

GEOFORSCHUNGSZENTRUM POTSDAM
STIFTUNG DES ÖFFENTLICHEN RECHTS

Kerstin Rötzler

**Die PT-Entwicklung
der Metamorphite des
Mittel- und Westerzgebirges**

Scientific Technical Report STR95/14

Impressum

GeoForschungsZentrum Potsdam
Telegrafenberg A 17
D-14473 Potsdam

Gedruckt in Potsdam
Mai 1995

A. 3.5.5
 Metamorphite
 PT-Entwicklung
 Erzgebirge

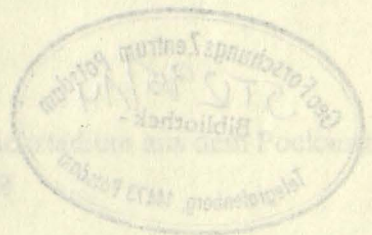
Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
1.1 Geologischer Überblick	3
1.2 Forschungsstand	4
1.3 Problemstellung	7
2. Untersuchungsmethode	12
2.1 Probenahme	12
2.2 Petrographie	13
2.3 Geochemie	14
2.4 Thermobarometrie	16
3. Metamorphoseentwicklung	19
3.1 Die westliche Erzgebirgskette	19
3.1.1 Petrographie	20
3.1.2 Ableitung der PT-Daten	20
3.2 Prozedur vom Vogelfußfließen bei Zöbitz	21
3.2.1 Petrographie und Mikrofugeneentwicklung	21
3.2.2 Mineralchemie	21
3.2.3 Ableitung der PT-Daten	21
3.3 Anhydrit-Einschlüsse in den Rotgneisen	23
3.3.1 Petrographie	23
3.3.2 Mineralchemie	24
3.3.3 Ableitung der PT-Daten	25
4. Die Metamorphoseentwicklung der Gneis-Äklogit-Biotope	29
4.1 Geologische Untersuchungen	29
4.2 Feldische diaphane Granulite mit relictischem Hochdruckmineralen	30
4.2.1 Petrographie	30
4.2.2 Mineralchemie und Phasenbeziehungen	33
4.2.3 Thermobarometrische Untersuchungen	41
4.3 Granulite von Burgberg	48
4.3.1 Petrographie und Mineralchemie	48
4.3.2 Ableitung der PT-Daten	46
4.4 Diaphane Granulite mit mikroskopischem Hochdruckmineralen	46
4.4.1 Petrographie und Mikrofugeneentwicklung	47
4.4.2 Geochemische Klassifikation	50
4.4.3 Thermobarometrische Untersuchungen	55
4.5 Metakonglomerate	58
4.5.1 Granulitische Gneisgranulitkörper in der Bergschicht und von Grundau bei Zöbitz	58
4.5.1.1 Petrographie	58
4.5.1.2 Mineralchemie	60
4.5.1.3 Ableitung der PT-Bedingungen	61
4.5.2 Däcker- und granulitische Biotope bei Grundau	63
4.5.2.1 Petrographie und Mikrofugeneentwicklung	64
4.5.2.2 Mineralchemie	64
4.5.2.3 Ableitung der PT-Bedingungen	66
4.6 Übergangsweise Äklogit-Gneis bei Zöbitz	68
4.6.1 Petrographie und Mikrofugeneentwicklungen	68
4.6.2 Mineralchemie und Phasenbeziehungen	70
4.6.3 Thermobarometrische Untersuchungen	71
5. Abhängigkeit von Ort und im Raum Brand	71

Die PT-Entwicklung der Metamorphite des Mittel- und Westerzgebirges

Kerstin Rötzer

Scientific Technical Report STR95/14



Kerstin Fölzer
Die PT-Entwicklung der
Metamorphite des
Mittel- und Westsibirias

24. Aug. 1995



Scientific Technical Report STR 514

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. Einleitung	3
1.1 Geologischer Überblick	3
1.2 Forschungsstand	4
1.3 Problemstellung	7
2. Untersuchungsmethode	12
2.1 Probennahme	12
2.2 Petrographie und Mikrogefügeuntersuchungen	13
2.3 Geochemische Untersuchungen	14
2.4 Thermobarometrische Untersuchungen	16
3. Metamorphoseentwicklung der Rotgneis-Einheit	19
3.1 Gneise der Saydaer und Reitzenhainer Struktur	19
3.1.1 Petrographie	20
3.1.2 Ableitung der PT-Daten	20
3.2 Rotgneise vom Vogeltoffelfelsen bei Zöblitz	21
3.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	21
3.2.2 Mineralchemie	21
3.2.3 Ableitung der PT-Daten	21
3.3 Amphiboliteinschaltungen in den Rotgneisen	23
3.3.1 Petrographie	23
3.3.2 Mineralchemie	24
3.3.3 Ableitung der PT-Daten	25
4. Die Metamorphoseentwicklung der Gneis-Eklogit-Einheit	29
4.1 Geologische Untersuchungen	29
4.2 Felsische disthenführende Granulite mit reliktsischem Hochdruckstadium	30
4.2.1 Petrographie	30
4.2.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten	33
4.2.3 Thermobarometrische Untersuchungen	41
4.3 Granulite am Burgberg	48
4.3.1 Petrographie und Mineralchemie	48
4.3.2 Ableitung der PT-Daten	48
4.4 Disthenfreie Granulite mit reliktsischem Hochdruckstadium aus dem Pockautal	48
4.4.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	49
4.4.2 Geochemische Klassifikation	50
4.4.3 Thermobarometrische Untersuchungen	55
4.5 Metasedimente	58
4.5.1 Granatführende Gneisglimmerschiefer an der Morgensternhöhe und von Grundau bei Zöblitz	58
4.5.1.1 Petrographie	59
4.5.1.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten	60
4.5.1.3 Ableitung der PT-Bedingungen	61
4.5.2 Disthen- und granatführende feldspatfreie Glimmerschiefer	63
4.5.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	64
4.5.2.2 Mineralchemie	64
4.5.2.3 Ableitung der PT-Bedingungen	66
4.6 Übergangsbereich Eklogit-Gneis bei Zöblitz	68
4.6.1 Petrographie und Mikrogefügeuntersuchungen	68
4.6.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten	69
4.6.3 Thermobarometrische Untersuchungen	71
5. Aplitgänge von Oelsen und im Raum Brand Erbisdorf	75

5.1 Petrographie und Mikrogefüge	75
5.2 Mineralchemie	75
5.3 Ableitung der PT-Daten	76
6. Teilzusammenfassung	77
7. Metamorphoseentwicklung der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit	80
7.1 Geologische Situation	80
7.2 Glimmerschiefer	81
7.2.1 Granatzonierung	81
7.2.2 Granat-feldspatführende Glimmerschiefer und Gneise	81
7.2.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	82
7.2.2.2 Gesamtgesteinsanalysen und Mineralchemie	85
7.2.2.3 Ableitung der PT-Daten	91
7.2.3 Chloritoidführende Glimmerschiefer	98
7.2.3.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	98
7.2.3.2 Gesamtgesteinschemismus und Mineralchemie	99
7.2.3.3 Ableitung der PT-Daten	103
7.3 Orthogneise des Westerzgebirges	111
7.3.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	111
7.3.2 Mineralchemie	112
7.3.3 Ableitung der PT-Daten	112
8. Metamorphoseentwicklung der Granat-Phyllit-Einheit	116
8.1 Granatführende Phyllite	116
8.1.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	116
8.1.2 Mineralchemie	116
8.1.3 Ableitung der PT-Daten	117
8.2 Feldspatfreie chloritoidführende Phyllite	121
9. Metamorphoseentwicklung der Phyllitrandzone	123
9.1 Phyllite der Löbnitz-Zwönitzer-Mulde	123
10. Metamorphite des Erzgebirgsnordrandes	125
10.1 Mobendorfer Gneise	125
10.1.1 Petrographie und Mineralchemie	125
10.1.2 Ableitung der PT-Daten	125
10.2 Staurolithführende Glimmerschiefer	126
10.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung	126
10.2.2 Gesamtgesteinschemismus und Mineralchemie	127
10.2.3 Ableitung der PT-Daten	128
11. Teilzusammenfassung	134
12. Zusammenfassung	136
13. Diskussion	137

Literaturverzeichnis

Anhang

1. Einleitung

Aus den eingefrorenen Mineralparagenesen und Mineralzusammensetzungen metamorpher Gesteine lassen sich Informationen über verschiedene Entwicklungsstadien in einem tieferen Krustenniveau gewinnen. Abgeleitete Druck-Temperaturpfade können unter Berücksichtigung der Deformationsstadien, Magmenintrusionen und der radiometrischen Altersdaten zur Rekonstruktion von Krustenbewegungen und des geothermischen Milieus beitragen. An einer ausgewählten Region ist es möglich, geothermobarometrische Methoden zu testen und Erkenntnisse zur Elementfraktionierung in verschiedenen Mineralphasen unter definierten Bedingungen zu gewinnen.

Untersuchungen zur Metamorphose, zur Deformation und zum Krustenaufbau im Erzgebirge sind Schwerpunkt eines Projektes der Deutschen Forschungsgemeinschaft, das gemeinsam von Arbeitsgruppen der Universitäten Münster, Bochum und des GeoForschungsZentrums Potsdam 1990 begonnen wurde.

Die im Rahmen des Projektes vorgelegte Arbeit hat zum Ziel, durch die Anwendung moderner petrologischer Untersuchungsmethoden und unter Einbeziehung der strukturgeologischen, geochemischen und geochronologischen Daten, die Druck-Temperatur-Pfade (PT-Pfade) der Metamorphite des West- und Mittelerzgebirges entlang eines Profils zu bestimmen. Damit soll eine bessere Abgrenzung verschieden metamorph geprägter Einheiten erzielt werden.

Umfassende petrologische Untersuchungen der Metamorphite des Erzgebirges liegen schon längere Zeit zurück (Hofmann, 1974; Krentz, 1982) und ergeben kein zusammenhängendes Bild des Metamorphosegeschehens. Die Bearbeitung der Metamorphite hatte bisher überwiegend eine petrographische Beschreibung der Minerale und Mineralparagenesen zum Ziel. Durch die Anwendung moderner konventioneller Geothermometer und Geobarometer und der multivarianten Gleichgewichtsmethode von Berman (1988, 1991) sollen detailliertere Daten zum Metamorphoseverlauf verschiedener Gesteinskomplexe des Erzgebirges gewonnen werden.

Die Ableitung der Druck-Temperatur-Daten, Mikrogefügeuntersuchungen, eine weiterführende tektonische und petrologische Bearbeitung und Untersuchungen zur Elementfraktionierung in verschiedenen Mineralphasen der Metamorphite des Erzgebirges, die innerhalb der Arbeitsgruppe des Projektes durchgeführt wurden, sollen einen Beitrag zur Entwicklung eines geodynamischen Modells sowie präzisere Vorstellungen über die Entwicklung des östlichen Teils des Saxothuringikums liefern.

1.1 Geologischer Überblick

Das Erzgebirge befindet sich im östlichen Bereich des Saxothuringikums und gehört den mitteleuropäischen Varisziden an (Abb.1). Es stellt ein SW-NE-streichendes Gebiet dar, das sich durch eine verstärkte Metamorphose auszeichnet. Es besteht aus mehreren unterschiedlich metamorph und tektonisch geprägten Kristallinkomplexen, die heute

strukturell übereinander liegen. Bisher wurde das Erzgebirge als orthostratigraphischer Verband angesehen (Lorenz, 1974) und in das West-, Mittel- und Osterzgebirge unterteilt.

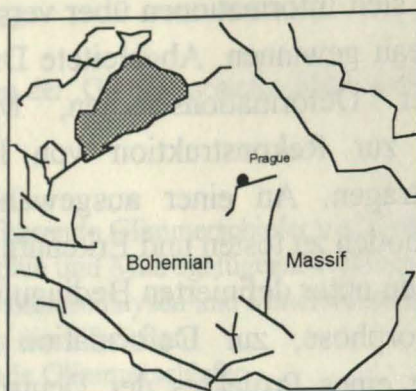


Abb. 1: Lage des Erzgebirgskristallins im Ostteil des Saxothuringikums am Nordostrand des Böhmisches Massivs

Das Westerzgebirge besteht danach aus einer Phyllitzone im Westen, an die in östlicher Richtung ein N-S-streichender Bereich von Glimmerschiefern grenzt. In die Glimmerschiefer sind besonders im SW-Teil Vorkommen von Gneisen, Eklogiten, Marmorlinsen und Metakonglomeraten eingeschaltet.

Das Gebiet östlich davon wurde als mittleres Erzgebirge definiert und besteht aus Para- und Orthogneisen, in die Glimmerschiefer, zahlreiche Linsen von Eklogiten, Granatperidotite, Metakarbonate und Metakonglomerate eingeschuppt sind. Auch dieser Gesteinskomplex wurde bisher lithostratigraphisch gegliedert (Lorenz, 1974).

Die Flöha-Synklinale, die als tiefreichende Scherzone angesehen wurde, markierte die Grenze zum Osterzgebirge. Dieser Teil besteht aus Gneisen, die assoziiert mit Eklogiten, Metakarbonaten und Metakonglomeraten, Amphiboliten, Phylliten und Glimmerschiefern auftreten. Eine große Ausdehnung haben monotone Komplexe von Grau- und Rotgneisen. Eine Übersichtskarte zeigt die regionale Verbreitung dieser Kristallinkomplexe (Abb. 2).

