

## 5. Gefüge

### 5.1. Einleitung

Die Aufnahme und Darstellung der makroskopischen Gefüge erfolgte kontinuierlich am Kernmaterial. Sie wird durch die mittels Fotokopierer erstellte Kernabwicklung unterstützt. Die räumliche Orientierung der Gefüge wird in Bezug auf die auf der Kernoberfläche willkürlich aufgetragene, kernachsenparallele Orientierungslinie sowie senkrecht dazu angegeben. Die Rückorientierung zum Bohrloch erfolgt über orientierte Bohrlochmessungen (z. B. Televiever Aufnahmen), wobei auch der Betrag der Bohrlochabweichung berücksichtigt werden muß. Im Berichtszeitraum war die Methodik der Auswerteverfahren der Bohrlochmessungen noch nicht so weit entwickelt, daß eine zweifelsfreie Rückorientierung der Gefüge möglich war. Die Angaben zur räumlichen Orientierung von Gefügeelementen beschränken sich deshalb vorerst auf die Angabe von Fallwerten, die noch um den Betrag einer geringen Bohrlochabweichung (0 - ca. 2° in nördlicher Richtung) korrigiert werden müssen.

### 5.2. Lagengefüge

Folgende texturellen Gefüge wurden in den auftretenden Gesteinen unterschieden:

- a) metamorpher Lagenbau (oder metamorphe Foliation) in Gneisen, Amphiboliten und kalksilikatführenden Amphiboliten;
- b) mylonitischer Lagenbau (als Ergebnis duktiler Deformation in Scherzonen);
- c) kataklastische Scherzone (als Ergebnis bruchhafter Deformation).

In Lamprophyren, Aplitgraniten und vereinzelt in Amphiboliten werden richtungslos-körnige Gefüge beobachtet.

zu a):

Die im Teufenbereich bis 480 m angetroffenen Gneise sind fein- bis mittelkörnig mit straffer bis flaseriger Foliation durch Parallelorientierung und lagenweiser Anreicherung von Glimmer, (meist Biotit), Hornblende, lagige, linsige und flaserige Quarz-Feldspat-Aggregate, gelegentlich auch durch lagenweise Anreicherung von fein- bis mittelkörnigen Granat. Im Bereich zwischen 400 - 447 m führt eine metablastische Überprägung zu einer Vergriesung des Gefüges.

In den Amphiboliten und kalksilikatführenden Amphiboliten wird der Lagenbau durch parallele Anordnung und lagenweise Anreicherung von Amphibol, hypidiomorphem Granat und karbonatreiche Flasern hervorgerufen. Lagenparallele Quarz-Feldspatanreicherungen, die hauptsächlich in Amphiboliten unterhalb 335 m auftre-

ten, bilden in diesen ein Flasergefüge ab.

Unregelmäßig geformte Quarz-Feldspatflasern werden als Mobilisate gedeutet. Sie erzeugen ein migmatisches Gefüge in Amphiboliten (Teufe 442.9 m) und in z.T. metablastischen Gneisen (Teufe 424 - 460 m).

Der metamorphe Lagenbau fällt bis zu einer Teufe von 400 m mit  $70^\circ$  bis  $90^\circ$  ein. Zum Liegenden überwiegen Fallwerte von  $60^\circ$  bis  $80^\circ$ . Erste Auswertungen der Televiever-Aufnahmen weisen darauf hin, daß der metamorphe Lagenbau wohl in südwestliche Richtung einfällt.

zu b):

Die verwendete Nomenklatur der duktilen Scherzonengesteine basiert auf WISE et al. (1984). Danach werden Protomylonite, Orthomylonite, Ultramylonite und Pseudotachylite unterschieden. Von diesen treten im Teufenbereich von 351 m bis 376 m mylonitische (?) Granat-Biotit-Gneise auf. Die mylonitische Foliation liegt parallel zum metamorphen Lagenbau. Bereichsweise werden hier kataklastische Gefüge beobachtet.

zu c):

Nach WISE et al. (1984) werden unter den kataklastischen Gefüge nach zunehmendem Verformungsgrad Breccien, Mikrobreccien und Störungsletten (fault gouges) unterschieden. Zunehmende Kataklastose führt zu einer Auflösung des metamorphen und mylonitischen Lagenbaus (Abb. 29). Im Dünnschliff ist teilweise eine flaserige Verschuppung zu beobachten.

