Die Faltung erstreckt sich - vermutlich materialbedingt - über etwa 20 cm mächtige, diskrete Bereiche. Auffällig ist eine Häufung solcher Bereiche zwischen 1723 m und 1734 m.

Im Kernstück 375A1a (1713 m), einem mylonitischen Paragneis, wurde ein prämylonitisch gebildetes Quarz-Feldspat-Mobilisat isoklinal verfaltet. Ehemalige Quarzkörner des Mobilisates wurden zu langgestreckten Zeilen ausgewalzt, die parallel zur mylonitischen Foliation liegen. Im Faltenscharnier erfolgt keine Umbiegung dieser Quarzzeilen: Die Verfaltung des Mobilisates erfolgte offensichtlich vor der Mylonitisierung.

Die einzige bisher beobachtete Faltenstruktur im Amphibolit liegt bei 1586.7 m. Eine mehrere cm mächtige Mobilisatlage wurde eng verfaltet und nachträglich an flachliegenden



Abb.B.4.4: Monokline Verfältelung von Mobilisatbändern im Paragneis (Kernstück 380A1a, 1727.50 m).

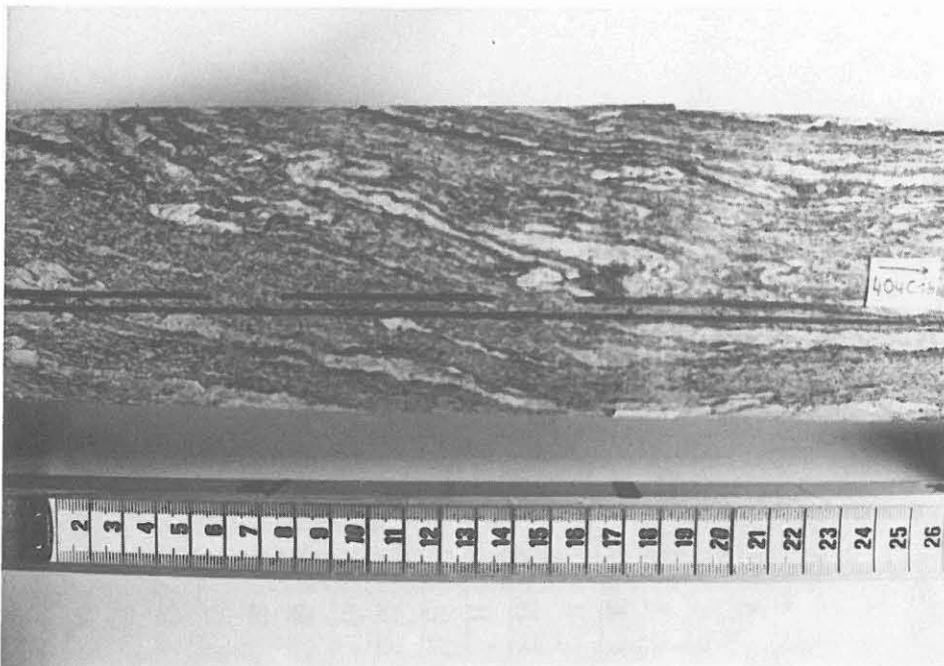


Abb. B.4.5: Monoklin verfaltete Mobilisatlagen im Paragneis (Kernstück 404C1n, 1796.70 m).

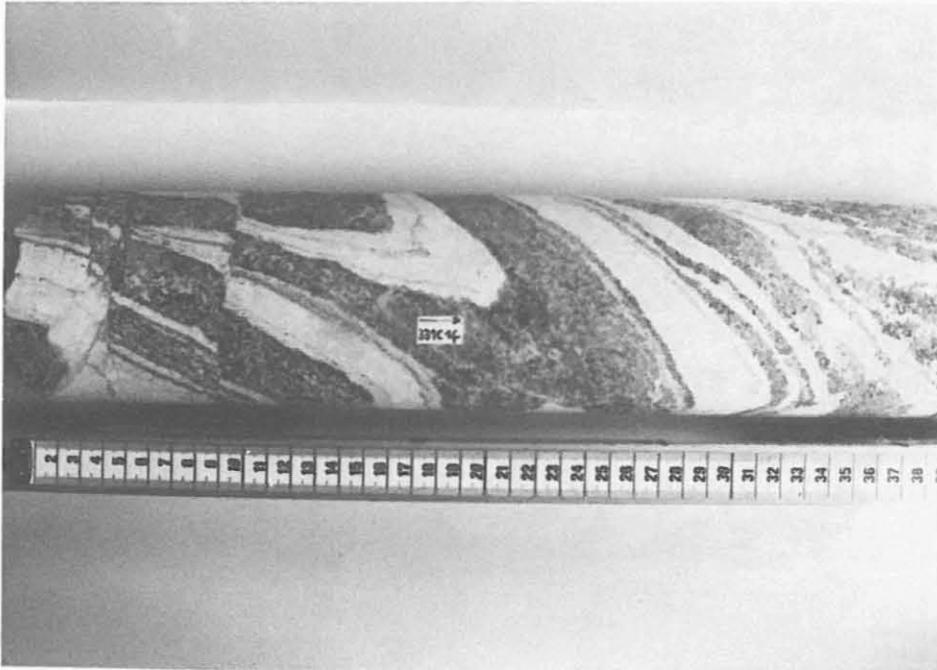


Abb. B.4.6: Mehrere cm mächtige, verfaltete Mobilisatlagen im Amphibolit. Nach der Verfaltung wurden die Mobilisate an kataklastischen Verschiebungsbahnen abschiebend zerschert (Kernstück 331C1f, 1586.57 m).