1.2 Forschungsstand

Intensive geologische Untersuchungen im Erzgebirgskristallin begannen bereits in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts. Im Ergebnis einer geologischen Spezialkartierung in Sachsen (Sauer, 1879, 1882, 1884, 1885; 1910; Gäbert & Beck; 1903, Gäbert; 1906, 1907 u.a.) wurde erstmals die Verbreitung der unterschiedlichen Gesteinseinheiten detailliert beschrieben. Dabei wurde zunächst eine konkordante Auflagerung der Glimmerschiefer auf die Gneise angenommen. Bereits wenig später kamen Pietzsch (1914) und Kossmat (1916) zu dem Schluß, daß in verschiedenen Bereichen des Erzgebirges eine tektonische Auflagerung von Phylliten und Glimmerschiefern auf Gneisen vorliegt.

Kossmat (1916; 1925) und Scheumann (1932) postulierten das Modell einer Deckenstapelung und wiesen darauf hin, daß nur eine scheinbare Konkordanz der Schieferhülle vorliegt, die durch eine Transposition infolge tangentialer Bewegungen verursacht wird.

Durch Lorenz & Hoth (1964, 1990) erfolgte eine lithostratigraphische Untergliederung des Erzgebirges, wobei eine kontinuierliche orthostratigraphische Entwicklung zugrundegelegt wurde (Tab. 1). Danach gehören die Phyllite der Erzgebirgsnordrandzone in das Devon-Ordovizium und die Metamorphite des Westerzgebirges in das Kambrium. Für die Gneise des Mittel- und Osterzgebirges wurde ein präkambrisches Alter angenommen. In Abb. 2 ist die lithostratigraphische Gliederung der Einheiten des Erzgebirges von Lorenz & Hoth (1990) dargestellt.

Der Verband von Phylliten, Glimmerschiefern und Gneisen vom West- zum Mittelerzgebirge soll eine kontinuierliche Folge metamorpher und lithologischer Serien darstellen.

Die Metamorphose wurde als einaktig angesehen und von Krentz (1982) in verschiedene Phasen unterteilt :

1. eine druckbetonte progressive
2. eine temperaturbetonte retrograde
3. eine spätere diaphoretische Phase

Auch das Osterzgebirge wurde lithostratigraphisch in eine untere und eine obere Serie gegliedert, (Hofmann, 1974). Hofmann (1974) ging von einer monozyklischen Metamorphoseentwicklung aus. Nach seiner Ansicht sind keine Metamorphosesprünge und Diskordanzen zwischen den einzelnen Gliedern des Osterzgebirgskristallins vorhanden. Zur unteren osterzgebirgischen Serie gehören dabei monotone sillimanit- und biotit-cordieritführende Gneise sowie Anatexite und Migmatite. Die obere osterzgebirgische Serie besteht aus einer Assoziation von Gneisen, Metabasiten, Metakarbonaten, Glimmerschiefern und Geröllgneisen (Tab. 2).

Brause (1970) geht in seinem Modell zur Entstehung des Erzgebirges von frühpaläozoischen Wärmedomen aus, die ihren Ursprung im Krusten-Mantel-Bereich haben.

Bankwitz & Bankwitz (1982) schlugen folgenden tektonischen Entwicklungsablauf im Erzgebirgskristallin vor:

1. Die Anlage eines E-W Antiklinoriums mit E-W streichender Faltung (F1)
2. Eine Anlage von N-S Scharnieren mit N-S Falten (F2) verbunden mit Magmatismus
3. Die Anfaltung der Lausitzer Antiklinale mit NW-SE streichenden Falten (F3)
4. Eine NE-SW streichende Faltung im gesamten Gebiet (F4)
5. Anatexis und Magmatismus der Lausitzer Antiklinale
6. Magmatismus im Erzgebirge

Die dominierenden E-W Streckungslineare wurden dabei als b-Lineare definiert.

Behr (1978) bringt die geologisch-tektonische Entwicklung des Erzgebirges in Zusammenhang mit Subfluenz-Prozessen, die, seiner Ansicht nach, verbunden mit synkristalliner Deformation und Anatexis, im Zeitraum vom Oberproterozoikum bis zum Variszikum abliefen.

Der im Mittel- und Osterzgebirge aufgeschlossene Verband von schwach und stark texturierten Gneisen wurde als eine Intrusion von Orthogneisedukten (Rotgneisstrukturen von Katharinaberg, Reitzenhain und Sayda) in präexistierende proterozoische Paragneise interpretiert (Hoth & Lorenz, 1979, Kemnitz, 1986, Frischbutter, 1988).

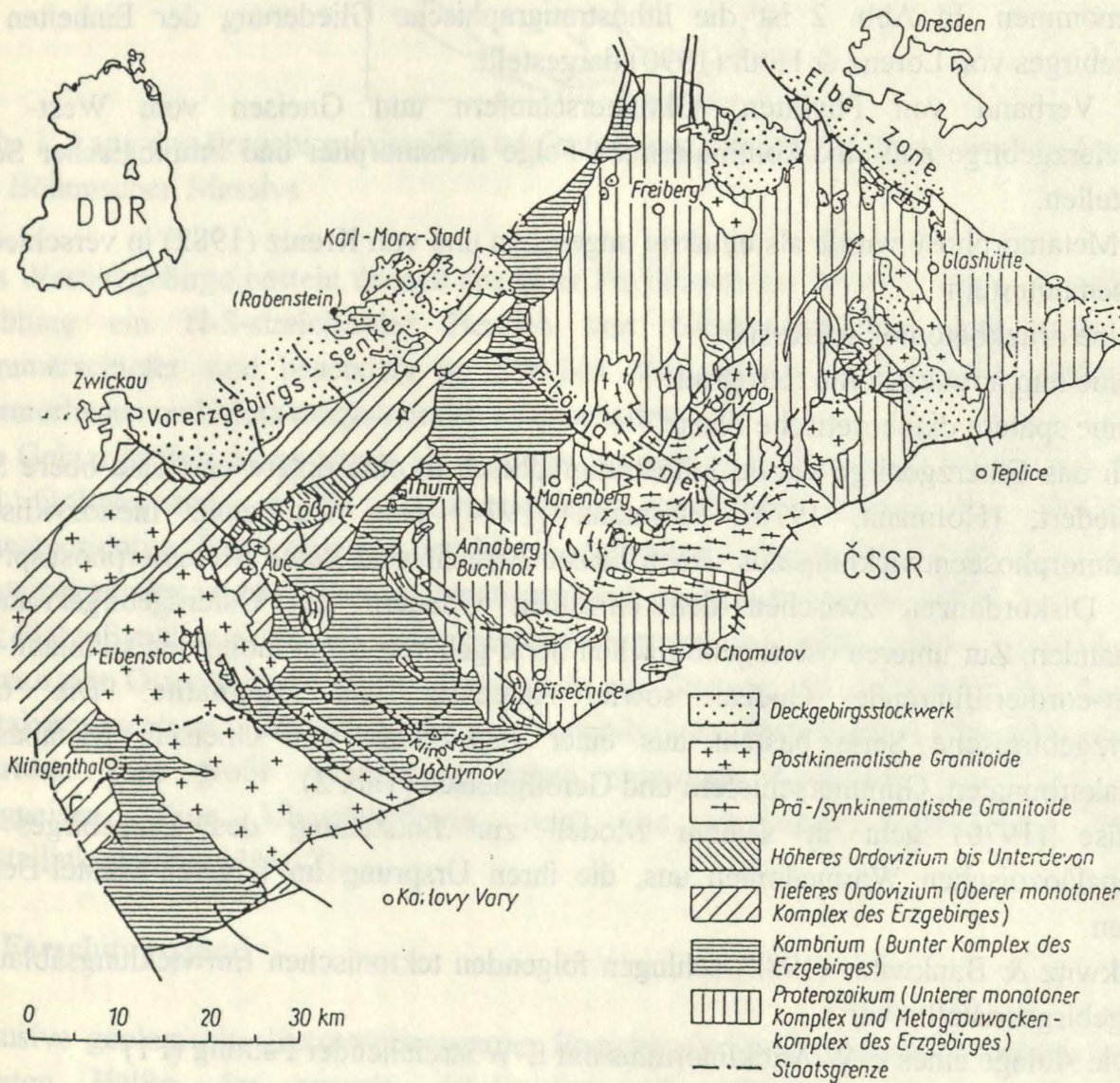


Abb.2: Die lithostratigraphische Übersichtskarte des Erzgebirges nach Lorenz (1974)

Kemnitz (1986) nahm für die Entwicklung der Saydaer Struktur/Osterzgebirge folgenden geologischen Ablauf an:

Die prävariszisch intrudierten Orthogneise sollen eine oberproterozoische grünschiefer- bis amphibolitfazielle Metamorphose erlebt haben. Eine zweite amphibolitfazielle Überprägung der prävariszisch intrudierten Gesteine und ihres Rahmens wurde im Paläozoikum vermutet. Deformierte Kerngneise sollen von "Hybridgneisen" (Übergangsgneistyp) mit eingeschalteten Kontaktschiefern und der Paragneishülle umgeben sein. Geochemische Untersuchungen dieser Gesteinseinheiten führten zu keiner eindeutigen Trennung der Ortho- und Paragneise. In den Kontaktschiefern konnten keine kontaktmetamorphen Minerale nachgewiesen werden. Die beschriebenen Kontaktanzeichen, wie das Auftreten von Biotit, Chlorit, Serizit und Opaksubstanz um Granat, können eher als Ergebnis der Deformation gedeutet werden, die in Scherzonen auftritt (Sebastian & Kroner, 1992). Ein vollständiger Kontakthof um diese Orthogneisstruktur ist nicht nachweisbar. Ein Teil der bisher als Paragneise gedeuteten grauen Biotit- und Zweiglimmergneise des Osterzgebirges (Hofmann, 1974) werden von Gotte & Schust (1988) als deformierte Granodiorite angesehen.

Schmädicke (1991) wies erstmals für die Eklogite des Erzgebirges eine Hochdruckmetamorphose mit maximalen PT-Bedingungen von 28 kbar, 800°C für Eklogite des Mittel Erzgebirges und 20 kbar, 600°C für Eklogite des West Erzgebirges nach.

1.3 Problemstellung

Obwohl alle bisherigen Forschungen im Erzgebirge in vielen Aspekten zu Fortschritten führten, ergaben sich für die Bearbeiter unter Beibehaltung des fixistischen Entwicklungsmodells mit lithostratigraphischer Gliederung und orthostratigraphischer Interpretation (Lorenz & Hoth, 1990) eine Reihe von Problemen, die mit den bisherigen Vorstellungen nicht erklärt werden konnten.

Hofmann (1974) errechnete auf der Grundlage seiner ermittelten Metamorphosebedingungen eine Überlagerungsmächtigkeit von 5700 m-7000 m über der Frauenbach-Serie (unteres Ordovizium), die allerdings nicht realisiert ist.

Die Stellung der Eklogite konnte mit den vorhandenen lithostratigraphischen Vorstellungen nur unbefriedigend gedeutet werden. Lorenz & Hoth (1964) sahen sie als lithologische Glieder der Sedimentfolge an. Nach Krentz (1982) sind die Eklogite gemeinsam mit ihren Nebengesteinen unter Mitteldruckbedingungen gebildet und durch den Einfluß von tektonischem Überdruck, der nicht mehr als wenige 100 bar ausmachen kann, in einer Umgebung geringer Wasseraktivität zu Hochdruckgesteinen umgewandelt worden. Werner (1981) sprach sich für eine Bildung im Zusammenhang mit einer oberproterozoischen Subduktionszone und einen Transport in die Sedimentfolge durch gravitatives Gleiten aus.