Der gesamte Teufenbereich bis 480 m ist durch häufige kataklastische Verformung gekennzeichnet. Diese ist in Scherzonen konzentriert, die Millimeter bis 65 cm mächtig sein können. Die Einfallwinkel kataklastischer Scherzonen variieren zwischen  $30^\circ$  und  $90^\circ$ . In breiteren kataklastischen Scherzonen wie z. B. in einem ca. 30 cm mächtigen Abschnitt zwischen 378 und 380 m (wegen Kernverlusts nicht genauer lokalisierbar), wird ein Interngefüge aus flaserigen Feldspatlagen beobachtet, das mit etwa  $40^\circ$  -  $50^\circ$  einfällt, während die obere erhaltene Scherzonenbegrenzung mit  $30^\circ$  einfällt (Abb. 30). Nach ersten Auswertungen der Televiever-Aufnahmen scheinen kataklastische Scherzonen häufiger in der Richtung der Foliation einzufallen. Auf einzelnen Verschiebungsflächen innerhalb von Scherzonen sind häufig Graphitbeläge zu beobachten. Stark kataklastische Gesteine werden vor allem in den Teufenbereichen von 192 - 194 m und 352 - 384 m in diaphthoritischen Granat-Hornblende-Gneisen und Amphiboliten (352 - 384 m) sowie in mylonitischen Granat-Biotit-Gneisen (363 - 384 m) angetroffen.

In stark kataklastischen Bereichen befinden sich auch Abschnitte größerer Auskesselungen der Bohrlochwand. Darüber hinaus ist anzunehmen, daß Teufenabschnitte mit starkem bis totalem Kernverlust durch stärkere kataklastische Verformung gekennzeichnet



Abb. 29: Graphitreicher Kataklasit aus einer Scherzone im Biotit-Plagioklas-Gneis. Kluft (von links oben nach rechts unten) mit starkem Graphitbelag.  
(Kernstück 27A2a, Kataklasitzone, 192 - 194 m)

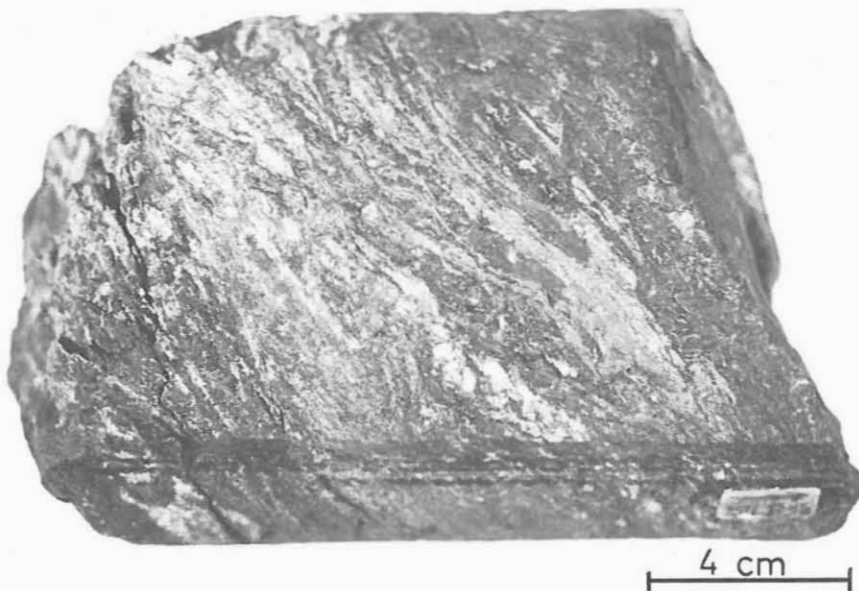


Abb. 30: Feinkörniger Kataklasit mit Interngefüge; Erläuterung im Text  
(Kernstück 54B5a, Kataklasitzone, 378 - 380 m)

sind. Darauf weisen auch die Televieveraufnahmen aus der Bohrlochvermessung hin. Im Teufenbereich zwischen 40 - 60 m, aus dem keine Bohrkerne gewonnen werden konnten, geben Cuttings Hinweise auf die Existenz eines mehrere Meter mächtigen kataklastischen Scherhorizontes.

