

## E. Ergänzende Untersuchungen

### KTB Oberpfalz VB -

Nachtrag zum KTB Report 88-2:  
Makroskopische Bohrkerndetailaufnahme des  
Teufenbereiches 800 - 992 m

J. Kohl

KTB Report	88-9	E 1 - E 11	8 Abb.	Hannover 1988
------------	------	------------	--------	---------------

**Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Bohrungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach):**

**E: Nachtrag zum KTB Report 88-2: Makroskopische Bohrkern-detaillaufnahme des Teufenbereiches 800 m - 992 m**

Jürgen Kohl \*)

<b>Inhaltsverzeichnis:</b>	<b>Seite</b>
E.1 Einleitung	E 1
E.2 Textur	E 1
E.2.1 Foliation	E 1
E.2.2 Klasten	E 2
E.2.3 Migmatitische Textur	E 3
E.3 Faltenbau	E 4
E.3.1 Reliktfalten	E 4
E.3.2 Geschlossene Biegescherfalten	E 4
E.3.3 Offene Biegefalten	E 4
E.4 Knickzonen	E 6
E.5 Scherflächen und Lineare	E 7
E.5.1 Scherflächen mit duktiler Verformung	E 7
E.5.2 Scherflächen mit geschleppter Foliation	E 7
E.5.3 Kataklastische Scherflächen	E 8
E.6 Klüfte	E 10
E.7 Danksagung	E 10
E.8 Literaturverzeichnis	E 11

\*) Anschrift des Verfassers: KTB Feldlabor  
8486 Windischeschenbach

## **E.1 Einleitung**

Der nachgearbeitete Abschnitt liegt innerhalb der monotonen, granatführenden Sillimanit-Biotitgneissserie von 527 m - 1160 m.

Die Möglichkeit der kontinuierlichen, detaillierten Gefügeaufnahme einer lithologisch einheitlichen Abfolge am unzerstörten Bohrkern bringt eine gute Übersicht über das tektonische Inventar.

Dieser Nachtrag beinhaltet eine differenzierte, jedoch qualitativ betonte Auflistung dieses Inventars. Da die Rückorientierung im Abschnitt von 900 m bis 992 m bereits erfolgreich durchgeführt wurde, kann die absolute Orientierung einzelner Gefügeelemente bestimmt werden (für noch nicht orientierbare Strukturen wird eine aus dem vorhandenen Datenmaterial abschätzbare Richtung (kein Azimutwert) mit entsprechender Spannweite angegeben). Die absoluten Azimutwerte mit Angaben zur Schwankungsbreite basieren auf noch unveröffentlichten Rückorientierungsdaten von Dr. SCHMITZ, die im KTB-Feldlabor erstellt wurden. Es wurde noch keine statistische Auswertung durchgeführt, so daß die Fallwerte noch nicht um die Bohrlochabweichung von der Vertikalen korrigiert wurden.

Am Bohrkern wurden drei verschiedene Faltengenerationen unterschieden, denen aufgrund ihrer verschiedenen Ausbildung drei Deformationsphasen zuzuordnen sind.  $D_1$  zeigt sich in reliktilen, isoklinalen Faltenstrukturen. Während  $D_2$  wurde die Foliation  $s_2$  angelegt und durch geschlossene bis isoklinale Biegescherfalten verfaltet.  $D_3$  äußert sich in symmetrischen, offenen Biegegleitfalten, die wohl in einem etwas höheren Krustenstockwerk gebildet wurden.

Knickbänder und geschleppte Scherflächen könnten auf eine Deformation  $D_4$  im Grenzbereich zwischen duktiler und spröder Verformung hinweisen.

Die dominierenden tektonischen Elemente des Kernmaterials entstanden durch relativ junge, kataklastische Deformation. Die polyphase Kataklastik ist Gegenstand weiterer Untersuchungen.

## **E.2 Textur**

### **E.2.1 Foliation**

Die Foliation ist das auffälligste Gefügeelement des granatführenden Sillimanit-Biotitgneisses. Sie entstand während  $D_2$ . Es lassen sich drei verschiedene Gefügetypen unterscheiden:

(1) flaserig: die mittelkörnigen Quarz- und Feldspatkristalle werden von feinkörnigen Biotitschüppchen flaserig umflossen.