Gruppe	Folge	Schichten	Charakteristika
1. Schwarzburger Gruppe	Phycoden-Folge	Phycodenschiefer	Schluffphyllite
1.		Obere Frauenbachschichten	Phyllite, z.T mit org. Kohlenstoff, Quarzite
2. Thumer Gruppe	Halbmeiler-Folge	nicht differenziert	Phyllite mit Quarziten und Metabasiten
2.	Herolder-Folge		Phyllite, Glimmerschiefer, Graphitschiefer, Marmore, Metabasite
3. Joachimsthaler Gruppe	Breitenbrunner-Folge		bunte Zusammensetzung mit Metabasiten
3.	Grießbacher-Folge		bunte Zusammensetzung
4. Keilberg Gruppe	Fichtelberg-Folge		quarzitbetont
4.	Obermittweidaer-Folge		Metakonglomerate, Metagrauwacken Marmore, Metabasite
4.	Raschauer-Folge		Quarzglimmerschiefer, Quarzit, Marmor
5. Niederschlager Gruppe	Kunnersteiner-Folge	nicht differenziert	Glimmerschiefer, Metabasite, monotone Gneise
6. Preßnitzer Gruppe	Kupferberg-Folge	Stahlberger-Jöhstädter Schichten	Gneise, Glimmerschiefer, Metakarbonate
6.		Schmalzgrube-Schichten	Zweiglimmergneise, Metakarbonate
6.	Reischdorfer-Folge	Rittersberger-Schichten	graphitführende Gneise
6.		Krimov-Schichten	Metabasite, Metagrauwacken, Metakonglomerate
6.		Natzschung-Schichten	bunte Zusammensetzung

Tab. 1:

Lithostratigraphische Gliederung des Mittel- und Westerzgebirges nach Lorenz & Hoth (1964)

Serie	Charakteristika	NW- und S-Rand von Freiberg	Grenzbereich zur Elbezone
1. Obere Osterzgebirgische Serie	bunte Zusammensetzung	<u>Obere-Folge:</u> Gneisglimmerschiefer, Metagrauwacken, Gneisglimmerschiefer, Metabasite	<u>Herbergen-Folge:</u> Zweiglimmergneise, Metagrauwacken, Metakarbonate, Metakonglomerate, Metabasite
1.	bunte Zusammensetzung	<u>Mittlere-Folge:</u> Zweiglimmergneise, Glimmerschiefer, Leptynite, Metakarbonate, Metakonglomerate, Metabasite	<u>Haselberg-Folge:</u> Leptynite, Glimmerschiefer, Gneisglimmerschiefer
1.	bunte Zusammensetzung	<u>Untere-Folge:</u> Zweiglimmergneise, Glimmerschiefer, Gneisglimmerschiefer, Metabasite	-
2. Untere Osterzgebirgische Serie	monotone Zweiglimmergneise, lokal migmatitisch	weit verbreitet mit Einschaltungen von Hbl-Gneisen und Amphiboliten	-

Tab. 2:

Lithostratigraphische Gliederung des Osterzgebirges (Hofmann, 1974)

Von einer Bindung der Eklogite an tiefreichende Scherzonen ging Fiala (1988) aus. Keine befriedigende Erklärung fand man für das Auftreten von Phylliten, die im Westerzgebirge auf Gneisen auflagern. Walther (1972) interpretierte sie als eine abgesenkte paläozoische Scholle. Von Mathe (1973) wurden sie als mylonitisierte Äquivalente der Gneise der Preßnitzer Serie (Lorenz, 1974) angesehen, deren Rekristallisation bei niedrigen Temperaturen auf Scherzonen erfolgte.

Eine Rekonstruktion der regionalgeologischen Prozesse wird durch unzureichende Altersdatierungen erschwert. $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Zirkon Evaporationsalter von 550 Ma wurden für die Intrusion der Orthogneisedukte des Mittel- und des Osterzgebirges (Gneis von Freiberg (Kröner et al., 1991)) ermittelt und belegen eine regional bedeutende Phase von granitischem Magmatismus. Granulite (Granulit vom Burgberg bei Zöblitz, Probe E 41) aus der im Hangenden folgenden Einheit belegen ein Intrusionsalter 480 Ma (Kröner &

Willner, 1995). Das Intrusionsalter der Lausitzer Granite und Granodiorite geben Kröner et al. (1991) mit 542 bis 587 Ma an. Orthogneise (Mobendorfer Gneise) liegen auf nur schwach metamorphen dem Tournai zugeordneten (Kurze, 1966) Grauwacken des Frankenberger Zwischengebirges und werden von in das Vise' (Kurze, 1966) eingestuft Fröhmolasse der Hainichener Schichten überlagert. Der Zeitpunkt der Platznahme der Granite des Erzgebirges wird mit 330-315 Ma für die älteren Granite und um 305 Ma für die jüngeren Granite angegeben (Gerstenberger et al., 1984) und ist an eine späte Extensionsphase im Erzgebirge gebunden (Seltmann & Thomas, 1992). Phyllite am Nordrand des Osterzgebirges geben Hinweise auf ein ordovizisches Alter (Voigt, 1992). Tektonische Kriterien zeigen, daß auch sie von einem Extensionsprozeß erfaßt wurden. Wie die Phyllite der Elbezone und der Löbnitz-Zwönitzer-Mulde ist dieser Phyllitkomplex am Nordrand des Erzgebirgskristallins durch eine Blattverschiebungskinetik gekennzeichnet (Voigt, 1992).

Folgende Zielstellungen sollen im Rahmen dieser Arbeit verfolgt werden:

1. Die Druck-Temperatur-Pfade verschiedener Gesteine sind zu ermitteln, um Gebiete gleicher Metamorphoseentwicklung im Erzgebirge aushalten zu können.
2. Die Metamorphoseentwicklung soll anhand vorhandener Mineralzusammensetzungen und -paragenesen in verschiedenen Gesteinstypen erfaßt und quantifiziert werden.
3. Ermittelte Druck-Temperatur-Pfade sind mit tektonischen, geochemischen und radiometrischen Daten zu korrelieren, um neue Ansätze für ein krustendynamisches Entwicklungsmodell im Erzgebirge zu gewinnen.

Um das Gliederungsprinzip der Kapitel verständlich zu machen, ist in Abb. 3 eine Übersichtskarte mit den im Ergebnis der Untersuchungen ausgehaltenen metamorphen Einheiten vorweggenommen. Die Benennung der ausgehaltenen Einheiten erfolgte nach dem jeweils berechneten mitunter nur reliktsch bewahrten Druck- bzw. Temperaturmaximum und der regionalen Verbreitung von Hauptgesteinstypen. Die ausgehaltenen PT-Maxima und die Aufeinanderfolge der verschieden metamorph geprägten Einheiten kann durch Geländebefunde und durch die Bearbeitung von Bohrprofilen nachgewiesen werden. Eine regionale Gliederung des gesamten Erzgebirges ist aufgrund der komplexen metamorphen und tektonischen Entwicklung hier nicht möglich. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine punktuelle Beprobung verschiedener Gesteinseinheiten des Erzgebirges vorgenommen, so daß die Neugliederung zwar eine prinzipielle Abgrenzung verschieden metamorpher Einheiten aufzeigt, aber längst nicht vollständig ist, da eine Kartierung des Erzgebirges zu umfangreich wäre. Besonders im Osterzgebirge ist mit einer weiteren Differenzierung der metamorphen Einheiten zu rechnen.

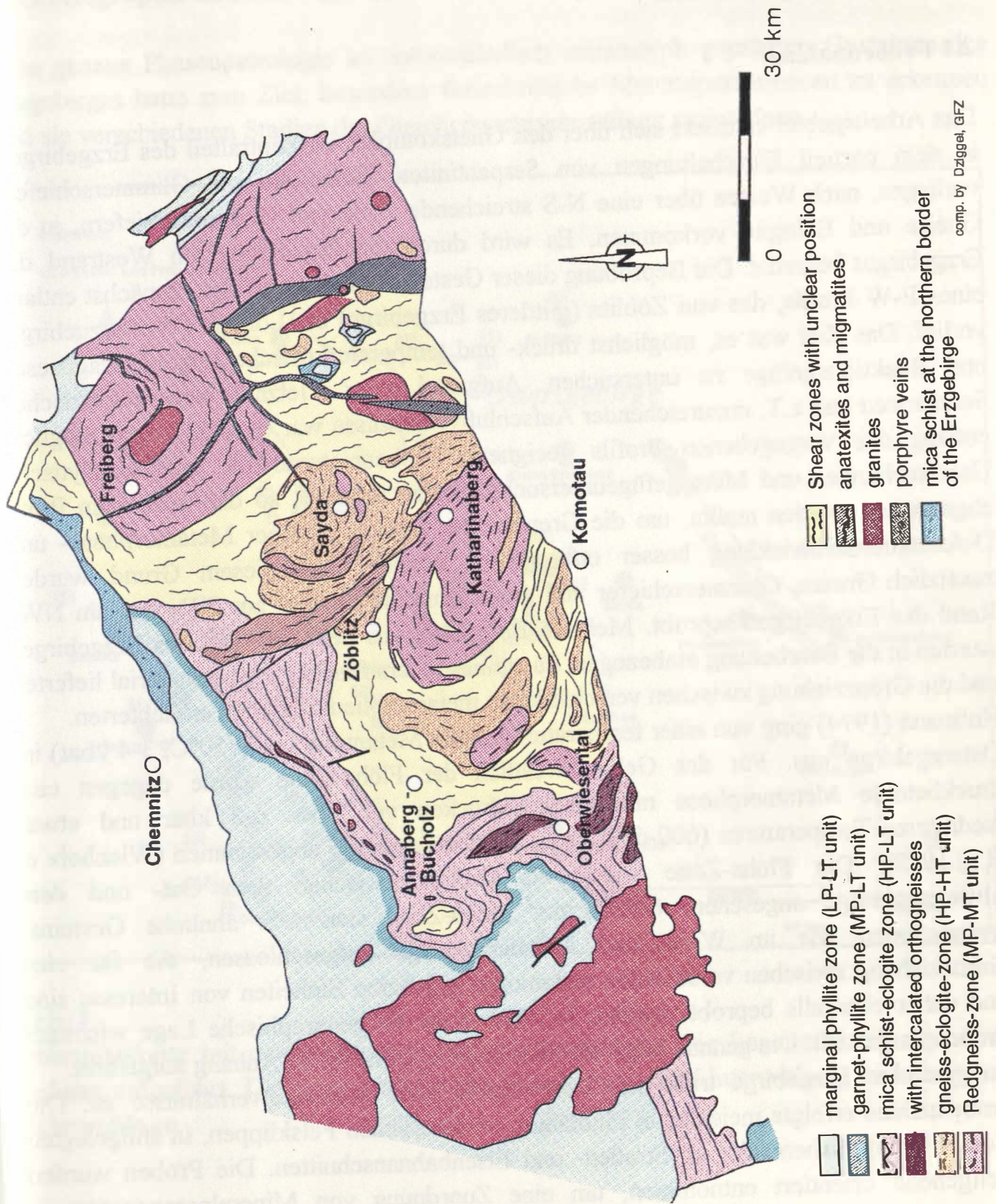


Abb. 3:
Übersichtskarte der untersuchten metamorphen Einheiten des Erzgebirges

2. Untersuchungsmethodik

2.1 Probennahme

Das Arbeitsgebiet erstreckt sich über den Gneiskomplex im Zentralteil des Erzgebirges, in dem partiell Einschaltungen von Serpentiniten, Eklogiten und Glimmerschiefern vorliegen, nach Westen über eine N-S streichende Zone von Glimmerschiefern, in der Gneise und Eklogite vorkommen. Es wird durch die Phyllitzone am Westrand des Erzgebirges begrenzt. Die Beprobung dieser Gesteinskomplexe erfolgte zunächst entlang eines E-W Profils, das von Zöblitz (mittleres Erzgebirge) bis Löbnitz (Westerzgebirge) verlief. Das Ziel war es, möglichst druck- und temperaturkritische Mineralparagenesen und Reaktionsgefüge zu untersuchen. Aufgrund einer Vielzahl von mylonitischen Scherzonen und z.T. unzureichender Aufschlußverhältnisse war es nicht immer möglich, entlang des vorgegebenen Profils geeignetes Probenmaterial für phasenanalytische Untersuchungen und Mikrogefügeuntersuchungen zu erhalten, so daß auch vom Profil abgewichen werden mußte, um die Grenzen der Gebiete gleicher Metamorphose- und Deformationsentwicklung besser erfassen zu können. Aus diesem Grund wurden zusätzlich Gneise, Glimmerschiefer und granatführende Phyllite am SW- und am NW-Rand des Erzgebirges beprobt. Mehrere Bohrkern aus dem SW-Teil des Erzgebirges wurden in die Bearbeitung einbezogen, da sie besonders frisches Probenmaterial lieferten und die Grenzziehung zwischen verschiedenen metamorphen Einheiten erleichterten.

Hofmann (1974) ging von einer temperaturbetonten Metamorphose (750°C, 3-4 kbar) im Osterzgebirge aus. Für das Gebiet westlich der Flöha-Zone wurde dagegen eine druckbetonte Metamorphose mit Maximaldrücken von etwa 6-8 kbar und etwas niedrigeren Temperaturen (600-650°C) als im Osterzgebirge angenommen (Wienholz et al., 1979). Die Flöha-Zone wurde als Grenze zwischen dem Ost- und dem Mittelerzgebirge angesehen. Östlich der Flöha-Zone sind z.T. ähnliche Gesteinsassoziationen wie im West- und Mittelerzgebirge aufgeschlossen, die für eine Grenzziehung zwischen verschiedenen metamorph geprägten Einheiten von Interesse sind und daher ebenfalls beprobt wurden. In Abb. 4 ist die geographische Lage wichtiger Proben dargestellt. Die genaue Lage der Probennahmepunkte ist im Anhang aufgeführt.

Im gesamten Erzgebirge trifft man überwiegend gute Aufschlußverhältnisse an. Die Probennahme erfolgte meistens in Flußtälern, an natürlichen Felsklippen, in stillgelegten kleinen Steinbrüchen oder an Straßen- und Eisenbahnanschnitten. Die Proben wurden weitgehend orientiert entnommen, um eine Zuordnung von Mineralparagenesen zu verschiedenen Deformationsstadien zu ermöglichen. Nur in wenigen Fällen, wie zwischen Lauta und Heinzebank bei Marienberg, mußte auf Lesesteine zurückgegriffen werden.