### 5.3 Faltengefüge

In metablastischen Granat-Biotit-Plagioklas-Gneisen (etwa 442/446 m Teufe) wird eine Verfaltung des Lagenbaues beobachtet. Von der Faltenstruktur sind ein Schenkel und das Scharnier erhalten. Der Öffnungswinkel beträgt etwa  $70^\circ$  (s. Abb. 24).

### 5.4 Lineationen

Lineationen, ausgenommen Harnischlineare (siehe 5.5) wurden im Kernmaterial nicht beobachtet. Dies liegt daran, daß vorerst darauf verzichtet wurde, intakte Kernstücke s-flächenparallel zu spalten.

### 5.5 Trennflächengefüge

Zwei Trennflächenscharen treten gehäuft auf. Eine Flächenschar liegt ungefähr parallel zur Foliation und ist häufig an lithologische Wechsel gebunden. Eine weitere Trennflächenschar schneidet den metamorphen Lagenbau und fällt im Winkel von  $40^\circ$  bis  $50^\circ$  ein.

Meist tragen diese Trennflächen Harnischlineare und erweisen sich damit als Verschiebungsflächen oder in Verschiebungsflächen umgestaltete Klüfte. Die Fallwinkel der Lineare variieren zwischen  $0^\circ$  und  $90^\circ$ . Häufig weicht die Fallrichtung des Linears von der Einfallsrichtung der Trennfläche ab.

Makroskopisch war bisher kein eindeutiger Verschiebungssinn zu ermitteln, da es sich meistens um Spiegelharnische handelt. Mikroskopisch wurden diese Harnische noch nicht untersucht. Flachliegende Lineation deutet auf Seitenverschiebungen hin. Bisher fehlende Möglichkeiten zu einer EDV-gestützten statistischen Verarbeitung der Trennflächengefüge erlauben keine qualifizierten Aussagen über Vorzugsorientierung, Teufenbezug etc..

### 5.6 Gänge

Im Teufenbereich zwischen etwa 100 - 150 m treten maximal 2 mm mächtige Epidot- und Chloritgängchen auf. Die Gängchen zeigen keine erkennbare Vorzugsorientierung. Offensichtlich ist ihr Auftreten an Amphibolite gebunden.

## 5.7 Mikrogefüge

Für die Beschreibung der Mikrogefüge liegt nur eine sehr begrenzte Zahl von Dünnschliffen vor, die auch nur teilweise bearbeitet werden konnten (die Nummer und Teufen speziell beschriebener Dünnschliffe sind jeweils in Klammern angegeben), so daß die Beobachtungen nur Stichprobencharakter besitzen. Darüber hinaus wurden Dünnschliffproben nicht von intakten Kernabschnitten entnommen, sondern nur von kleineren Bruchstücken, die oft aus Störungszonen stammen. Deshalb können die Beobachtungen nicht als repräsentativ angesehen werden.

Die Gneise zeichnen sich durch ein grano- bis lepidoblastisches Gefüge aus (Abb. 31). Xenomorphe Quarz-Feldspataggregate bilden ein Pflastergefüge mit nur schwach verzahnten Korngrenzen. Die Glimmer bilden durch Vorzugsorientierung die Foliation ab.

In metablastischen Gneisen (unterhalb 434 m) herrscht eine Tendenz zur Gefügeentregelung (Abb 32). Die Glimmer neigen zur Quersprossung. Quarz tritt in rundlichen oder amöboid zerlappten Körnern und als Zwickelaggregat im Feldspatskelett auf. Feldspäte neigen zu isometrischen Kornformen (DS 66F14T/442.92 m).

Amphibolite zeigen granoblastische Gefüge mit einem Mosaik aus gedrungenen Amphibolkristallen.