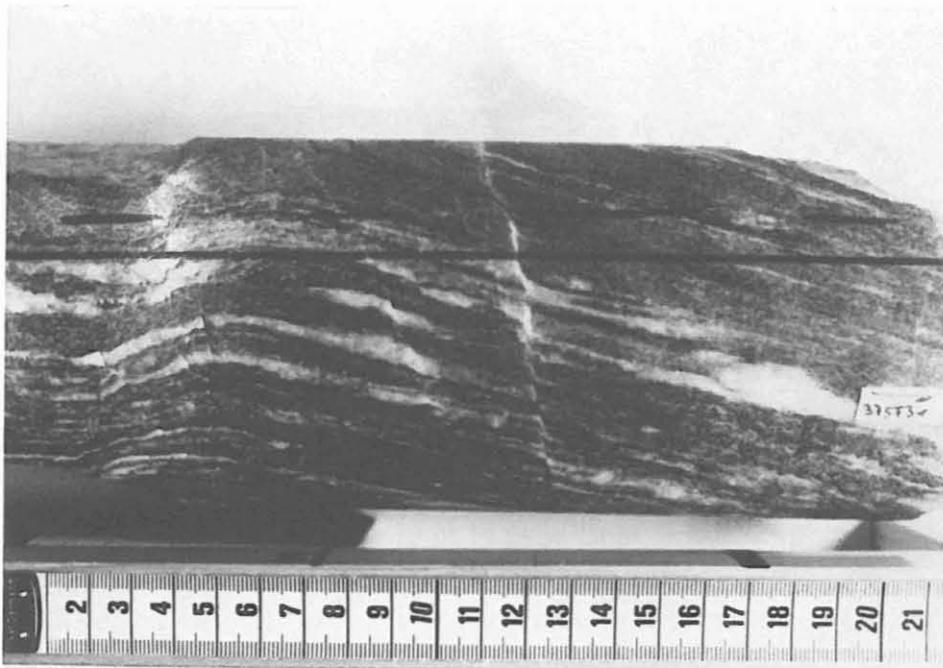


Abb. B.4.7: Flexurartige, aufschiebende Knickzone mit gebleichter Knickfläche. In der Bildmitte flach einfallende, kataklastische Scherfläche mit aufschiebendem Bewegungssinn. Knaueriges Mobilisat (rechts) stellt vermutlich abgeschertes Faltenscharnier einer Intrafolialfalte dar (Kernstück 375F3r, 1717.45 m).

Abschiebungen versetzt (Abb. B.4.6).

Die jüngeren Faltenstrukturen sind einer relativ spröden Deformation zuzuordnen. Dabei handelt es sich um weitspannige, offene Verfaltung der Foliation, teilweise flexurartig oder als Knickfalten ausgebildet. Die zugehörigen Faltenachsenflächen liegen flach oder horizontal (z.B. bei 1610 m oder 1764.6 - 1765.5 m).

B.4.7 Knickzonen

Mit den jüngeren Falten sind möglicherweise gelegentlich auftretende, kataklastische Knickzonen u. -bänder in genetische Verbindung zu bringen (z.B. 1765.5 m - 1771.5 m; 1782.5 m). Die Knickflächen liegen entweder horizontal oder flach aufschiebend (Abb. B.4.7) und sind häufig gebleicht.

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes danken wir Prof. R. Emmermann, Prof. K. von Gehlen, Prof. K. Weber und Dr. H.-G. Dietrich.

Die Probenvorbereitung und Schliffanfertigung unterlag D. Lang, O. Leitner, P. Prători, X. Spies, D. Wagner und E. Wiendl. Für die Unterstützung bei den fotografischen und zeichnerischen Darstellungen danken wir M. Neuber und E. Nuber.

Die im Feldlabor für die mikroskopischen Untersuchungen vorbereiteten Anschliffe wurden am Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre der RWTH Aachen fertiggestellt.

Für die Textverarbeitung und graphische Darstellungen stellten die Arbeitsgruppe Geophysik im Feldlabor und die Arbeitsgruppe Datenverarbeitung der KTB-Projektleitung freundlicherweise Rechnersysteme zur Verfügung.