2.2 Petrographie und Mikrogefügeuntersuchungen

Eine genaue Phasenpetrologie an unterschiedlich metamorph geprägten Gesteinen des Erzgebirges hatte zum Ziel, besonders fazieskritische Mineralparagenesen zu erkennen und sie verschiedenen Stadien der Gleichgewichtseinstellung zuzuordnen.

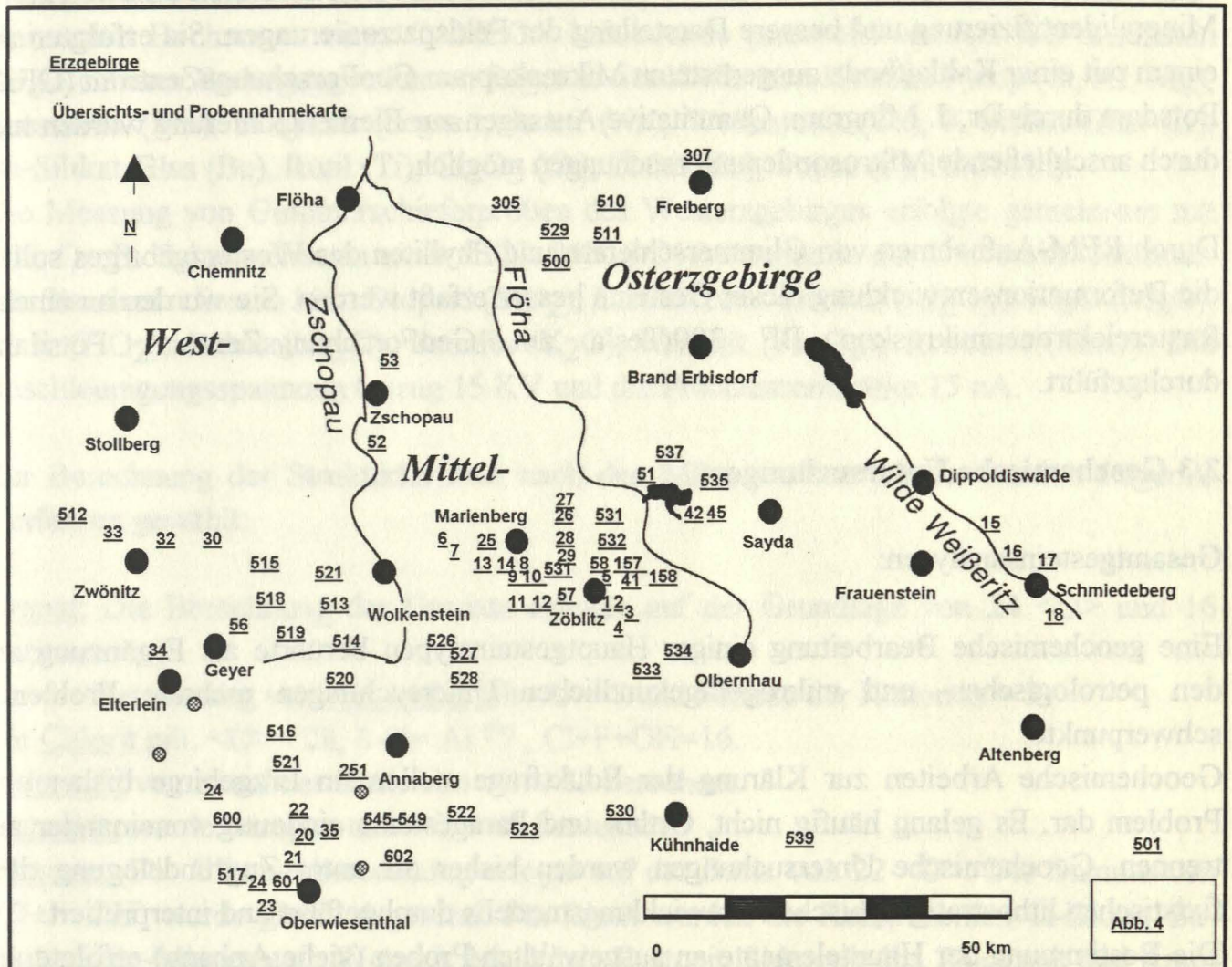


Abb. 4: Übersichtskarte mit den wichtigsten Probenahmepunkten. Die Lagebeschreibung ist im Anhang aufgeführt. Die Kreise zeigen die Standorte in die Untersuchung einbezogener Bohrprofile an.

Häufig treten Ungleichgewichte auf. Diese thermodynamischen Ungleichgewichte resultieren aus der unvollständigen Reequilibrierung des zeitlich vorhergehenden Mineralbestandes. Sie geben mitunter Hinweise auf nur reliktsch erhaltene frühere Metamorphose- und Deformationsstadien. Die petrographischen- und phasenpetrologischen Befunde ermöglichen zusammen mit mineralchemischen Befunden

eine Zuordnung der Mineralphasen zu verschiedenen Metamorphose- und Deformationsstadien und bilden die Voraussetzung für thermobarometrische Untersuchungen. Nach der Durchsicht von ca. 250 Dünnschliffen erfolgte die Auswahl von ca. 150 Dünnschliffen für die Bearbeitung mit der Mikrosonde (Kap. 2.3).

An einigen Gesteinsproben ermöglichten Kathodolumineszenzaufnahmen eine leichtere Mineralidentifizierung und bessere Darstellung der Feldspatzonierungen. Sie erfolgten an einem mit einer Kaltkathode ausgerüsteten Mikroskop am GeoForschungsZentrum (GFZ) Potsdam durch Dr. J. Mingram. Quantitative Aussagen zur Elementzonierung wurden nur durch anschließende Mikrosondenuntersuchungen möglich.

Durch REM-Aufnahmen von Glimmerschiefern und Phylliten des Westerzgebirges sollte die Deformationsentwicklung dieser Gesteine besser erfaßt werden. Sie wurden an einem Rasterelektronenmikroskop BF 300/Tesla am GeoForschungsZentrum Potsdam durchgeführt.

2.3 Geochemische Untersuchungen

Gesamtgesteinsanalysen:

Eine geochemische Bearbeitung einiger Hauptgesteinstypen berührte als Ergänzung zu den petrologischen- und mikrogefügekundlichen Untersuchungen mehrere Problem-schwerpunkte:

Geochemische Arbeiten zur Klärung der Eduktfrage stellen im Erzgebirge bisher ein Problem dar. Es gelang häufig nicht, Ortho- und Paragesteine eindeutig voneinander zu trennen. Geochemische Untersuchungen wurden bisher oft unter Zugrundelegung des fixistischen lithostratigraphischen Entwicklungsmodells durchgeführt und interpretiert.

Die Bestimmung der Hauptelemente an ausgewählten Proben (siehe Anhang) erfolgte an Schmelztabletten (6 g Spektromelt/1 g Probe) durch Röntgenfluoreszenzanalyse an einem Gerät vom Typ (SRS 303 AS SIEMENS) am GFZ Potsdam. Diese Methode sollte zur Klärung der Fragen beitragen, inwieweit das Auftreten fazieskritischer Minerale durch eine Änderung des Pauschalchemismus verursacht wird und ob sich die aufgrund petrologischer Methoden ausgehaltenen Gesteinsgruppen auch geochemisch klassifizieren lassen.

Mineralchemische Analysen:

Mit Hilfe der Elektronenstrahl-Mikrosonde wurde die Zusammensetzung und Zonierung der gesteinsbildenden Minerale an ca. 150 mit Kohlenstoff bedampften Dünnschliffen untersucht. Der größte Teil der Messungen erfolgte an der CAMECA SX50 am GeoForschungsZentrum Potsdam bei einer Anregungsspannung von 15 KV, einer

Probenstromstärke von 15 bzw. 20 nA und einer Meßzeit von 20 s. Um die Alkaliverluste bei Feldspäten und Glimmern minimal zu halten, wurde mit einem leicht defokussierten Strahl gearbeitet. Folgende Standards wurden verwendet: Jadeit (Na), MgO-Glas (Mg), Al₂O₃-Glas (Al), Wollastonit (Si, Ca), Apatit (P), Orthoklas (K), MnTiO₃ (Mn,Ti), Hämatit (Fe), Vanadit (V), Cr₂O₃-Glas (Cr), Sphalerit (Zn), LiF-Glas (F). Einige Dünnschliffe konnten in Zusammenarbeit mit Herrn Dr. Willner an der Ruhr-Universität Bochum an einer CAMECA Mikrosonde gemessen werden. Bei ansonsten vergleichbaren Bedingungen kamen folgende Standards zum Einsatz: Pyrop (Si, Al, Mg), Spessartin (Mn), Magnetit (Feges.), Jadeit (Na), Wollastonit (Ca), K-Silikat-Glas (K), Ba-Silikat-Glas (Ba), Rutil (Ti), Cr₂O₃ (Cr), Zinkit (Zn), Topas (F), NaCl (Cl).

Die Messung von Glimmerschieferproben des Westerzgebirges erfolgte gemeinsam mit Frau Dr. R. Schumacher an einer JEOL-8600 MX-Mikrosonde der Universität Münster. Als Standards dienten hier: Diopsid (SiO₂), Disthen bzw. Korund (Al₂O₃), MgO (MgO), Rutil (TiO₂), Jadeit (Na₂O), Sanidin (K₂O), Hämatit (Fe₂O₃), Rhodonit (MnO). Die Beschleunigungsspannung betrug 15 KV und die Probenstromstärke 15 nA.

Zur Berechnung der Strukturformeln nach den Mikrosondenanalysen wurden folgende Verfahren gewählt:

Granat: Die Berechnung der Granate erfolgte auf der Grundlage von 24 <O> und 16 Kationen.

Für die Berechnung von Plagioklas gilt <O>=8 und Summe der Kationen = 5.

Für Chlorit gilt: <O>= 28, 8-Si= Al^(IV), Cl+F+OH=16.

Chloritoid wurde auf der Basis von <O>=12 berechnet.

Staurolith wurde bezogen auf <O>=46 berechnet.

Glimmer: Die Glimmerberechnung erfolgte auf der Basis von 22 <O>. Die Summe von (Cl+F+OH) wurde gleich 4 gesetzt. Für Biotit wurden die Komponenten Ti-Biotit, Ba-Biotit, Talc-Minnesotait, Wonesit, Muskovit, Eastonit, Siderophyllit, Phlogopit und Annit und für die Hellglimmer Margarit, Paragonit, Phlogopit, Annit, Celadonit, Pyrophyllit, Ba-Muskovit, Ti-Muskovit berechnet.

Pyroxen: Die Berechnung erfolgte auf der Grundlage von 6 <O> und 4 Kationen. Die Fe³⁺-Berechnung der Pyroxene beruht auf der Annahme einer idealen Besetzung aller Kationen-Positionen. Bei der Verteilung der Kationen auf X,Y,Z-Positionen wurde entsprechend dem von der IMA (Morimoto, 1988) vorgeschlagenen Algorithmus verfahren.

Amphibol: Die Berechnung von Fe³⁺ basiert auf Normierung auf 13 Kationen (ohne Ca, Na, K). Die Kationenberechnung erfolgt auf der Basis von 23 <O>.

Titanit: Die Titanite wurden auf 3 Kationen normiert, wobei OH=(Al+Fe³⁺)-F und O=(Summe der positiven Valenzen)-OH-F)/2 gilt.

Die Korund- und Ilmenitberechnung erfolgte auf der Basis von 6 negativen Valenzen.

Pyrophyllit wurde auf Grundlage von 44 negativen Valenzen berechnet.

Einen wichtigen Anhaltspunkt zur Rekonstruktion der Druck-Temperatur-Pfade (PT-Pfade) geben zonierte Minerale, die Ungleichgewichte widerspiegeln. Elementverteilungskarten porphyroblastisch gebildeter Minerale lassen Rückschlüsse auf die Metamorphoseentwicklung zu, da deren Größenwachstum in Verbindung mit geringen Diffusionsraten eine Abkopplung der Kernbereiche von den randlichen Austauschvorgängen bewirkt. Dadurch bleiben metastabile Mineralchemismen erhalten, die frühere Gleichgewichtszustände repräsentieren. Zusammen mit reliktsch bewahrten Einschlußphasen können sie zur Rekonstruktion der PT-Pfade herangezogen werden. In den sauren Metamorphiten des Erzgebirges bietet sich besonders Granat aufgrund seiner geringen Diffusionsraten (Chakraborty & Ganguly, 1991) für solche Untersuchungen an. In niedrigmetamorphen Gesteinen ist die Granatzonierung dabei vorrangig durch eine Fraktionierung von Mn im Kern der Granate mit einer glockenförmigen Abnahme von Mn zum Granatrand gekennzeichnet. Sie spiegelt eine Wachstumszonierung wider (Tracy, 1982). Dagegen dominiert in hochgradigen Metamorphiten eine Diffusionszonierung, die mitunter Rückschlüsse auf die Temperatur-Zeit-Entwicklung des Gesteins geben kann (Lasaga, 1983, Loomis, 1983). Mehrfache Änderungen des Zonierungsmusters können mit verschiedenen Equilibrierungsstadien in Verbindung gebracht werden. An ausgewählten Proben wurden mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde durch halbquantitative Rasteranalysen Elementverteilungskarten von Hellglimmer, Granat und Plagioklas angefertigt, die Aufschluß über Inhomogenitäten dieser Mischkristalle geben und eine Zuordnung einzelner Mischkristallzonen zu verschiedenen Equilibrierungsstadien ermöglichen.