In feinkörnigen Gneisen zeigen in der Foliationsebene gestreckte und in Lagen aneinandergereihte, gut equilibrierte Quarze eine starke Verformung bei relativ hohen Temperaturen an. Feldspäte und Hornblende bilden Porphyroklasten, die von Quarzlagen und Biotitscheitern umflossen werden. (DS 65C16T/435.25 m; DS 65F22T/437.15 m). Gut ausgebildete Tripelpunkt-Korngrenzen sind selten (DS 35A3T/223.76 m) (Abb. 33). Typische Mylonitgefüge wurden nicht beobachtet. Subkornbildung bei schwacher Undulosität in Quarz-Altkörnern belegt ein Erholungsgefüge, das unterhalb der Rekristallisationstemperatur von ca. 300°C angelegt wurde. Deformationlamellen (DS 44D5T/304.30 m) und kontinuierliche undulöse Auslöschung sind weitverbreitete Anzeichen für Übergänge zu Kaltverformungsgefügen, wie sie in den Kataklasiten beobachtet werden. In letzteren treten dann oft verzahnte Korngrenzen auf.

In Karbonaten dokumentieren vollkommene Verzwilligung bei sehr schmalen und häufig verbogenen Zwillingslamellen und fehlender Rekristallisation im Calcit hohen Strain bei Temperaturen unterhalb ca. 250°C (DS 15E5T/127.86 m; DS 65C6T/435.20 m).

In Kataklasiten reicht das Korngrößenspektrum der Bruchstücke bis in den submikroskopischen Bereich (Abb. 34). Die Kataklaste betrifft stets den gesamten Dünnschliffbereich, wobei die intensivste Kornzerkleinerung jeweils in Scherzonen konzentriert ist. Solche Gefüge wurden z.B. in einem Amphibolit (DS 9A1T/86.00 m), einem Granat-Biotit-Plagioklas-Gneis (DS 26K2T/192.22 m) und einem Granat-Hornblende-Biotit-Gneis (DS 30B4T/217.26 m) nachgewiesen.



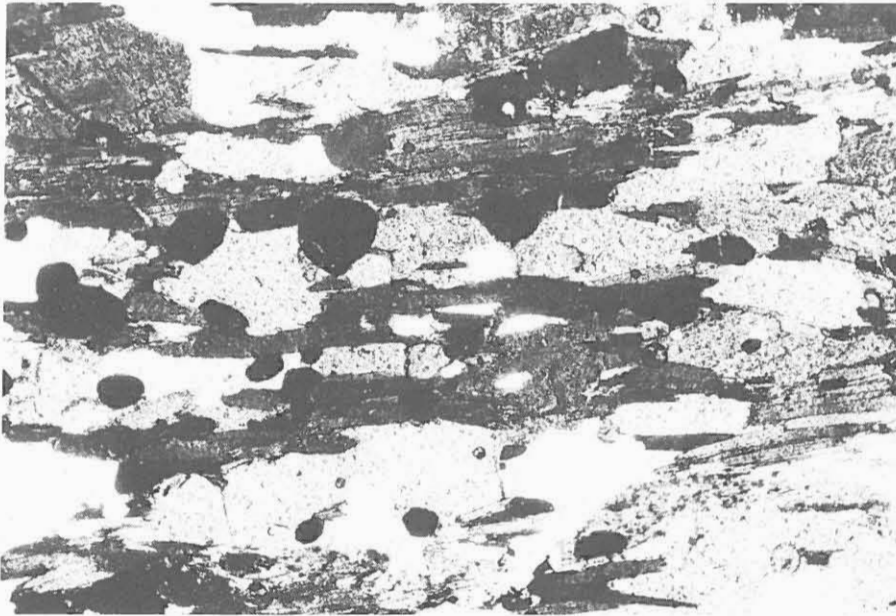


Abb. 31: Granoblastisch-lepidoblastisches Gefüge eines Granat-Biotit-Plagioklas-Gneises. Quarz und Feldspat (weiß, hellgrau) bilden ein xenomorphes Pflastergefüge. Biotite (dunkelgrau) sind in die Foliation eingeregelt. Granat (schwarz) zeigt idiomorphe Kornform und ist regellos verteilt  
(DS 46D9T, 2 Nicols, 10.5fach)