In Übergangsbereichen zu den anders ausgebildeten Gefügedomänen wird die Struktur mitunter feinkörnig. Bereichsweise treten gehäuft Quarz-Feldspat-Mobilisate in Form von Linsen und Knauern auf, die nicht selten mehrere cm mächtig und wurzellos intrafolial oder isoklinal verfaltet sind.

(2) lagig: durch metamorphe Differentiation liegen mittelkörnige, quarz-/feldspatreiche helle sowie biotit-, sillimanit- und granatreiche, bis zu mehrere mm mächtige Bänder vor. Je feinkörniger der Gneis, umso straffer wird der Lagenbau und eine Differentiation ist makroskopisch nicht mehr auflösbar. Der Gneis erscheint homogen und enthält in der Regel mm-große Granat und/oder Feldspatklasten.

(3) mylonitisch: extrem straffer Lagenbau in Verbindung mit sehr langen Druckschatten von Klasten indizieren bereits makroskopisch einen duktil ausgewalzten Lagenbau. Mylonitische Gneiseinheiten werden mehrer dm bis m mächtig. Ein deutlich ausgeprägtes mylonitisches Gefüge kennzeichnet die Kernstrecke von 955 m - 964 m. Darüberhinaus zeigen die Quarze Erholungsgefüge in Form von Deformationsbändern (DS 230B1g).

Der mylonitische Lagenbau tritt auf der zylindrischen Oberfläche der Bohrkerne nicht immer zutage. Erst geeignete, plane Anschnitte offenbaren das ausgewalzte Gefüge. Beispielsweise erscheint die Textur des Kernstückes 240 D 1aa auf der Oberfläche flaserig, im Querschnitt eindeutig mylonitisch.

Das Einfallen der Foliation schwankt zwischen  $35^{\circ}$  und  $70^{\circ}$  mit Azimutwerten zwischen  $145^{\circ}$  und  $220^{\circ}$  im Teufenbereich zwischen 899.9 m und 946.4 m.

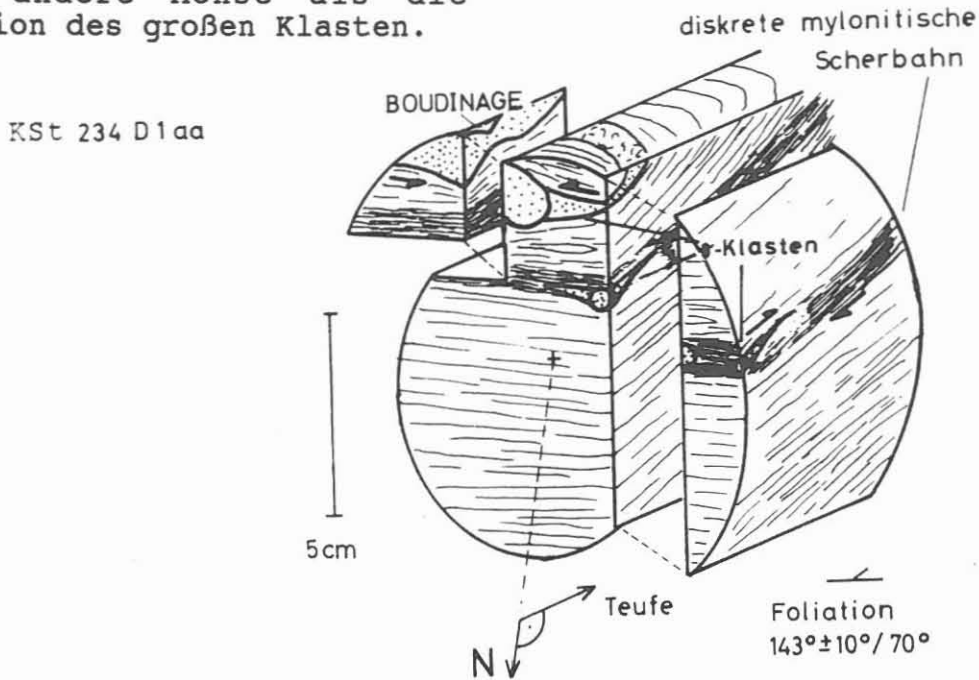
### **E.2.2 Klasten**

Der Gneis weist häufig bis 0,5 cm große Granatklasten und bis 2 cm große Feldspatklasten auf. Von Feldspäten wurden stichprobenartig Dünnschliffe und orientierte Anschnitte angefertigt.