2.4 Thermobarometrische Untersuchungen

Thermobarometrie:

Nach der Beurteilung der Gleichgewichtsverhältnisse durch petrographische- und Mikrogefügeuntersuchungen wurden eine Reihe von konventionellen Geothermometern und Geobarometern eingesetzt, um die PT-Daten der Gesteine genauer zu erfassen.

In Abhängigkeit der vorhandenen Mineralparagenesen kamen u.a. folgende Thermometer zum Einsatz:

Zwei-Feldspat-Thermometer: (Fuhrman & Lindsley, 1988 und veränderte Vers. Kroll et al, 1993)

Granat-Phengit-Thermometer: (Green & Hellman, 1982)

Granat-Biotit-Thermometer: (Hodges & Spear, 1982, Indares & Martignole, 1985)

Muskovit-Biotit-Thermometer: (Hoisch, 1989)

Granat-Klinopyroxen-Thermometer: (Ellis & Green, 1979)

Granat-Stauroolith-Thermometer: (Perchuk, 1969)

Granat-Amphibol-Thermometer: (Graham & Powell, 1984)

Amphibol-Plagioklas-Quarz-Thermometer: (Blundy & Holland, 1990)

In alumosilikatführenden Gesteinen erfolgte die Druckbestimmung mit Hilfe des Granat-Alumosilikat-Quarz-Plagioklas-Barometers (GASP) nach den Kalibrierungen von Ghent & Stout (1979), Newton & Haselton (1981) und Koziol & Newton (1988). Da viele Orthogneise des Untersuchungsgebietes die kritische Mineralparagenese Hellglimmer-Kalifeldspat-Biotit besitzen, konnte das Phengit-Barometer (Massonne & Schreyer, 1987; Massonne, 1990) eingesetzt werden. Für einzelne Proben eigneten sich das Granat-Muskovit-Plagioklas-Biotit-Barometer (Ghent & Stout, 1979), das Granat-Plagioklas-Ortho-/Klinopyroxen- (Newton & Perkins, 1982) sowie das Granat-Hornblende-Plagioklas-Quarz-Barometer von Kohn & Spear, (1990).

Die Bestimmung der PT-Daten mittels konventioneller Thermobarometrie birgt gewisse Unsicherheiten in sich. Die PT-Daten, die auf einem Schnittpunkt von nur zwei Gleichgewichten beruhen, geben keine Gewähr dafür, daß alle in die Thermobarometrie einbezogenen Minerale bei gleichen PT-Bedingungen equilibriert sind. Oft fällt bei einer möglichen Auswahl die Entscheidung schwer, welches Thermo- oder Barometer wirklich das günstigste ist. Für geeignete Proben mit der Mineralparagenese Quarz, Muskovit, Biotit, Granat, Plagioklas, \pm (Alumosilikat) konnte eine PT-Abschätzung mit Hilfe des Datensatzes von Hoisch (1991) vorgenommen werden. Dieser beruht auf einer empirischen Kalibrierung 45 wasserunabhängiger Gleichgewichte. In die Berechnung gehen die Phasenkomponenten der Minerale Granat, Muskovit, Biotit, Plagioklas und Quarz ein. Die Methode wurde auf der Grundlage verschiedener Granat-Biotit-Kalibrierungen, des Anorthitzerfalls, verschiedener Aktivitätsmodelle von Granat und unter Berücksichtigung des Austausches der oktaedrisch koordinierten Kationen zwischen Muskovit und Biotit entwickelt.

Eine weitere Möglichkeit bietet sich durch den Einsatz konsistenter thermodynamischer Datensätze von Berman (1991). Mit Hilfe dieser Methode können die Schnittpunkte aller theoretisch in Frage kommender multivarianter Reaktionen der Mineralparagenesen in einem PT-Diagramm dargestellt werden. Unter der Voraussetzung, daß alle chemischen Daten, Mischungsmodelle der Komponenten und die thermodynamischen Daten exakt bestimmt wurden und alle an der Berechnung beteiligten Minerale am gleichen PT-Punkt equilibriert sind, erhält man einen einzigen PT-Schnittpunkt. Bei der Beteiligung wasserabhängiger Reaktionen kann durch die Veränderung der Wasseraktivität ein gemeinsamer Schnittpunkt wasserunabhängiger und wasserabhängiger Reaktionen erzielt und die Wasseraktivität der im Gleichgewichtspunkt stabilen Mineralparagenese semiquantitativ abgeschätzt werden. Zur Berechnung der PT-Daten wurden die Programme PTAX, (Brown et al., 1988) sowie TWEEQU (Berman, 1991) verwendet.

Fluid- und Schmelzeinschlußuntersuchungen

Während durch mineralthermobarometrische Methoden die PT-Bedingungen der koexistierenden Mineralphasen bestimmt werden sollen, ist es das Ziel, durch Fluid- und Schmelzeinschlußuntersuchungen Angaben über die Einschließungsbedingungen fluider Phasen und Schmelzphasen in Mineralen zu gewinnen. In den schnell gehobenen Metamorphiten des Erzgebirges ist zu erwarten, daß die Mehrzahl der Einschlüsse fluider Phasen Bedingungen des Aufstieges widerspiegeln und primäre Einschlüsse dekrepitiert sind. Die ermittelten PT-Daten können zusammen mit den durch thermobarometrische Methoden bestimmten PT-Punkten weitere Koordinaten für die PT-Pfade liefern. Kenntnisse über die chemische Zusammensetzung der eingeschlossenen Phasen geben Hinweise auf das Gasphasenregime, das wiederum Einfluß auf die Stabilitätsbereiche von Mineralparagenesen hat. Von Herrn Dr. R. Thomas wurden am GFZ Potsdam an 20 Gesteinsproben Mineraleinschlußuntersuchungen durchgeführt. Die Bestimmung der Bildungstemperaturen und -drücke erfolgte nach dem Homogenisierungsverfahren und der Isochorenschnittmethode. Aus den Teilhaomogenisierungstemperaturen abgeleitete CO₂-Dichten und den Homogenisierungstemperaturen wäßriger Zweiphaseneinschlüsse wurden über die Isochorengleichungen Isochorenschnittpunkte ermittelt und die Druck-Temperatur Punkte abgeleitet (Thomas, frdl. pers. Mitteilung., Untersuchungsergebnisse: siehe Anhang).

Im folgenden soll die PT-Entwicklung der untersuchten metamorphen Einheiten beschrieben werden.

3. Metamorphoseentwicklung der Rotgneis-Einheit

Im Mittel Erzgebirge sind Orthogneise, Paragneise und Granatamphibolite aufgeschlossen, die sich durch ihre Metamorphoseentwicklung und anhand geochemischer Kriterien von den im Hangenden anstehenden metamorphen Einheiten unterscheiden lassen. Es liegt ein enger tektonischer Kontakt beider Einheiten (siehe Kap. 4) vor und eine exakte Grenzziehung ist oft schwierig.

3.1 Rotgneise der Saydaer und Reitzenhainer Struktur

Die Rotgneise konzentrieren sich auf Gebiete beiderseits der Flöha-Zone. Die größten Vorkommen bilden die Saydaer- und Reitzenhainer-Katharinaberger Orthogneisstruktur. In den Kernbereichen sind glimmerführende Gneise mit bis zu 5 cm großen Plagioklasen und Kalifeldspäten zu beobachten. Dabei ist eine leichte Vormacht der Plagioklasse gegenüber den Kalifeldspäten vorhanden. Besonders in den äußeren Zonen dominieren rotgraue bis gelblich violette Gesteinstypen mit langflaserig-augigem bis körnig-flaserigem Aussehen.

Die metamorphe Entwicklung der "Kerngneise bzw. inneren Gneise" (Kemnitz, 1986, Frischbutter, 1985) und ihres paragenen Rahmens, der durch feinkörnige Zweiglimmergneise abgebildet wird, ist bisher umstritten. Nach Sebastian et al. (1993) gehören sie zur tektonisch tiefsten Einheit des Mittel- und Osterzgebirges. Sie liegen als penetrativ überprägte Gneise und teilweise als weniger stark deformierte Granitoide vor (Sebastian et al., 1993). Besonders in den Randbereichen dieser Gneise treten Einschaltungen von Amphiboliten, migmatitischen und feinkörnig rekristallisierten Gneistypen auf. Quarz-c-Achsenanalysen weisen darauf hin, daß die extreme Strainverteilung in diesem Bereich hauptsächlich durch eine Kombination von reiner und einfacher Scherung verursacht wird (Sebastian et al., 1993).

Geröllführende Gneise, granat-, plagioklasführende Glimmerschiefer, kleinaugige graue Gneise und mit ihnen assoziierte Metarhyolithe, Eklogite und feldspatfreie Glimmerschiefer überlagern die Kerngneise und sind durch eine andere Metamorphoseentwicklung gekennzeichnet (siehe Kap. 4).

Altersdatierungen an Orthogneisen (Rotgneisen) der Reitzenhainer Struktur ergeben $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Alter von 551 ± 5 und 554 ± 10 Ma für klare idiomorphe Zirkone magmatischer Herkunft (Kröner et al., 1991), die als Intrusionsalter der granitischen Gneisvorläufer interpretiert werden. In einer als "Friktionit" bezeichneten Probe (Frischbutter, 1988) aus den Orthogneisen bei Most/Tschechische Republik wurden auch abgerundete Zirkone gefunden. Deren $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ -Alter von 1087 ± 6 Ma weist auf die Abstammung von einem alten Krustenreservoir hin.

3.1.1 Petrographie

Gesteinsvarietäten dieses Typs weisen einen Anteil von ca. 30 Vol % Quarz, 20-30 Vol % Plagioklas, 5-15 Vol % Kalifeldspat, 5-15 Vol % Hellglimmer und 3- bis max. 15 Vol % Biotit auf. Daneben kommen in einigen Bereichen Turmalin, Apatit und Zirkon vor. Die retrograde Überprägung dieser Gesteine führt zur Serizitisierung von Plagioklas und zur Chloritisierung von Biotit. Einige Proben im Randbereich der Orthogneiskomplexe sind durch auffällige Flecken gekennzeichnet und wurden von Frischbutter (1988) und Kemnitz (1988) als Kontaktschiefer gedeutet. Diese dunklen Flecken setzen sich überwiegend aus kleinen Granatkörnern, Biotit, Hellglimmer, Opaksubstanz und Feldspat zusammen. Walther (1972) beschrieb auch Sillimanit, der bei röntgenographischer Prüfung allerdings nicht nachweisbar war.

In den Randbereichen der Saydaer Struktur sind in der Nähe der gefleckten Gneistypen Gneise mit tafeligem Disthen beschrieben worden (Kemnitz, 1988). Unter der Annahme, daß eine Intrusion während einer amphibolitfaziellen Metamorphose der Rahmengesteine stattfand (Kemnitz, 1988), ist eine Ausbildung bedeutender Kontakthöfe zu bezweifeln, da die Intrusionstemperatur der Magmatite etwa der Metamorphosetemperatur der Rahmengesteine entsprechen würde. Der gesamte Gesteinsverband soll anschließend einer noch höheren Metamorphose unterlegen haben. Da Disthen in den randlichen Partien neben den Fleckenschiefern als auch in Gneisen dieses Gebietes ausgebildet ist, müßte Andalusit zu diesem Zeitpunkt schon vollständig in Disthen umgewandelt worden sein.

3.1.2 Ableitung der PT-Daten

Die Ableitung der PT-Daten an diesen Gneistypen fällt schwer. Die niedrigen Si-Gehalte in den Hellglimmern $Si < 6,4/d.F.E.$ deuten auf eine nur amphibolitfazielle Metamorphoseentwicklung hin. Durch die Phengitbarometrie (Massonne, 1991) gelangt man zu Drücken von maximal 6 kbar bei einer Temperatur von 600°C. Die in den Randzonen der Augengneise mitunter eingeschalteten Amphibolitlinsen sind für eine PT-Abschätzung besser geeignet und werden gesondert im Kapitel 3.2 behandelt.

Die Überprägung der Fleckenschiefer erfolgt wahrscheinlich gemeinsam mit den Orthogneisen (Rotgneisen) während der variszischen Metamorphose- und Deformationsereignisse.

3.2 Rotgneise vom Vogeltoffelfelsen bei Zöblitz

3.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Zur Rotgneis-Einheit gehören auch Gneise mit einer Hellglimmerzusammensetzung, die sich von den meisten untersuchten sauren Metamorphiten des Erzgebirges unterscheidet. Diese Gneistypen stehen am Vogeltoffelfelsen 2 km südlich von Zöblitz an.

Granat:

Die 1-3 mm großen Granatkörner liegen sehr stark kataklastisch beansprucht vor. Randlich und in Klüften grenzen Biotit, Hellglimmer und Plagioklas an Granat. Bei fortschreitender retrograder Überprägung ist eine starke Chloritisierung an den Granaträndern zu beobachten.