B.5 Schriftenverzeichnis

- BOHLEN, S.R., WALL, V.J. & BOETTCHER, A.L. (1983): Experimental investigation and geological applications of equilibria in the system FeO-TiO₂-Al₂O₃-SiO₂-H₂O.- Am. Min., **68**, 1049-1058.
- FRIEDRICH, G., KOTNIK, M., REDECKE, P., VAN DELDEN, S., VOGTMANN, J. & KEYSSNER, S. (1988): Erzpetrologisch-geochemische Untersuchungen an Bohrkernen des Kontinentalen Tiefbohrprogramms - Voruntersuchung der Lokation Oberpfalz.- Abschlußbericht DFG Fr 240/45-1/45-2, Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre, RWTH Aachen, 178 S. (unveröff.).
- GRAUP, G., HACKER, W., KEYSSNER, S., MASSALSKY, T., MÜLLER, H., RÖHR, C. & UHLIG, S. (1988): KTB Oberpfalz VB - erste Ergebnisse der geologischen Aufnahme bis 480 m. - KTB Report **88-1**, B1-B104, Hannover.
- HACKER, W., KEYSSNER, S., MASSALSKY, T., MÜLLER, H., RÖHR, C., UHLIG, S. & GRAUP, G. (1988): Tiefbohrung KTB Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von 480 bis 992 m. - KTB Report **88-2**, B1-B60, Hannover.
- KEYSSNER, S., MASSALSKY, T., MÜLLER, H., RÖHR, C., GRAUP, G. & HACKER, W. (1988): Tiefbohrung KTB Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von 992 bis 1530 m. - KTB Report **88-6**, B1-B88, Hannover.
- KOJIMA, S. & SUGAKI, A. (1985): Phase relations in the Cu-Fe-Zn-S-system between 500 °C and 300 °C under hydrothermal conditions.- Econ. Geol., **80**, 158-171.
- MATTHES, S. & SEIDEL, E. (1977): Die Eklogitvorkommen des kristallinen Grundgebirges in NE-Bayern, X. Bestehen genetische Beziehungen zwischen Eklogit und Meta-Gabbro innerhalb des Münchberger Gneisgebietes? - N. Jb. Min. Abh., **129**, 269-291.
- SUGAKI, A., SHIMA, H., KITAKAZE, A. & HARADA, H. (1975): Isothermal phase relations in the system Cu-Fe-S under hydrothermal conditions at 350 °C and 300 °C.- Econ. Geol., **61**, 806-823.
- WALL, H. de (1987): Mikrostrukturelle Untersuchungen und strukturgeologische Kartierung der Gesteine aus dem Übergangsbereich Moldanubikum/Saxothuringikum W'Mährlng, Oberpfalz. - Dipl.-Arb. Göttingen, 84 S.+Anh., (unveröff.).

B.6 Anhang

B.6.1 Erläuterungen zum geologischen Profil (Abb.B.6.1)

Spalte	Erläuterung
CUTTINGS	Die erbohrten Cuttings werden vor Ort naß gesiebt, getrocknet und die Fraktionen volumetrisch ausgewogen. Dargestellt sind die prozentualen Anteile der Fraktionen. Der Graph zeigt: links: grobe Fraktion = größer als 1 mm mitte: feine Fraktion = 0.063 - 1 mm rechts: feinste Fraktion = kleiner als 0.063 mm
GAMMA-RAY	In der Kurve GAMMA-RAY ist die natürliche Gamma-Strahlung der durchbohrten Gesteine in API-Einheiten angegeben. Sie ist ein Maß für den Gehalt an Kalium, Uran und Thorium im Gestein, den einzigen natürlich vorkommenden radioaktiven Elementen.
KALIBER	Die Kurve KALIBER zeigt den Bohrllochdurchmesser an. Der Außendurchmesser der Bohrkronen beträgt 152 mm (6"). GAMMA-RAY und KALIBER sind Bohrllochmessungen.
LITHOLOGIE	Gesteinsname und seine graphische Darstellung
FOLIATION	Das Einfallen der Foliation in Grad ist als Zahl und zur Veranschaulichung als Graph angegeben. Richtungslos-körniges Gefüge ist durch Punktsignatur gekennzeichnet. Gestrichelte Linien kennzeichnen ein mylonitisches Gefüge.
ALTERATION/ STÖRUNGEN	Nach der Cutting- und Dünnschliffanalyse wurde ein qualitativer Alterationsgrad nach folgendem Schema festgelegt: 1 = frisches Gestein 2 = schwach alteriertes Gestein 3 = deutlich alteriertes Gestein 4 = völlig alteriertes Gestein Die Grenze unterschiedlich alterierter Gesteine ist durch eine waagerechten Strich markiert. Über und unter ihr ist der entsprechende Alterationsgrad angegeben. Störungen, die am Kern beobachtet wurden, sind durch eine gerade Linie dargestellt.

KERNMARSCH Ein Kernmarsch ist ein maximal 6 m langer Bohrkern, der in einem Arbeitsgang abgebohrt und dann geborgen wird. Kommt weniger Kernmaterial zu Tage als abgebohrt wurde, wird der fehlende Teil als VERLUST bezeichnet. Die über Tage angekommene Kernstrecke heißt GEWINN. Der Kerngewinn wird schematisch nach oben an den Beginn des Kernmarsches geschoben.

KLÜFTIGKEITS-ZIFFER Für die Korrelation mit dem Bohrfortschritt, Auskesselungsbereichen oder sonstigen Bohrparametern wurden am Kern die Anzahl der Klüfte pro Meter (=Klüftigkeitsziffer) bestimmt. Gezählt wurden ebene Trennflächen, an denen der Kern bereits zerbrochen war oder an denen er in Kürze zerbrechen würde (latente Klüfte). Zur besseren Übersicht ist die Klüftigkeitsziffer in Abb. B.2.10 in komprimierter Form dargestellt.

PROBEN Hier sind die Beprobungspunkte des Feldlabors aufgelistet. Im Einzelnen bedeutet:

Zentrifuge RDA/RFA: An den markierten Stellen liegen Röntgen-Fluoreszenz-Analysen von Haupt- und Spurenelementen vor. Der modale Mineralbestand wurde durch quantitative Röntgen-Diffraktometer-Analysen ermittelt. Das Analysenmaterial ist eine Bohrmehlprobe. Sie wird durch zentrifugieren der Bohrspülung gewonnen.

Anschliffe: An diesen Stellen liegen polierte Anschliffe für die Erzmikroskopie vor. Teilweise wurden Kernstücke, teilweise Cuttings (Bohrklein) zur Schliffherstellung benutzt.

Kernstücke RDA/RFA: Wie Zentrifuge RDA/RFA nur wurden hier Kernstücke analysiert.