Der Schnitt senkrecht zum Einfallen der Foliation durch ein 1 cm großes Feldspatauge im Kernstück (= Dünnschliffnr.) 212B4e zeigt zwei 3 bzw. 5 mm lange, hypidiomorphe Oligoklaskristalle, leicht serizitisiert und mit der Längsachse in die Foliation eingeregelt. Im Druckschatten findet sich leicht undulierender Quarz, entweder mm groß mit gebuchteten Korngrenzen oder als feinkörniges, polygonales Rekristallisat. Diese ausgeschwänzte Augentextur zeigt auch im Schnitt parallel zum Foliationseinfallen keine Rotation.

Im Kernstück 234D1aa wurden zwei 1,5 bzw. 0,5 cm große Feldspatäugen um verschiedene Achsen leicht rotiert (Abb. E.2.1).

Abb. E.2.1: Die Rotation der Klasten innerhalb der mylonitischen Scherbahn erfolgte um eine andere Achse als die Rotation des großen Klasten.



Der größere Klast ist im Horizontalquerschnitt sinistral rotiert (Blickrichtung in zunehmende Teufe) und in Einfallsrichtung der Foliation boudiniert. Neben diesem Klast durchzieht eine cm-mächtige, foliationsparallele, mylonitische Scherbahn dieses Kernstück. Die in dieser Scherbahn liegenden 0,5 cm großen Klasten besitzen asymmetrisch geformte Druckschatten im Schnitt parallel zum Foliationseinfallen und symmetrische im Schnitt senkrecht dazu. Der Schersinn dieser Bewegungsbahn ist also "abschiebend".

### E.2.3 Migmatitische Textur

Im Gegensatz zu den Bereichen mit erhöhtem Mobilisatanteil erfolgt in den migmatitischen Bereichen eine Auflösung der Textur. Die verschiedenen Teilgefüge erscheinen schlierig verteilt. In den migmatitischen Randbereichen treten butzenartige, unregelmäßige Körper aus mafischen Mineralen - vorwiegend Biotit - auf, die als Melanosom anzusprechen sind. Neben diesem texturellen Indiz für partielles Schmelzen (ASHWORTH, 1985) findet sich im Dünnschliff 212B4c mindestens 10% Kalifeldspat, der bisher mikroskopisch kaum beobachtet wurde. Nach ASHWORTH (1985) ist jedoch für K-arme Metapelite auch eine Quarz-Plagioklas-Schmelzentstehung unter Wassersättigung in der höhergradigen Amphibolitfazies möglich.



### **E.3 Faltenbau**

#### **E.3.1 Reliktfalten**

Bei 938.5 m sind drei isoklinale Falten durch rötliche bis hellgrüne Ca-reiche Lagen abgebildet. Diese Falten werden von der parallelen, dichtständigen Foliation durchschlagen. Diese Ca-reichen Bändchen (DS 232Alb: Quarz, Epidot/Klinozoisit, Biotit/Chlorit, Granat) wurden während  $D_1$  isoklinal verfalltet. Die Faltenachsebene liegt parallel der überprägenden Foliation  $s_2$ . Die Ca-reichen Lagen könnten im Zuge von  $D_1$  syngenetisch zu einem  $s_1$  verfalltet worden sein und als sedimentäres  $s_0$  angesehen werden.

#### **E.3.2 Geschlossene Biegescherfalten**

Die im KTB Report 88-2 beschriebenen kleinmaßstäblichen Falten sind in der Regel in mobilisatreichen Partien ausgebildet. Viele Mobilisatknauern und -linsen sind Scharniere von wurzellosen Intrafolialfalten. Ob dieser Typ z.T. Relikte der  $D_1$ -Faltung darstellt oder während  $D_2$  abgeschert wurde, läßt sich makroskopisch aufgrund des geringen räumlichen Ausschnittes am Bohrkern nicht endgültig entscheiden.