Glimmer:

Hellglimmer bildet in der Matrix oder an Granat grenzend feinkörnige Schüppchen. Biotit grenzt an Granat oder tritt in der Matrix gemeinsam mit Hellglimmer auf.

Plagioklas:

Plagioklas wurde als Einschlußmineral im Granat identifiziert. Hauptsächlich ist er als Matrixmineral und neben Granat zu finden.

Opake Minerale, wie Rutil und Ilmenit, sind in Granat eingeschlossen und in der Matrix ausgebildet. Als späte retrograde Mineralphase kommt vor allem Chlorit vor.

3.2.2 Mineralchemie

Die Granate besitzen eine Zusammensetzung mit ca. 70 Mol % Almandin und 20 Mol % Grossular, ca. 10 Mol % Pyrop sowie Spessartingehalten <1 Mol %. In den kleineren Granatkörnern ist eine leichte Zunahme der Pyrop- und Abnahme der Grossular-komponente zu beobachten.

Matrixhellglimmer und in Granat eingeschlossene Hellglimmer zeichnen sich durch einen hohen Paragonitanteil aus. Die X_{Mg} -Werte der Biotite liegen zwischen 0,4 und 0,5.

An Granat angrenzende Plagioklase weisen etwa 20 Mol % An auf.

3.2.3 Ableitung der PT-Daten

Die PT-Daten sind an diesem Gestein anhand der Endglieder der Phasen Granatrand (Grs, Alm, Prp), Matrixhellglimmer (Ms, Pg), Matrixbiotit (Ann, Phl) und Quarz im TWEEQU-Programm (Berman, 1991) bestimmt worden. Es ergibt sich ein PT-Schnittpunkt (Abb. 5) bei $620 \pm 30^\circ\text{C}$, 7 ± 1 kbar bei $a_{\text{H}_2\text{O}} = 0,95$, der durch folgende Reaktionen abgebildet wird:

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 3) Phl + Alm = Ann + Prp
- 4) Ms + Grs + Alm = Ann + 3 An
- 6) Prp + Ms + Grs = 3 An + Phl

Wasserabhängige Reaktionen:

- 1) Grs + Pg + 3 Qtz = 3 An + 2 Ab + 2 H₂O
- 2) Ann + Pg + 3 Qtz = Ms + Alm + 2 Ab + 2 H₂O
- 5) 2 Pg + Phl + 3 Qtz = Prp + Ms + 2 Ab + 2 H₂O

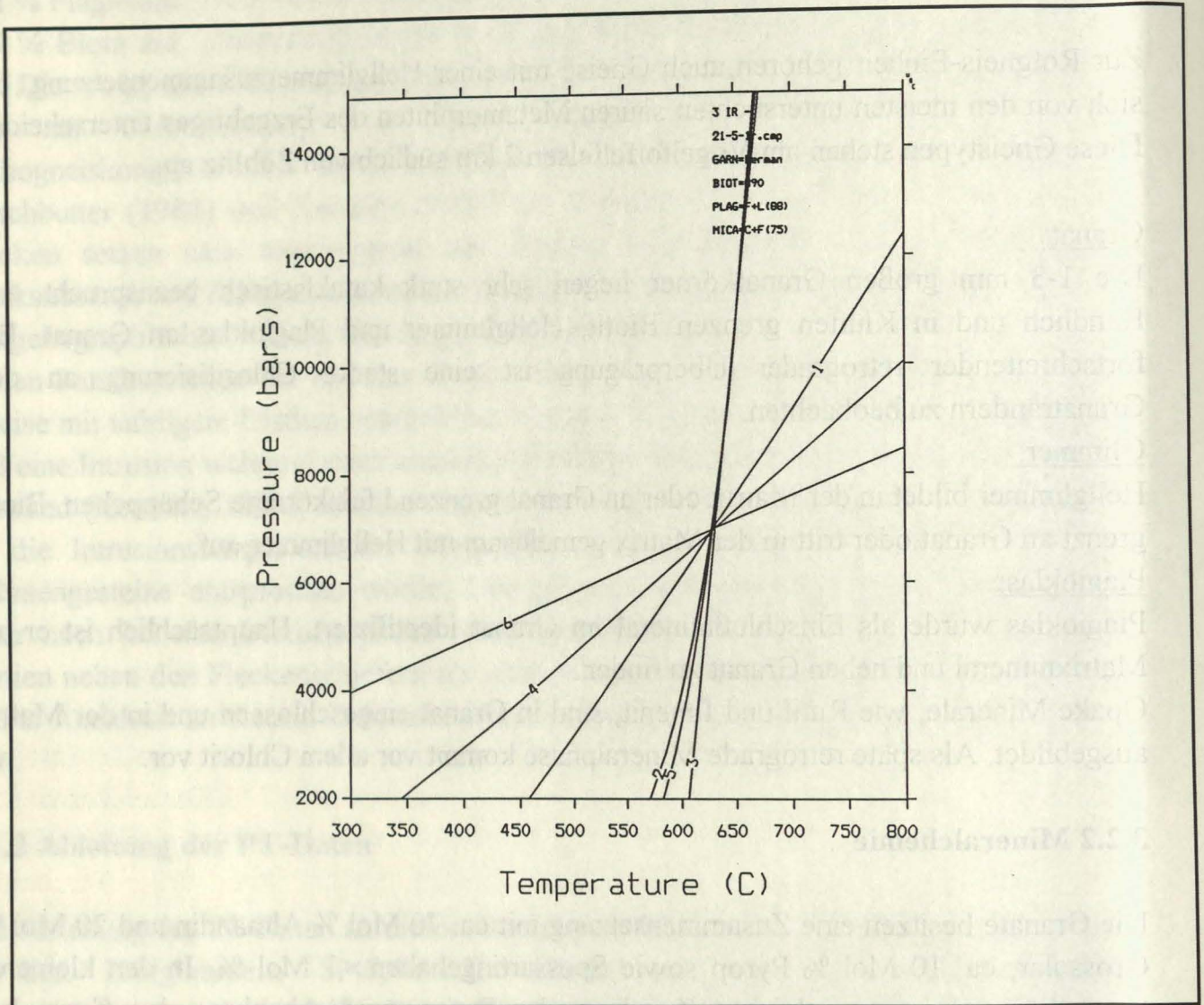
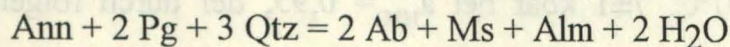


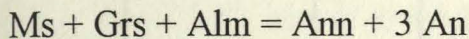
Abb. 5:

PT-Diagramm mit einem Schnittpunkt von 3 unabhängigen Reaktionen für Probe 21-5-1, ermittelt mit Hilfe der TWEEQU-Software (Berman, 1991)

Albitblasten wachsen noch in der Hauptfoliation während der ersten Dekompressionsphase. Sie schließen Granat, Paragonit, phengitischen Hellglimmer, Rutil, Ilmenit und Quarz ein. Granat, Hellglimmer, Biotit und Ilmenit gehören zu den Matrixphasen. Nach Überschreiten des Druckmaximums wird Albit auf Kosten von Paragonit entsprechend der Reaktion:



gebildet. Durch den beginnenden Granaterfall kommt es zur Ausbildung von Oligoklassäumen um die Albitblasten. Die Oligoklasbildung kann beispielsweise durch die Reaktion:



erklärt werden. Mit der Albitbildung kann ein intergranularer Ionenaustausch besonders der K^+ und Na^+ -Ionen verbunden sein (Jamieson & O'Beirne-Ryan, 1991). Schließlich ist eine späte retrograde Chloritbildung auf Kosten von Granat und Biotit zu beobachten.

3.3 Amphiboliteinschaltungen in den Rotgneisen

In den Randbereichen der Rotgneise sind Amphibolitboudins von 0,5-1m Durchmesser enthalten, die eine PT-Abschätzung zulassen.

3.3.1 Petrographie

Der Mineralbestand dieser Boudins umfaßt Granat, Amphibol, Plagioklas, Epidot, Quarz, Rutil, Titanit, Ilmenit, ±Hellglimmer, ±Kalifeldspat, ±Zoisit und ±Zirkon.

Granat:

Die Granatkörner sind 0,5-1,8 mm groß. Sie kommen meist eingeschlossen in Amphibol oder in der Matrix als hypidiomorphe oft kataklastisch beanspruchte Körner vorwiegend in der Hauptfoliation eingeregelt vor. Mitunter besitzen sie sehr feinkörnige Einschlüsse von Rutil, Plagioklas, Quarz, Epidot oder Zirkon, die für eine niedrige Temperatur während des Einschlußereignisses sprechen. Reliktischer Klinopyroxen wurde nicht beobachtet.

Amphibol:

Die bräunlich-hellolivgrüne langprismatische Hornblende zeigt eine Regelung parallel zur Hauptfoliation. In ihr eingeschlossen sind Granat, Plagioklas, Quarz, Rutil, Titanit und Zoisit.

Feldspat:

Große Plagioklase sind stark serizitisiert. Sie schließen Granat, Rutil, Titanit, Ilmenit, Quarz und Zirkon ein. Kleinere Plagioklase liegen als Einschlüsse in Amphibol oder Granat vor. Kalifeldspat ist nur wenig in Amphibol oder Granat eingeschlossen und an Granat angrenzend vorhanden.

Quarz ist in die Foliation eingeregelt. Sein Korngrößenspektrum reicht von sehr feinkörnig (<0,1 mm) bis feinkörnig (0,1-1 mm). Die Korngrenzen sind überwiegend buchtig und verzahnt. Quarzkörner sind häufig in Amphibol eingeschlossen.

In der Matrix sind etwas Zoisit, Epidot und retrograd gebildeter Chlorit anzutreffen. Rutilinschlüsse in Granat und Amphibol wurden beobachtet. Häufig wird Rutil von

Titanit ummantelt. Daneben wurden in Amphibol eingeschlossen und in der Matrix Ilmenite beobachtet.

3.3.2 Mineralchemie

Granat:

Die Granate sind durch hohe Gehalte an Almandin und Grossular gekennzeichnet. Sie weisen eine leichte Zonierung auf. Dabei ist eine diskontinuierliche Abnahme von Almandin (55 auf 50 Mol %) und leichte Zunahme von Grossular (32 auf 40 Mol %) zum Rand gegeben. Die Spessartin- und Pyropwerte sind < 10 Mol % (Abb. 6).

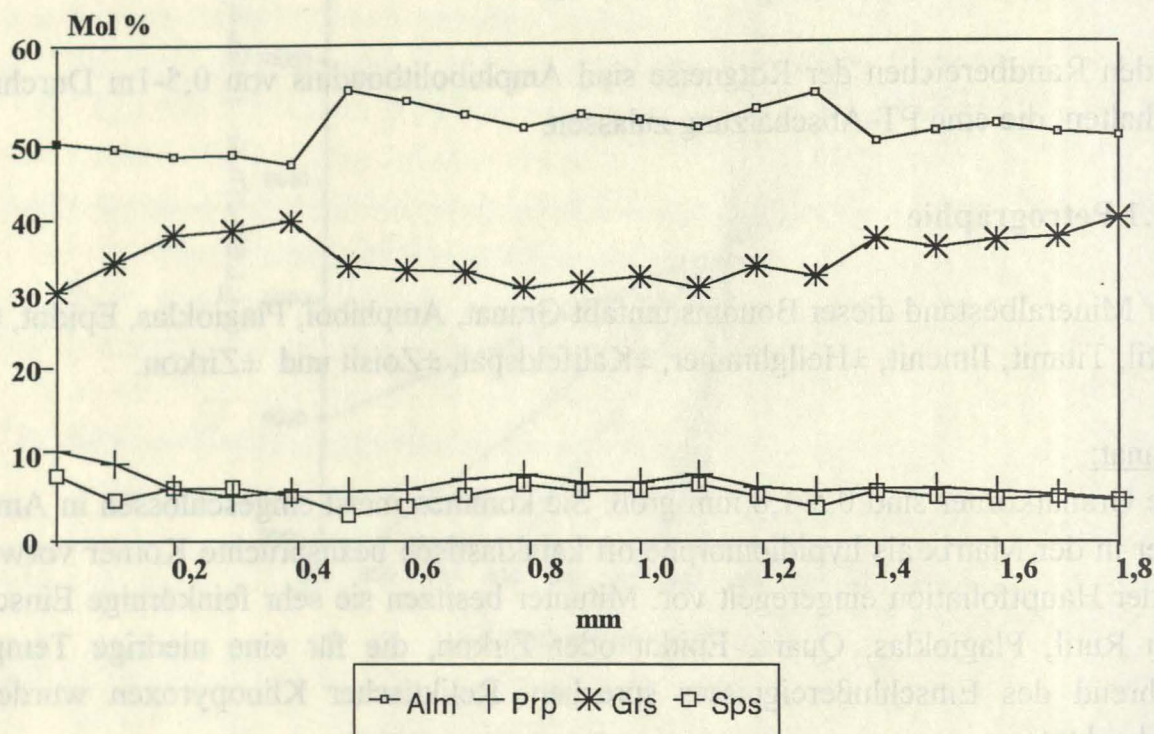


Abb. 6: Granatzonierung in den Granatamphiboliten, Probe E 540

Feldspat:

Die Plagioklasse der Matrix sind überwiegend anorthitreich (An 55-62Ab44-37 Or₁). Eine ähnliche Zusammensetzung zeigen Plagioklasseinschlüsse im Granat (An₄₀Ab₅₅Or₅). Plagioklas- (An₄₂Ab₅₃Or₅) und Alkalifeldspateinschlüsse (Or₇₄An₁₄Ab₁₂) wurden auch im Amphibol bestimmt.