Dünnschliffe: An diesen Stellen liegen Gesteinsdünnschliffe für die Durchlicht-Polarisations-Mikroskopie vor. Sie wurden von Kernstücken hergestellt.

Abkürzungen:

MTA-UMA	=	Meta-Ultramafitit
GNT-AMP	=	Granat-Amphibolit
QRZ, PLG	=	Quarz, Plagioklas
GNT, DTH	=	Granat, Disthen
SIL, BIO	=	Sillimanit, Biotit
MUS, PLG	=	Muskovit, Plagioklas

Signaturen:



(Granat-Disthen-Sillimanit)-Biotit-Gneis



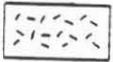
Granat-Amphibolit



Metagabbro



Meta-Ultramafitit



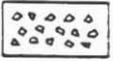
Lamprophyr



Quarzgang



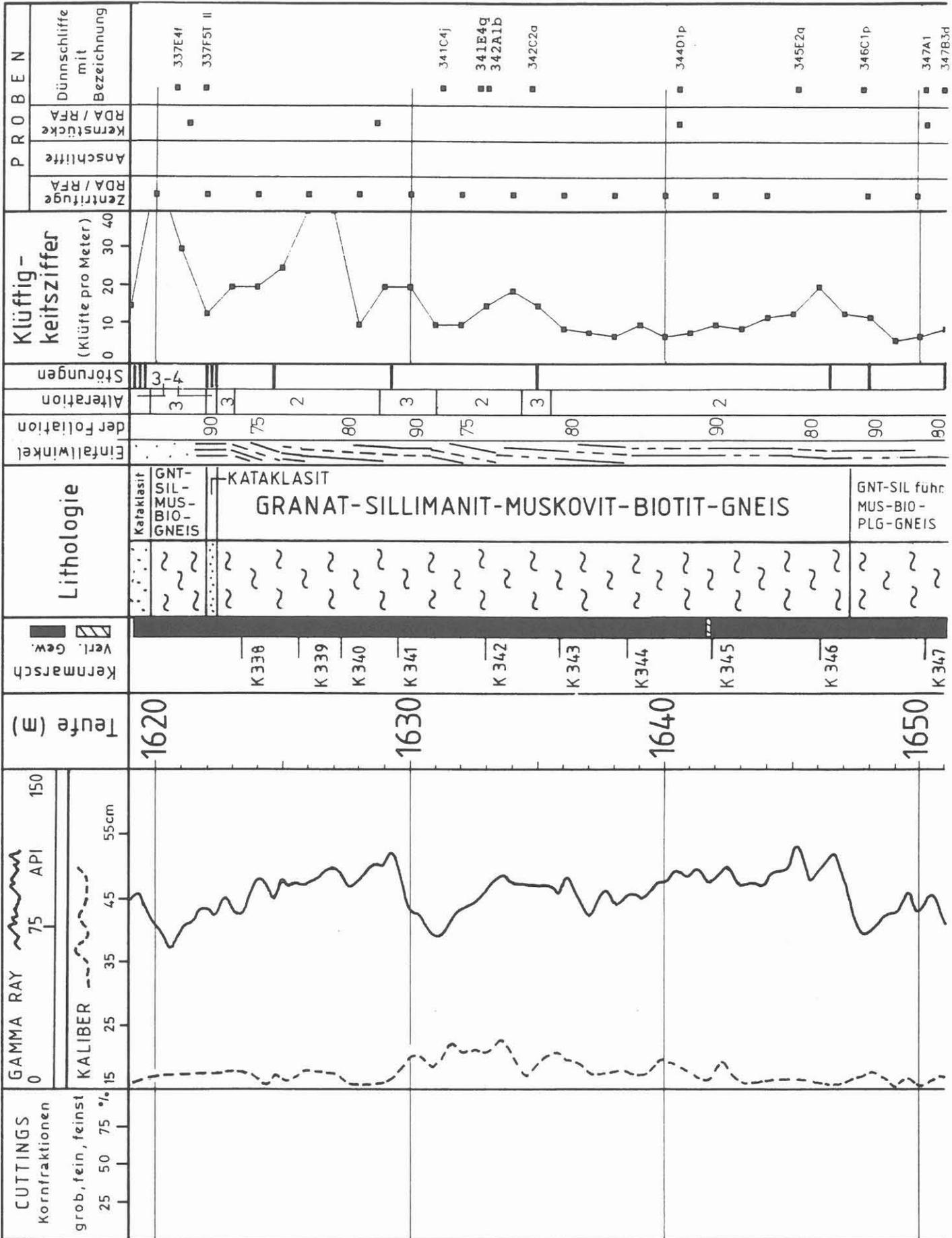
Quarz-Plagioklas-Mobilisat

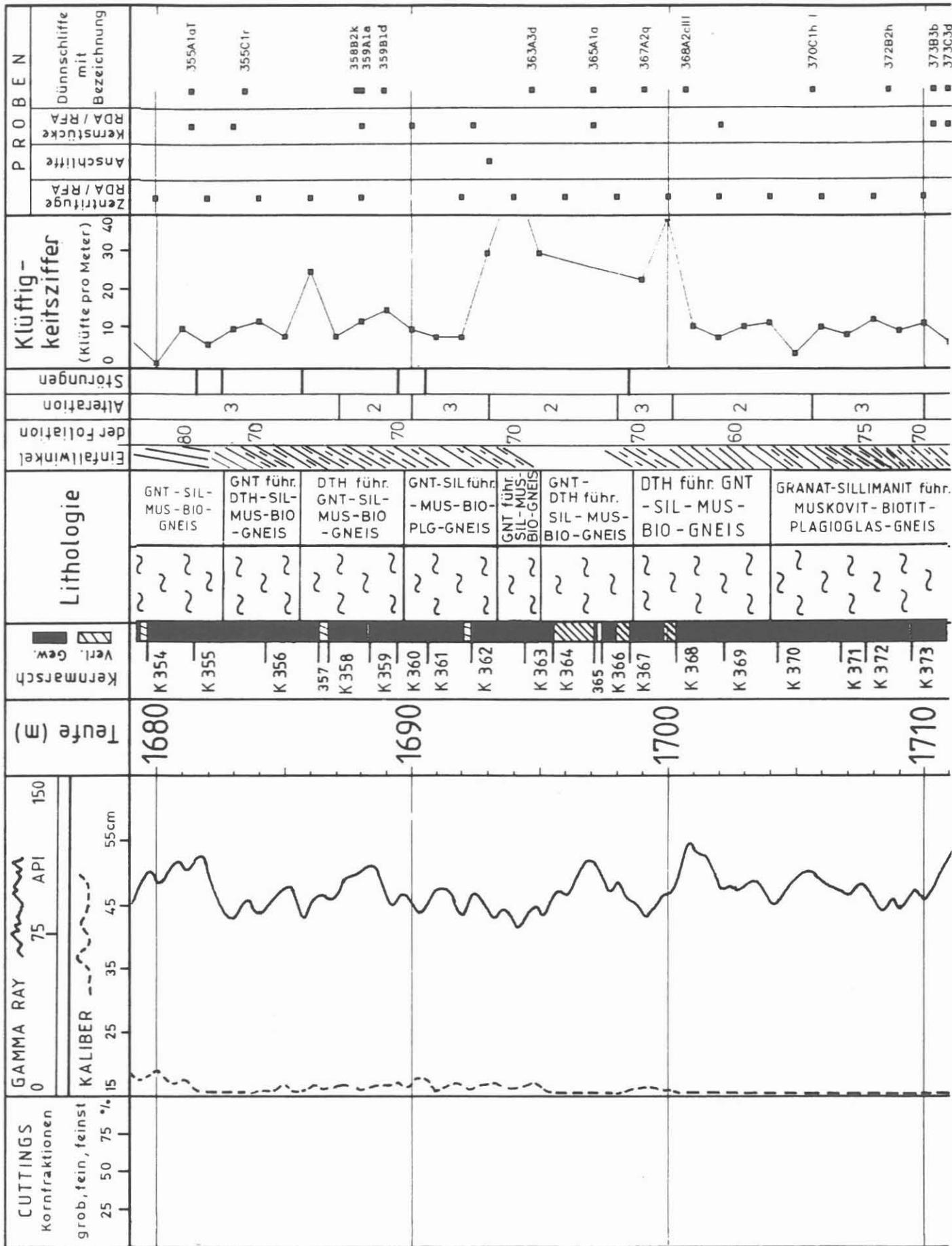


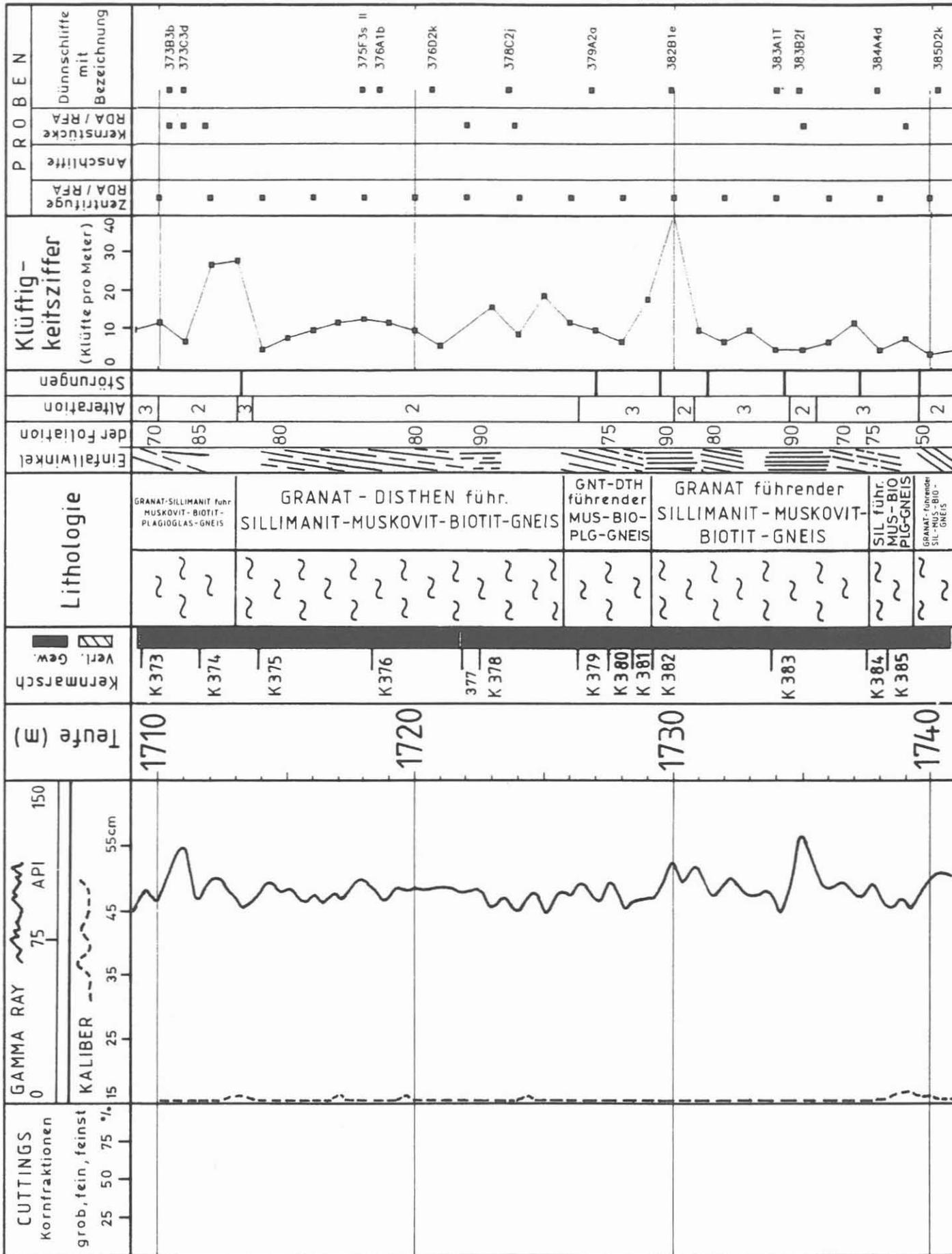
Störungsbreccie

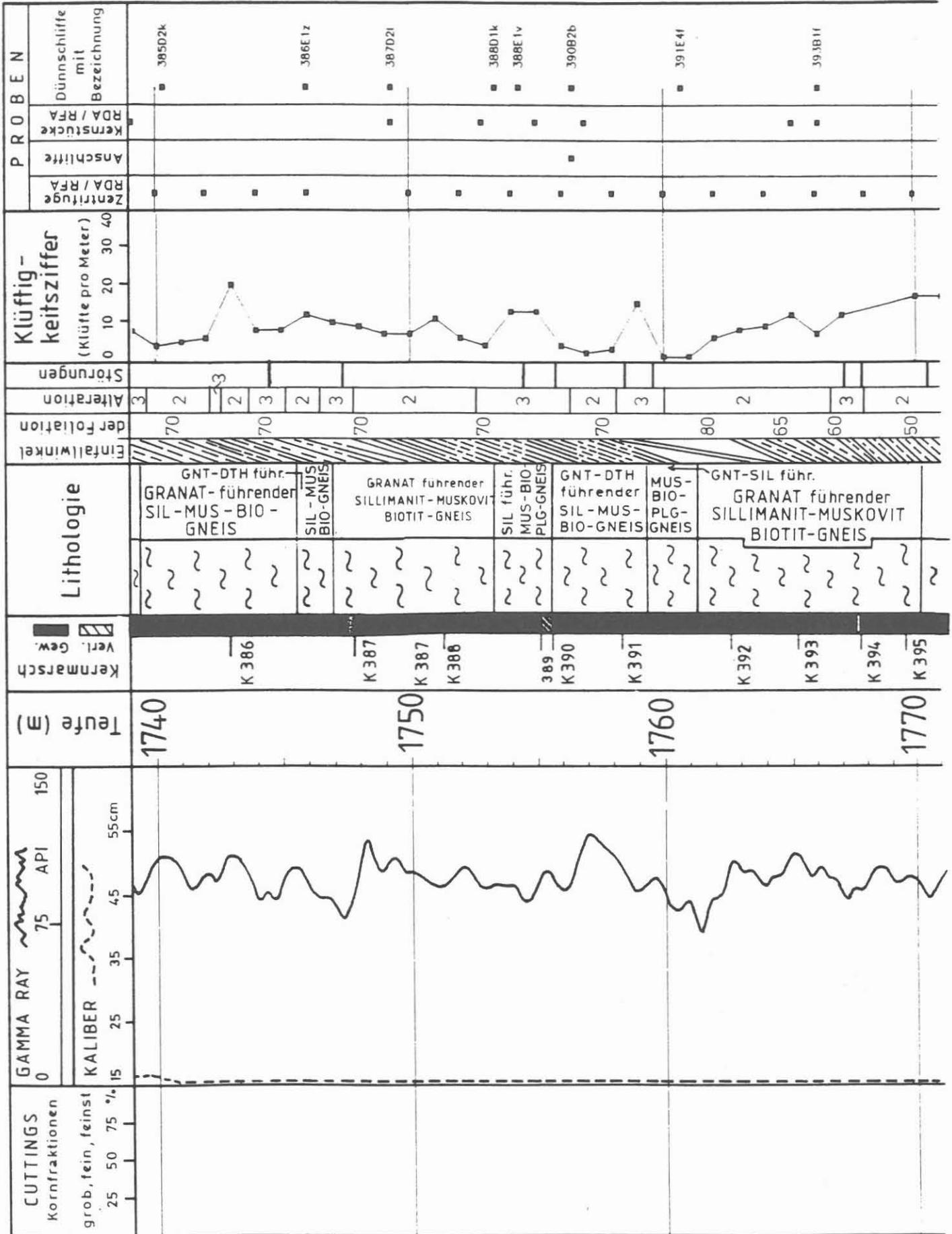
Folgende Seiten:

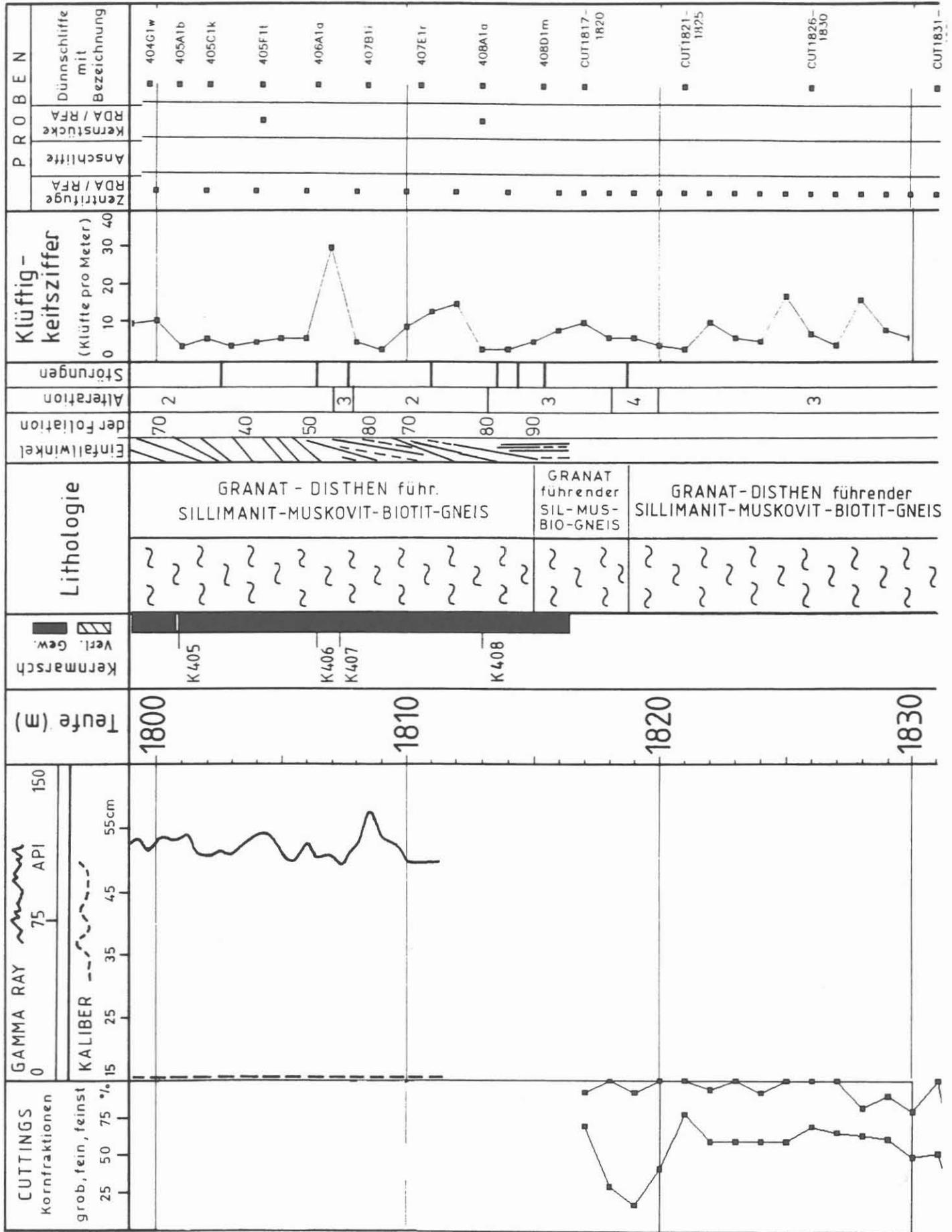
Abb. B.6 : Profildarstellung der geologischen Ergebnisse im Vergleich mit ausgewählten bohrtechnischen Daten und Bohrlochmessungen im Maßstab 1:200.