Daneben existiert eine monokline bis isoklinale Fältelung des Lagenbaues im cm-Bereich. Im Teufenbereich von 807.5 m bis 812 m konnten diese Parasitär-falten einem übergeordneten Faltenbau zugeordnet werden. Für die Rekonstruktion eines drei Kernmärsche übergreifenden Faltungspines lieferten außerdem Hornblende-Biotit-reiche, dunkle Lagen und Veränderungen im Einfallen der Foliation wichtige Indizien (Abb. B.3.2). Ein bei 811 m erbohrter, mehrere dm großer Faltenkern weist Scharnierverdickung und Schenkelausdünnung auf.

Mit Hilfe des Schmidt'schen Netzes wurden  $B_2$ -Achsen konstruiert; diese weisen keine Vorzugsrichtung auf. Es könnte sich hier somit um nichtzylindrische Falten handeln.

#### **E.3.3. Offene Biegefalten**

In unregelmäßigen Abständen treten symmetrische, offene Biegefalten auf, teilweise auch als Knickfalten ausgebildet. Im Faltungsstil unterscheidet sich dieser Typ deutlich von den o.g. Biegescherfalten und ist einer jüngeren Deformationsphase  $D_3$  zuzuordnen (Abb. E.3.3).

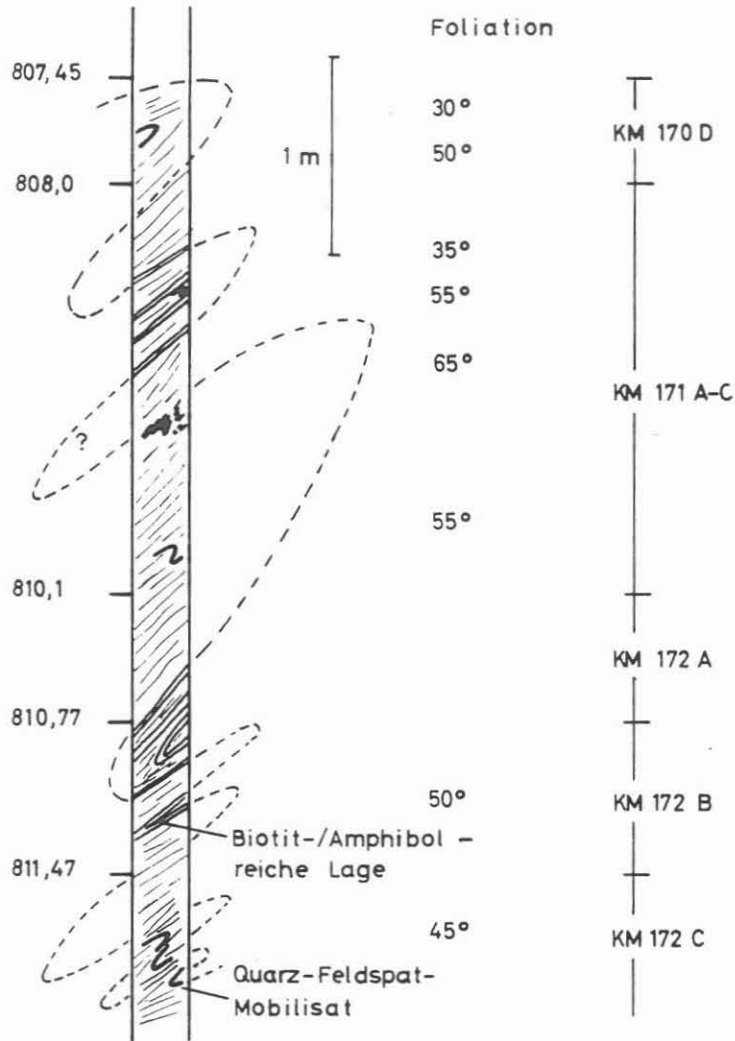
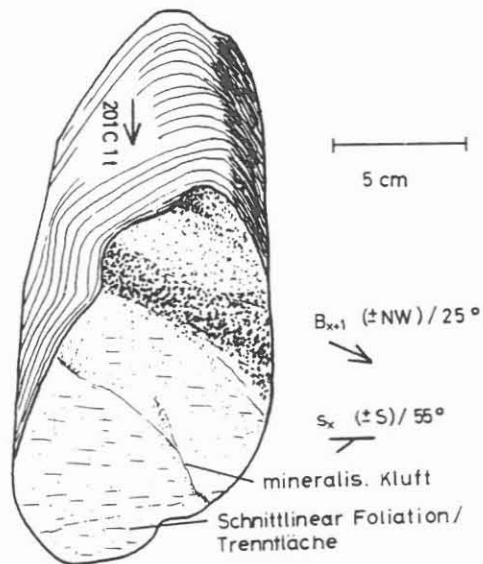