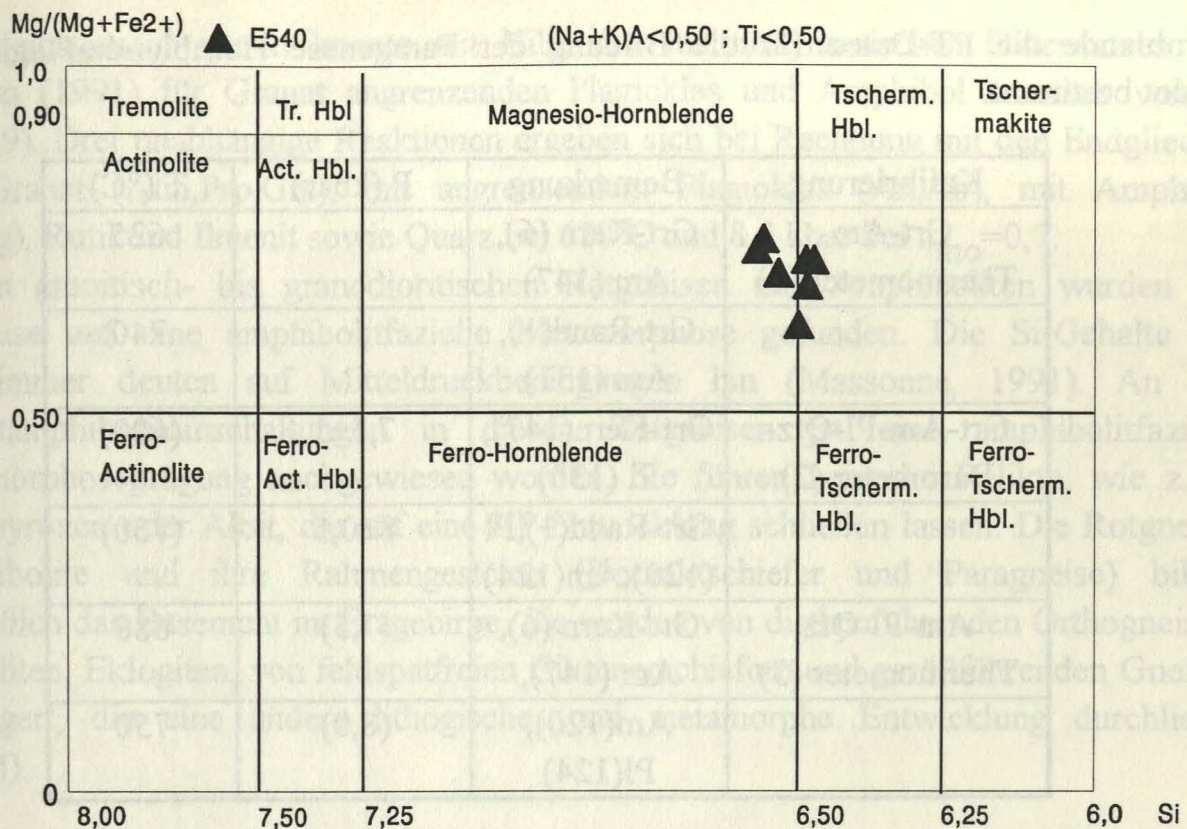


Abb. 7: Einteilung der Amphibole nach Leake (1978), Probe E 540 ; Granatamphibolitboudins im Randbereich der Augengneise am Vogeltöffelfelsen südlich von Zöblitz

Amphibol:

Bei den Amphibolen handelt es sich nach der Nomenklatur von Leake (1978) um tschermakitische- und Magnesian-Hornblenden (Abb. 7).

3.3.3 Ableitung der PT-Daten

Für die Einschlußphasen von Plagioklas im Granatkern und den Kernchemismus von Amphibol konnten mit Hilfe der Granat-Plagioklas-Quarz-Thermometrie (Blundy & Holland, 1990), mit dem Granat-Amphibol-Plagioklas-Quarz-Barometer (Kohn & Spear, 1990) und mit dem Granat-Amphibol-Thermometer (Graham & Powell, 1984) PT-Daten ermittelt werden. Die Thermobarometrie mit Granatkernchemismen und Plagioklaseinschlüssen ergeben P-T-Bedingungen von $650 \pm 50^\circ\text{C}$ mit den angegebenen Thermometern und einen Druck von $7,5 \pm 1$ kbar. Bei Rechnung mit Granatrand, Amphibol und angrenzenden Plagioklas erhält man PT-Bedingungen von 8 ± 1 kbar und $720 \pm 50^\circ\text{C}$ (Tab 3).

Durch die Plagioklas-Hornblende-Thermobarometrie (Plyusnina, 1982; Abb. 8) kann unter Beachtung der Unsicherheiten eine vorsichtige PT-Abschätzung vorgenommen werden, die zu PT-Daten von 7 ± 1 kbar, $580 \pm 50^\circ\text{C}$ führt. Mit dieser Methode wurden anhand des Verhältnisses von $\text{Ca}/(\text{Ca}+\text{Na}+\text{K})$ im Plagioklas und des Al-Gehaltes der

Hornblende die PT-Daten für die Bildung der Paragenese Hornblende-Plagioklas-Epidot bestimmt.

Kalibrierung	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
Grt-Am-Thermometer (1)	Grt-Kern (6), Am (147)		625
	Grt-Rand(1), Am (131)		740
Grt-Am-Pl-Qtz-Barometer (2)	Grt-Kern(147), Pl (130)	7,5±1	(600)
	Grt-Rand(1),Pl (120),Am(124)	8±0,5	(750)
Am-Pl-Qtz Thermometer (3)	Grt-Kern (6), Am (147),	(7,5)	680
	Am(120), Pl(124)	(8,0)	750

Tab.3: Thermobarometrie an Granatamphibolit, Probe E 540, 1) Graham & Powell (1984), 2) Kohn & Spear (1990), 3) Blundy & Holland (1990)

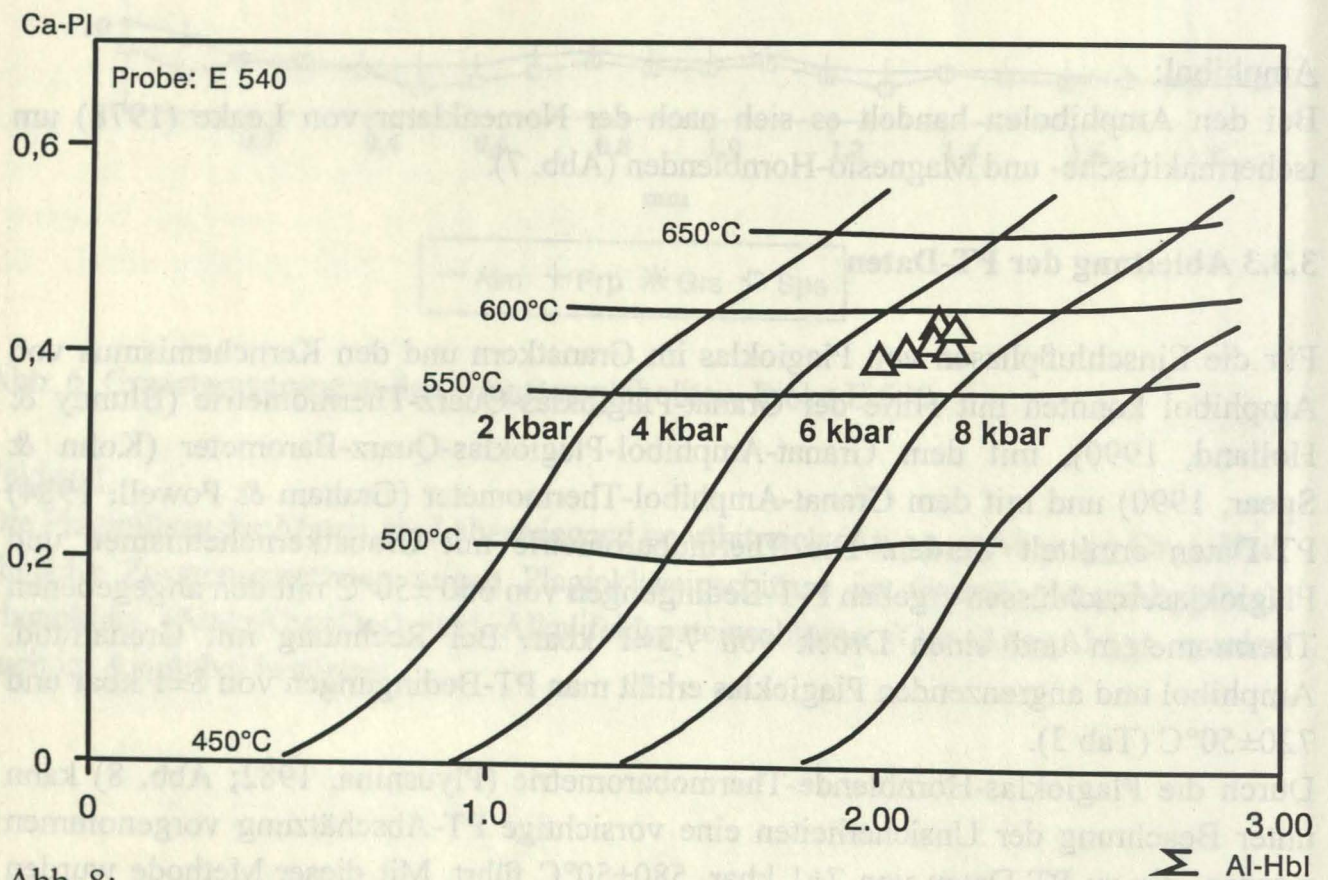


Abb. 8: Plagioklas-Hornblende-Thermobarometrie nach Plyusnina (1982) für die Hornblendens und Plagioklase der Granatamphibolite, Probe E 540

Ein Gleichgewichtspunkt konnte mit Hilfe des thermodynamischen Datensatzes von Berman (1991) für Granat angrenzenden Plagioklas und Amphibol ermittelt werden (Abb. 9). Drei unabhängige Reaktionen ergeben sich bei Rechnung mit den Endgliedern von Granat (Alm,Prp,Grs), mit angrenzendem Plagioklas (An,Ab), mit Amphibol (Tr,Prg), Rutil und Ilmenit sowie Quarz bei 620°C und 8,5 kbar bei $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,7$.

In den granitisch- bis granodioritischen Rotgneisen und Amphiboliten wurden nur Hinweise auf eine amphibolitfazielle Metamorphose gefunden. Die Si-Gehalte der Hellglimmer deuten auf Mitteldruckbedingungen hin (Massonne, 1991). An den Granatamphiboliteinschaltungen in diesen Rotgneisen ist eine amphibolitfazielle Metamorphoseprägung nachgewiesen worden. Sie führen keinerlei Relikte, wie z. B. Klinopyroxen oder Albit, die auf eine HP-Entwicklung schließen lassen. Die Rotgneise, Amphibolite und ihre Rahmengesteine (Kontaktschiefer und Paragneise) bilden vermutlich das Basement im Erzgebirge. Sie werden von disthenführenden Orthogneisen, Granuliten, Eklogiten, von feldspatfreien Glimmerschiefern und geröllführenden Gneisen überlagert, die eine andere lithogische- und metamorphe Entwicklung durchliefen (Kap.4).