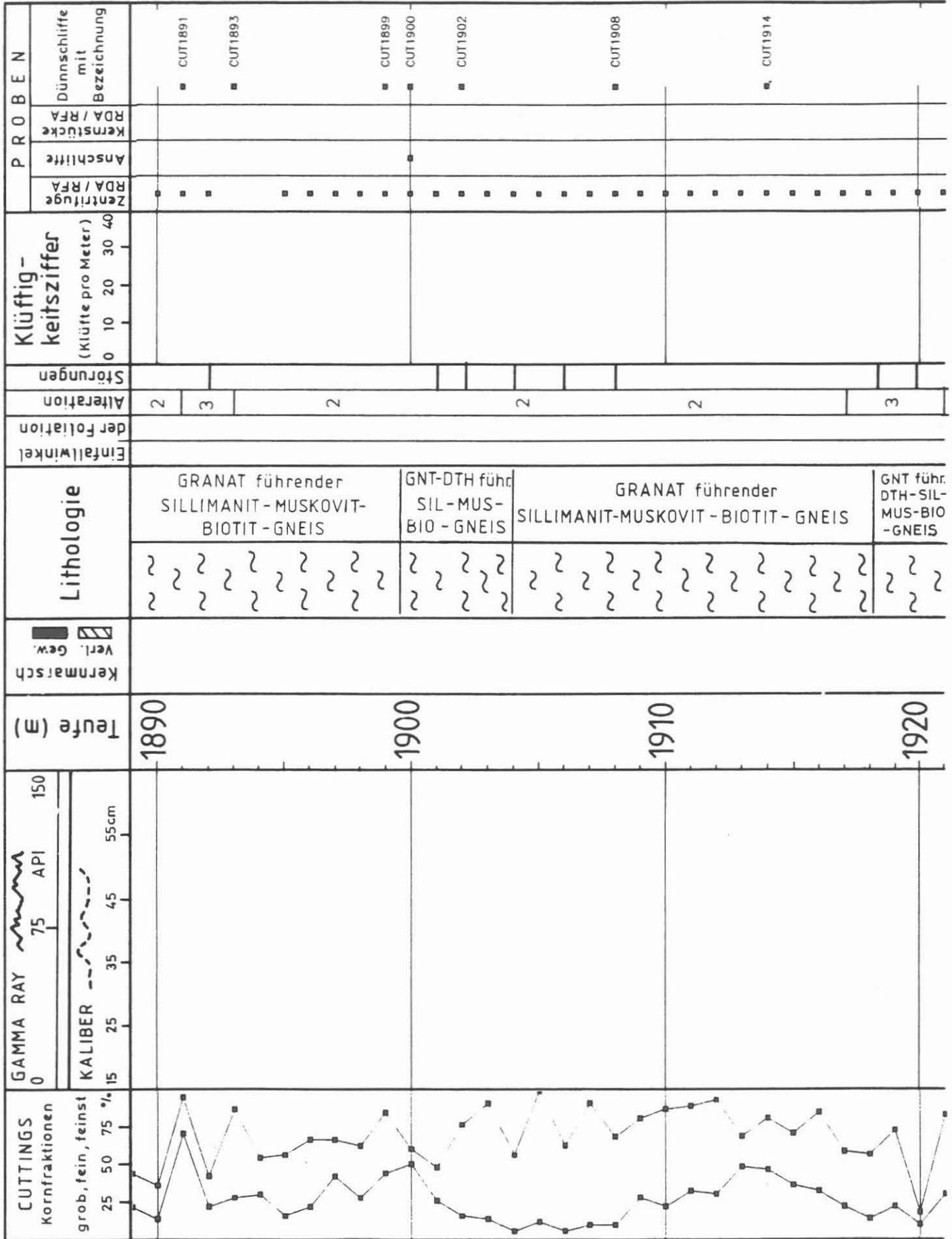












B.6.2 Zur Orientierung der Referenzlinie auf den Bohrkernen des Teufenabschnitts 750 - 992 m (D. Schmitz, WBK)

Für viele strukturgeologische und geophysikalische Untersuchungen ist die Orientierung der Bohrkern im Bezug auf die Nordrichtung unverzichtbare Voraussetzung. Deshalb wurden alle Kerne zunächst willkürlich mit einer Referenzlinie parallel zur Kernachse versehen (vgl. Graup et al. 1988), deren Azimut sich nachträglich mit Hilfe geophysikalischer Bohrlochmessungen oder eines direkten Verfahrens bestimmen läßt.

Die Referenzlinie sollte stets senkrecht zum Einfallen der Foliation auf den Bohrkern aufgetragen sein. Leider ist dies aus mancherlei Gründen nicht immer der Fall, so daß eine recht aufwendige Bearbeitung jedes Kernmarschs nötig erscheint.

Grundlage der Orientierung sind die Messungen des Borehole Televiewers (BHTV) und des Formation Micro Scanning Tools (FMST). Durch Vergleich der Einfallwinkel und deren Azimut der in diesen Meßverfahren erkennbaren strukturellen Elemente mit der am Bohrkern erkennbaren Foliation oder mit identischen Trennflächen kann der Azimut der Referenzlinie statistisch bestimmt werden.

Diese Arbeit wurde im Juli 1988 begonnen und setzte aus technischen Gründen bei Teufe 992 m an, um rückschreitend den Meßabschnitt bis 480 m zu erfassen.

Die nachfolgende Tabelle zeigt den Azimut der Referenzlinie eines Meßabschnitts als statistischen Mittelwert und dessen Standardabweichung. Die Winkelangabe erfolgt in Bohrrichtung und im Uhrzeigersinn.

Im KTB-Report 88-7 wird ausführlicher auf Auswertemethodik und Fehlergrenzen eingegangen.

Azimet der Referenzlinie VB 1
 Kernmarsch 151 - 252
 Teufe: 749.75 - 992.0 m

Kernmarsch
 von - bis

Azimet* der Referenzlinie (mit Standard-
 abweichung)

	rel. zu weit nördlich	"normal"	rel. zu weit südlich
151 - 154 B	103 (± 11)		
154 C	80 (± 7)		
154 D - 156		115 (±6)	
157 - 160			129 (± 8)
161			304 (± 12)
162 A - C			138 (± 4)
162 D - 163		110 (±12)	
164			130 (± 4)
165 - 170	107 (± 11)		
171 - 172 B		112 (± 9)	
172 C - 173 A	92 (± 11)		
173 B	83 (± 6)		
173 C	50 (± 0)		
174 - 187 D		111 (± 9)	
187 E - 187 F	76 (± 9)		
188 - 195		111 (±11)	
196 - 199 A			127 (± 9)
199 B - 202		115 (±11)	
203 - 204			137 (± 12)
205 - 207	105 (± 10)		
208 - 209	Kernverlust		
210 - 216 A		118 (±11)	
216 B			132 (± 7)
216 C - 233		116 (±10)	
234 - 235			131 (±10)
236 - 238		120 (±13)	
239 A			135 (± 5)
239 B - 240		118 (±11)	
241 - 243 B			133 (±13)
243 B - 246		115 (±10)	
247			144 (± 6)
248 A		111 (± 5)	
248 B - 249			137 (± 6)
250 - 252		118 (± 6)	

* Die Azimetwerte sind nicht um die Bohrlochabweichung korrigiert.