Abb. E.3.2: Rekonstruktion eines kernmarschübergreifenden D<sub>2</sub>-Faltenplanes zwischen 807.5 m und 812.0 m Teufe.

Abb. E.3.3: Offene D<sub>3</sub>-Biegefalte bei 875.3 m.



Eine in 875.3 m Teufe eingemessene B-Achse taucht mit  $25^\circ$  etwa nach NW ab. In keinem Fall wurden Transversal- oder Bruchschieferung beobachtet.

#### E.4 Knickzonen

In Abständen von mehreren m treten regelmäßig Knickzonen auf. Eine vorläufige statistische Auswertung über den bereits rückorientierten Bereich brachte keine befriedigende Abgrenzung von verschiedenen Scharen. Die Knickbandflächen fallen durchschnittlich etwa mit  $35^\circ$  von SW über NW bis N ein. Der Bewegungssinn der Knickzonen ist zwischen 800 m und 887 m aufschiebend, zwischen 887 m und 923 m abschiebend und im Teufenbereich von 923 m bis 992 m wechselweise auf- und abschiebend. Die Knickzone in der Teufe von 900 m fällt mit  $75^\circ$  nach NNW ein und stellt eine Schrägabschiebung mit dextraler Scherkomponente dar (Abb. E.4.4).

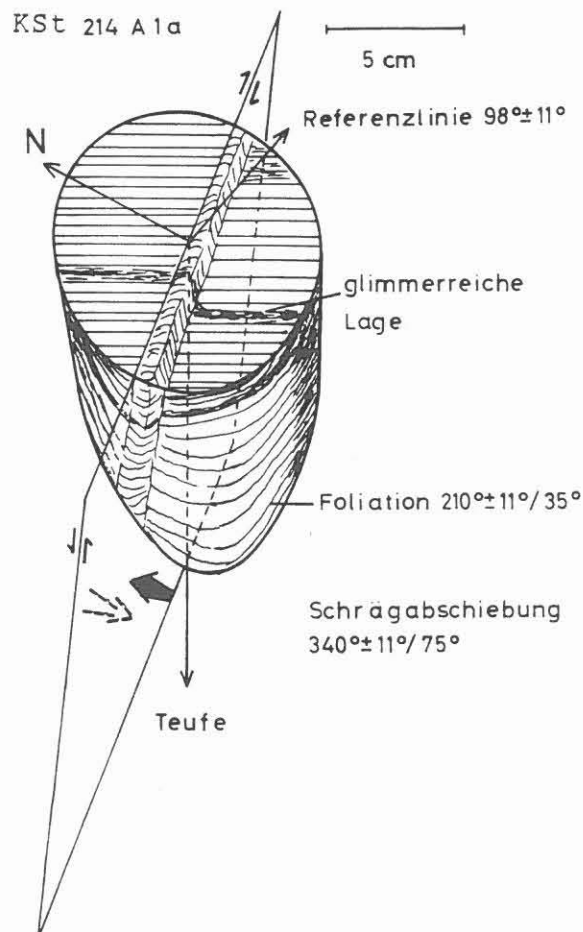


Abb. E.4.4: Schrägabschiebende Knickzone bei 900.0 m.