Abb. 32: Metablastisches Gefüge in einem Granat-Muskovit-Plagioklas-Gneis: Sprossung der Feldspäte (grau, weiß durchstäubt) drängt den Quarz (weiß - schwarz) in Zwickelposition. Dieser zeigt unregelmäßig amöboide Kornformen  
(DS 66F14, 2 Nicols, 10.5fach)

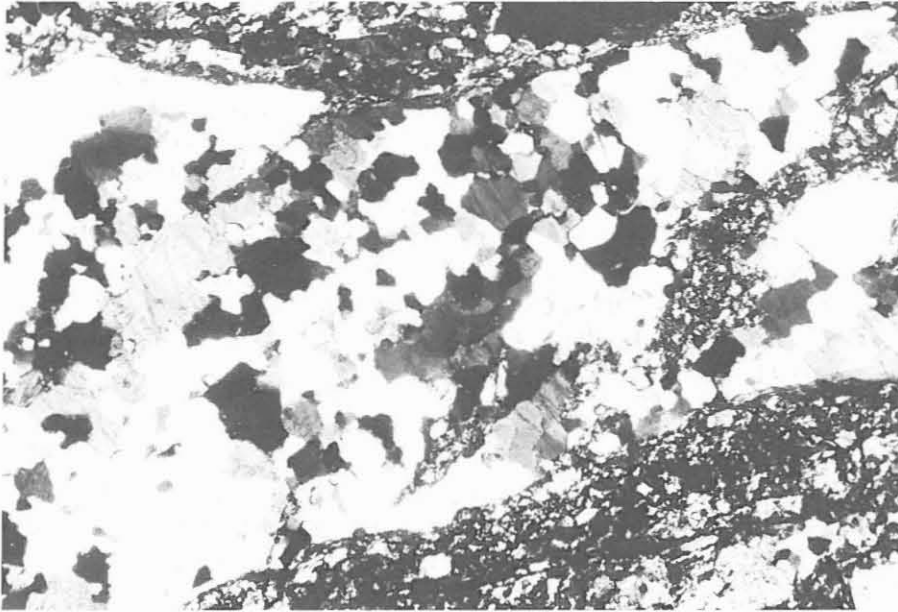


Abb. 33: Subkornzerfall und beginnende Rekristallisation des Quarzes in mm-mächtigem Quarzband eines feinkörnigen Biotit-Plagioklas-Gneises  
(DS 33A3T, 2 Nicols, 10.5fach)

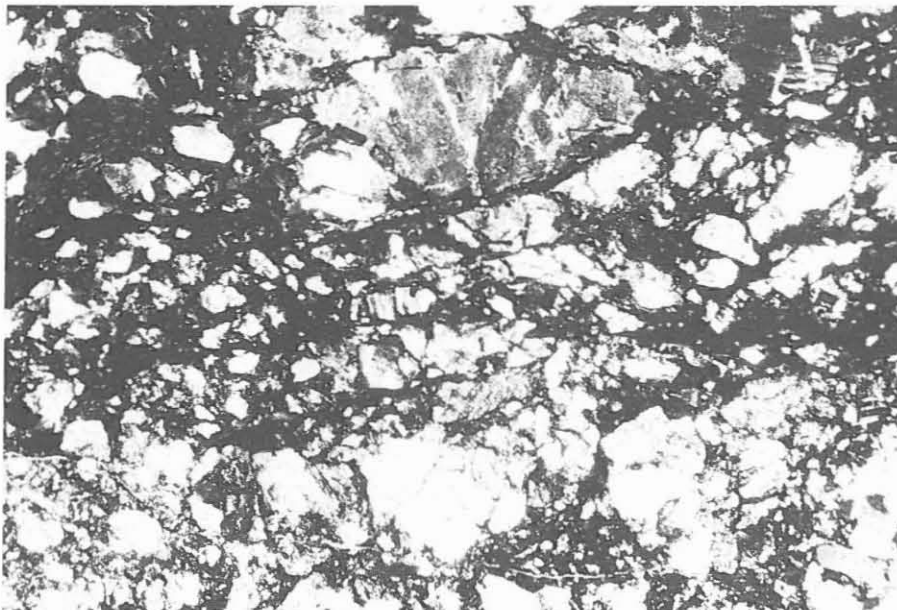


Abb. 34: Kataklastisches Gefüge eines Biotit-Plagioklas-Gneises;  
breites Korngrößenspektrum der Klasten  
(DS 26K2T I, 2 Nicols, 10.5fach)