## E.5 Scherflächen und Lineare

### E.5.1 Scherflächen mit duktiler Verformung

Neben mylonitischem Lagenbau über mehrere dm - m wurden auch diskrete, cm-mächtige duktile Scherbahnen beobachtet.

In orientierten Dünnschliffen von Kernstück 207C4g beobachtet man in senkrecht aufeinander stehenden Schliffen deutlich ausgebildete Zeilenquarze. An der Grenze dieser Scherbahn zum granoblastischen Gneisgefüge zeichnen Hellglimmer abgescherte Intrafolialfalten nach.

Der von der Foliation verschiedene Schersinn dieser diskreten, duktilen Scherzonen könnte auf ein jüngeres Alter als  $s_2$  hinweisen.

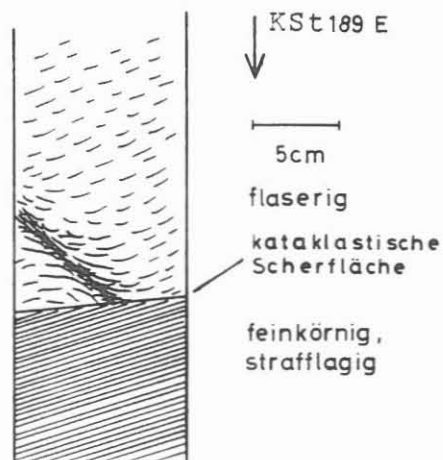
### E.5.2 Scherflächen mit geschleppter Foliation

Gelegentlich existieren flach liegende Scherflächen, entlang derer die Foliation geschleppt ist (z.B. bei 835.7 m oder 850.1 m). Diese Scherflächen werden nicht selten von Fiederklüften begleitet (z.B. bei 926.7 m), die z.T. mit Calcit, Laumontit oder Quarz verheilt sind. Nach RAMSAY (1983) sind diese Phänomene typisch für den Grenzbereich zwischen duktiler und kataklastischer Verformung.

Diese Scherflächen lassen sich ebenso wie die Knickzonen noch nicht exakt altersmäßig einordnen.

In 850,1 m Teufe schneidet eine jüngere kataklastische Scherbahn eine geschleppte Scherbahn ab (Abb. E.5.5).

Abb. E.5.5: Eine jüngere, diskordante Scherfläche schneidet eine ältere, geschleppte Scherfläche ab und versetzt verschiedene Gefügedomänen des Gneises nebeneinander (Teufe: 850.1 m).



### E.5.3 Kataklastische Scherflächen

Eine Übersicht über die Kataklastik und Harnischflächenmineralisation bis 992 m wurde von H. DE WALL & G. ZULAUF (1988) erstellt.

Diese kataklastischen Scherflächen sind häufig mineralisiert (Graphit, Pyrit, Calcit, Laumontit) und können in drei Typen untergliedert werden:

(1) Diskordante, steil einfallende Aufschiebungen sind selten. Die Ausbildung dieser Flächen ist unregelmäßig, gebogen oder höckerig. Sie sind nicht selten durch mm bis cm mächtige Mineralisationen verheilt. In 906 m Teufe versetzt eine Schar von mineralisierten (Quarz, K-Feldspat, Laumontit) Aufschiebungen ein Quarz-Feldspat-Mobilisatband. Diese Aufschiebungen werden von jüngeren, foliationsparallelen Abschiebungen mit geringen Versatzbeträgen treppenförmig versetzt und schließlich von einer Schar diskordanter, eben ausgebildeter, chloritisierter Scherflächen abgeschnitten (Abb. E.5.6). Bei 981.6 m hingegen versetzt eine gebogene Aufschiebung eine Schar ebener, diskordanter Scherflächen (Abb. E.5.7).

Abb. E.5.6: Eine steil einfallende, mineralisierte Aufschiebungsschar versetzt ein Mobilisatband und wird von foliationsparallelen Abschiebungen zunächst versetzt und dann von einer flachen Scherflächenschar abgeschnitten (Teufe: 906.0 m).

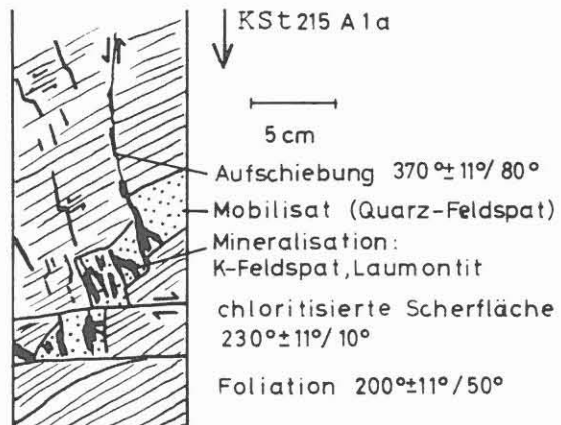
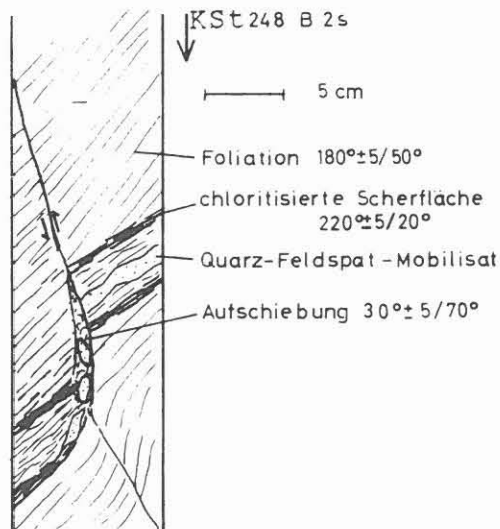


Abb. E.5.7: Eine flache Scherflächenschar wird von einer steilen Aufschiebung versetzt (Teufe: 981.6 m).



(2) Diese ebenen, chloritisierten Scherflächen treten regelmäßig einzeln oder in Scharen mit Abständen im cm bis dm-Bereich auf. Sie liegen überwiegend geschlossen vor und fallen in der Regel flacher als  $20^\circ$  ein. Der Versatzbetrag liegt mindestens im dm-Bereich, wenn völlig verschiedene Gefügetypen nebeneinander zu liegen kommen (Abb. E.5.5). Gelegentlich ist der Sillimanit-Biotitgneis auch zwischen scharenweise auftretenden Scherflächen kataklastisch deformiert. Diese Scherzonen sind in der Regel dm-mächtig.

(3) Die Hauptablösungsflächen stellen foliationsparallele Verschiebungsflächen dar, die den Bohrkern stellenweise in cm-dicke Scheiben, meist aber in dm-lange Stücke zerlegen. Bereichsweise fallen gegenläufig einfallende Trennflächenscharen auf, die möglicherweise mit den Verschiebungsflächen genetisch verknüpft sind (z.B. bei 834.0 m und 847.0 m). In der Teufe von 837.0 m sind beide Flächenscharen als Verschiebungsflächen mit Gleitstreifen ausgebildet (Abb. E.5.8).