Die kataklastische Verformung ist mit einer intensiven retrograden Mineralneubildung (Diaphthorese) verbunden. Feldspäte sind intensiv sericitisiert, Amphibole in feinkörnigen Mineralfilz umgewandelt. Epidot tritt als häufige Mineralneubildung auf. Größere reliktsche Biotite sind vollkommen chloritisiert. Die Kataklastite sind häufig von intensiv verformten Calcitgängen durchhäutert. Calcit ist oft stark verzwilligt mit verbogenen Zwillingslamellen. Rekristallisierte Calcite treten nicht auf.

Kataklastite mit Subkorngefügen im Quarz lassen erkennen, daß die Erholungsgefüge älter sind als die kataklastische Kaltverformung.

## 5.8 Interpretation

Die makroskopischen und mikroskopischen Verformungsgefüge lassen unter Berücksichtigung des metamorphen Mineralbestandes auf einen retrograden PT-Pfad schließen. Dieser beginnt im amphibolitfaziellen Bereich, in dem ein mitteldruckmetamorphes (vermutlich granulitfazielles - WEBER, freundl. mündl. Mitt.) Gefüge in Teilbereichen metablastisch/migmatisch überprägt wird. An eine, nur andeutungsweise im Korngefüge ausgebildete, mylonitische Verformung schließt sich eine diskontinuierliche kataklastische Deformation an, die über den gesamten dargestellten Teufenbereich verbreitet ist.

## Danksagung

Für die kritische Durchsicht von Teilen des Manuskriptes danken wir Professor Emmermann, Professor Weber und Dr. Dietrich. Bei der Abfassung des Berichtes war die technische Unterstützung durch die Herren O. Leitner, M. Neuber, E. Nuber und P. Prätori sehr hilfreich. Wir danken Frau C. Ritter für einen Teil der Schreibarbeiten.

Die untersuchten Dünn- und Anschliffe wurden am Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre/Göttingen und am Institut für Mineralogie und Lagerstättenlehre/Aachen angefertigt.

Für die Textverarbeitung und graphische Darstellungen stellte die Arbeitsgruppe Geophysik im Feldlabor freundlicherweise ihre Rechnersysteme zur Verfügung.



## Schriftenverzeichnis

- BUNDESANSTALT FÜR BODENFORSCHUNG (BFB) (1971): Durchführung einer aeromagnetischen Vermessung der Bundesrepublik Deutschland 1965 - 1971.- Ber. Arch. NLfB, 8575, Hannover.
- PUCHER, R. (1986): Interpretation der magnetischen Anomalie von Erbdorf (Oberpfalz) und dazugehörige gesteinsmagnetische Untersuchungen.- Geol. Jb., E33, 31-52, Hannover.
- SCHÜSSLER, U., OPPERMANN, U., KREUZER, H., SEIDEL, E., OKRUSCH, M., LENZ, K.-L. & RASCHKA, H. (1986): Zur Altersstellung des ostbayerischen Kristallins - Ergebnisse neuer K-Ar-Datierungen.- Geol. Bavar., 89, 21-47, München.
- WEBER, K., Hrsg., (1985): 2nd International Symposium on Observation of the Continental Crust through Drilling, 4th Alfred WEGENER Conference.- Excursion Guide Oberpfalz, 84 S.
- WEBER, K. & VOLLBRECHT, A., Hrsg., (1986): Ergebnisse der Vorerkundungsarbeiten - Lokation Oberpfalz; aus zahlreichen Beiträgen der Arbeitsgruppe "Oberpfalz" zusammengestellt.- 2. KTB-Kolloquium, 19.-21.9.1986, 186 S. (unveröff.), Seeheim/Odenwald.
- WISE, D.U., DUNN, D.E., ENGELDER, J.T., GEISSER, P.A., HATCHER, R.D., KISH, S.A., ODOM, A.L. & SCHAMEL, S. (1984): Fault-related rocks: suggestions for terminology.- Geology, 12, 391-394, Boulder.