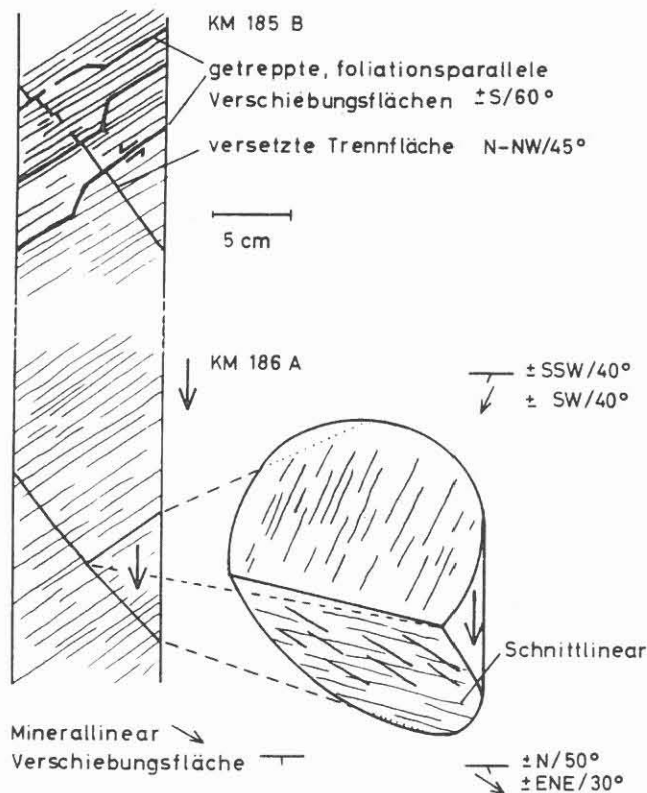


Abb. E.5.8: Konjugierte Verschiebungsflächenscharen mit Harnischlinear (Teufe: 837.0 m).

Dabei könnte es sich um konjugierte Scherflächenscharen handeln (RAMSAY, 1987). Die foliationsparallelen Trennflächen haben fast immer einen sekundären Chloritbelag, der oft ein deutliches Harnischlinear abbildet. Gelegentlich zeigen Abrißkanten einen abschiebenden Bewegungscharakter an. Die Bewegungsrichtung weicht in der Regel maximal  $20^{\circ}$  vom Einfallen der Verschiebungsflächen ab. In der Teufe zwischen 928.6 m und 955.0 m wurden einige Gleitstreifen beobachtet, die bis  $60^{\circ}$  vom Einfallen der zugehörigen Fläche abweichen. Dies könnte auf eine deutliche teufenabhängige Blattverschiebungskomponente hinweisen.

Bereichsweise sind diese Verschiebungsflächen graphitbelegt und als Spiegelharnische ausgebildet. Sie sind in der Regel meist eben, gelegentlich auch gebogen, seltener gewellt oder höckerig.

## **E.6 Klüfte**

Neben dem beschriebenen tektonischen Inventar gibt es verschiedene Trennflächen, die nur teilweise mineralisiert bzw. verheilt sind und keine Bewegungsspuren aufweisen. Diese sind als Klüfte anzusprechen. Aussagen über Kluftsysteme bzw. richtungs- oder generationsabhängige Mineralisationen etc. sind derzeit noch nicht möglich.

## **E.7 Danksagung**

Bei Herrn Dr. E. STEIN (Technische Hochschule Darmstadt) und Herrn Dipl.-Ing., Dipl. Geol. G. ZULAUF (Universität Frankfurt) möchte ich mich für die freundliche Kritik und die anregenden Diskussionen herzlich bedanken.

## E.8 Literaturverzeichnis

- ASHWORTH, J.R. (1985): Migmatites.- Blackie & Son Ltd., London.
- HOBBS, B.E., MEANS, W.D., WILLIAMS, P.F. (1976): An Outline of Structural Geology.- Wiley & Sons; New York.
- GRAUP, G., HACKER, W., KEYSSNER, S., MASSALSKY, T., MÜLLER, H., RÖHR, C. & UHLIG, S. (1988): Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, Ergebnisse der geowissenschaftlichen Forschungsbearbeitung im KTB-Feldlabor (Windischeschenbach), Teufenbereich von 480 bis 992 m: B. Geologie.- KTB-Report 88-2: B 1 - B 60.
- RAMSAY, J.G. & HUBER, I.M. (1983): The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 1 Strain Analysis.- Academic Press, Inc., London.
- RAMSAY, J.G. & HUBER, I.M. (1987): The Techniques of Modern Structural Geology, Vol. 2 Folds & Fractures.- Academic Press, Inc., London.
- STEIN, E. (1987): Die strukturegeologische Entwicklung im Übergangsbereich Saxothuringikum/Moldanubikum in NE-Bayern.- Dissertation, Göttingen. Zugleich erschienen in: Geologica Bavarica 92; München 1988.
- DE WALL, H. & ZULAUF, G. (1988): Tiefbohrung KTB-Oberpfalz VB, E.: Ergänzende Untersuchungen. Die bruchhaften Verformungsgefüge im Teufenbereich 0 - 992 m.- KTB-Report 88-2: E 1 - E 19.