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 1) $2 \text{ Alm} + \text{ Grs} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ An}$
- 9) $18 \text{ Qtz} + \text{ Prp} + 3 \text{ Prg} + 2 \text{ Grs} = 3 \text{ Ab} + 6 \text{ An} + 3 \text{ Tr}$
- 14) $36 \text{ Rt} + \text{ Prp} + 3 \text{ Prg} + 8 \text{ Grs} + 12 \text{ Alm} = 3 \text{ Ab} + 24 \text{ An} + 36 \text{ Ilm} + 3 \text{ Tr}$

Wasserabhängige Reaktionen:

- 2) $6 \text{ Ab} + 7 \text{ Grs} + 8 \text{ Prp} + 6 \text{ H}_2\text{O} = 9 \text{ Qtz} + 6 \text{ Prg} + 9 \text{ An}$
- 3) $11 \text{ Grs} + 10 \text{ Prp} + 27 \text{ Qtz} + 6 \text{ H}_2\text{O} = 6 \text{ Tr} + 21 \text{ An}$
- 4) $9 \text{ Rt} + 3 \text{ Prg} + 3 \text{ Alm} = 3 \text{ Ab} + 2 \text{ Grs} + 9 \text{ Ilm} + 4 \text{ Prp} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 5) $21 \text{ Rt} + 3 \text{ Prg} + 7 \text{ Alm} = 3 \text{ Ab} + 6 \text{ An} + 21 \text{ Ilm} + 4 \text{ Prp} + 6 \text{ Qtz} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 6) $9 \text{ Alm} + 10 \text{ Grs} + 5 \text{ Prp} + 27 \text{ Rt} + 3 \text{ H}_2\text{O} = \text{ Tr} + 27 \text{ Ilm} + 24 \text{ An}$
- 7) $3 \text{ Tr} + 21 \text{ Rt} + 7 \text{ Alm} = 21 \text{ Ilm} + 5 \text{ Prp} + 24 \text{ Qtz} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 8) $3 \text{ Tr} + 33 \text{ Rt} + 11 \text{ Alm} = 6 \text{ An} + 33 \text{ Ilm} + 5 \text{ Prp} + 30 \text{ Qtz} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- 10) $9 \text{ Ab} + 16 \text{ Grs} + 17 \text{ Prp} + 12 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ Tr} + 9 \text{ Prg} + 24 \text{ An}$
- 11) $9 \text{ Tr} + 13 \text{ Prp} + 8 \text{ Grs} + 21 \text{ Ab} + 12 \text{ H}_2\text{O} = 21 \text{ Prg} + 72 \text{ Qtz}$
- 12) $3 \text{ Grs} + 10 \text{ Prg} + 51 \text{ Qtz} = 8 \text{ Tr} + 13 \text{ An} + 10 \text{ Ab} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
- 13) $11 \text{ Prg} + 48 \text{ Qtz} = 7 \text{ Tr} + 3 \text{ Prp} + 8 \text{ An} + 11 \text{ Ab} + 4 \text{ H}_2\text{O}$
- 15) $3 \text{ Ab} + 4 \text{ Alm} + 12 \text{ Rt} + 3 \text{ Tr} = 24 \text{ Qtz} + \text{ Prp} + 3 \text{ Prg} + 12 \text{ Ilm}$
- 16) $17 \text{ Alm} + 10 \text{ Grs} + 5 \text{ Prg} + 51 \text{ Rt} = 4 \text{ Tr} + 51 \text{ Ilm} + 32 \text{ An} + 5 \text{ Ab} + \text{ H}_2\text{O}$
- 17) $8 \text{ Alm} + 5 \text{ Prg} + 24 \text{ Rt} = \text{ Tr} + 5 \text{ Prp} + 24 \text{ Ilm} + 8 \text{ An} + 5 \text{ Ab} + 4 \text{ H}_2\text{O}$
- 18) $12 \text{ Tr} + 39 \text{ Rt} + 2 \text{ Grs} + 13 \text{ Alm} + 15 \text{ Ab} + 3 \text{ H}_2\text{O} = 39 \text{ Ilm} + 15 \text{ Prg} + 9 \text{ Qtz}$
- 19) $9 \text{ Ilm} + 5 \text{ Prg} + 10 \text{ Qtz} = 4 \text{ Tr} + 9 \text{ Rt} + 2 \text{ An} + 3 \text{ Alm} + 5 \text{ Ab} + \text{ H}_2\text{O}$

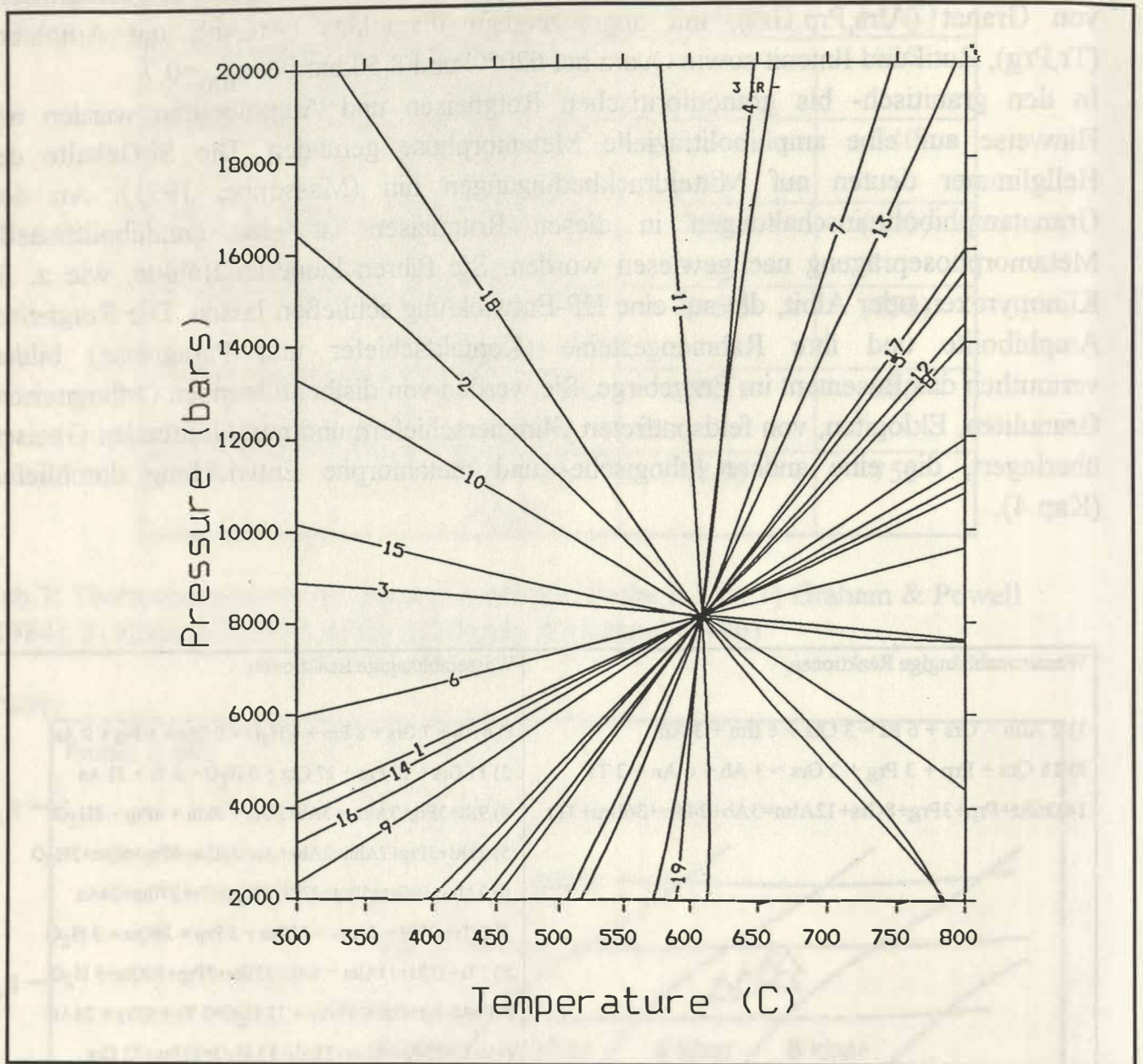


Abb. 9:
 PT-Punkt eines Granatamphibolites aus dem Mittelerzgebirge, Probe E 540, Bestimmung mit Hilfe der TWEEQU-Software (Berman, 1991)

4. Die Metamorphoseentwicklung der Gneis-Eklogit-Einheit

4.1 Geologische Situation

Diese Einheit wird vor allem aus sauren disthenführenden Granuliten der Paragenese Granat-Disthen-Kalifeldspat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz und der Paragenese Granat-Kalifeldspat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz gebildet. Lokal liegen sie als Mylonite von m- bis cm-Mächtigkeit vor (Sebastian et al., 1993). Kontinuierliche Übergänge zu Gesteinen gleicher Zusammensetzung, in denen eine durchgreifende Rekristallisation und Mineralneubildung zu beobachten ist, sind häufig (Krohe, 1991). In einigen disthenführenden Granuliten, wie z.B. bei Zöblitz (E 3.1), liegen scheinbar geringer deformierte Partien mit granoblastischem Gefüge vor. Eklogitvorkommen sind bei Zöblitz (E 57), Ansprung, Eppendorf oder an der Saidenbachtalsperre in die Granulite eingeschaltet. Während die Eklogite überwiegend als Boudins innerhalb der sauren Metamorphite auftreten, ist an der Saidenbachtalsperre ein Wechsel von dm-mächtigen Eklogiteneinschaltungen und Granuliten zu beobachten.

Das einzig große Serpentinivorkommen befindet sich bei Zöblitz. Kleinere Serpentiniboudins sind im Natzschungtal aufgeschlossen. Am Ortsausgang Zöblitz am Eingang zum Knesebachtal liegen Serpentinite in direktem Kontakt mit Eklogiten vor. In Zöblitz sind disthenführende Granulite von dm- bis m-Mächtigkeit eng mit Serpentiniten verknüpft. Eine geringere Verbreitung in der Gneis-Eklogit-Einheit haben granat-plagioklasführende Glimmerschiefer, granat-disthenführende feldspatfreie Glimmerschiefer und Metakonglomerate. Feldspatfreie Glimmerschiefer zeigen einen auffälligen Chemismus, der eine Na- und Ca- Verarmung und Fe-Anreicherung zeigt. Dieser Chemismus wird auf eine extreme Verwitterung der Glimmerschieferedukte im Liefergebiet zurückgeführt (Mingram, 1994). In den Scherzonen der feldspatfreien Glimmerschiefer können Stoffmobilisationen beobachtet werden, die hier ausschließlich Quarzmobilisate bilden. Scherzonen feldspatführender Glimmerschiefer sind sowohl durch Quarz- als auch Feldspatmobilisate gekennzeichnet.

Aplitgänge durchsetzen die umgebenden Gneise und Granulite an mehreren Stellen im Mittel- und Osterzgebirge. Bei Oelsen (Osterzgebirge) sind konkordant zur Hauptfoliation der umgebenden Gneise verlaufende Aplitgänge zu beobachten. In einigen dieser Aplitgänge sind bis zu 1 cm große Granate, Hellglimmer und Turmaline gewachsen.

Die Gefüge der untersuchten Granulite (Abb. 10) zeigen auf den ersten Blick eine große Vielfalt. Das älteste, noch bewahrte Deformationsstadium wird durch isoklinal gefaltete Quarz-Feldspatlagen abgebildet (D_1). Sie können nur noch selten beobachtet werden. Das dominierende Gefüge (D_2) bildet eine flach lagernde subparallel zu den Achsenebenen der Isoklinalfalten verlaufende Transpositionsschieferung (S_2). Das auf den S_2 -Flächen vorhandene Streckungslinear L_{Str} streicht E-W bis NNE-WSW.

Die Ausbildung mylonitischer Gefüge ist in den Granuliten häufig an die D₂-Schieferung geknüpft. In Zonen mit nachlassendem Scherstrain wird das mylonitische Gefüge durch ein Kornwachstum von Biotit, Hellglimmer und Granat überprägt. In H₂O reicheren Gneistypen tritt in diesem Stadium Anatexis auf. Die Ausbildung der D₂-Foliation ist mit einer ersten Extensionsphase während der Dekompression verbunden (Krohe et al., 1992).

Eine spätere Deformationsphase zeichnet sich durch flach einfallende lokale Scherzonen (D₃) aus, die durch ein Linear mit WNW-ESE Einfallen gekennzeichnet sind. Die D₃-Deformation markiert das Ende der Dekompression. Die Schersinnindikatoren weisen auf eine E-W Extension hin (Krohe, 1991).

4.2 Felsische disthenführende Granulite mit reliktischem Hochdruckstadium

Wichtig erscheint hier, eine Definition für den Begriff "Granulit" zu treffen. Nach Mehnert (1972) sind metamorphe Gesteine als Granulite zu bezeichnen, wenn sie folgende Kriterien erfüllen: Als Granulite bezeichnet er fein- bis mittelkörnige Gesteine, die feldspatführend sind und Quarz enthalten können. Wenn Fe-Mg führende Minerale vorkommen, müssen sie wasserfrei sein. Der Glimmeranteil darf nicht größer als 5 Vol-% sein. Die Textur der Granulite ist granoblastisch bis mylonitisch. Einige Granulite enthalten gestreckte Quarze (Disk Quarze). Die hauptsächlich vertretenen Mineralparagenesen müssen PT-Bedingungen der Granulitfazies entsprechen. Die Granulite zeichnen sich durch eine geringe Wasseraktivität aus und werden bei Temperaturen oberhalb 700°C gebildet. Carswell & O'Brien (1991) haben die Faziesbereiche von HP-Granuliten in einem PT-Diagramm definiert.

4.2.1 Petrographie

An einigen Stellen im mittleren Erzgebirge, so am SE-Rand des Serpentinsteinsbruchs von Zöblitz, sind Granulite von m- bis dm-Mächtigkeit mit einem granoblastischen Gefüge erhalten, die scheinbar von einer penetrativen Deformation weitgehend verschont wurden. Sie weisen mitunter 0,5 cm breite Leukosombänder auf. Diese Gesteine sind sehr feinkörnig. Dichte rosafarbene granatarme Partien wechseln mit granatreicheren Lagen. Teilweise ist ein kontinuierlicher Übergang zu stärker geregelten Bereichen zu beobachten, in denen die durch D₂ gebildete Foliation gefügeprägend ist. Zum Teil treten bis 0,5 cm mächtige quarzreichere Partien auf.

Als Hauptkomponenten sind Quarz, Plagioklas, perthitischer Alkalifeldspat und in den granatreichen Partien Granat zu nennen. Hellglimmer, Biotit und Disthen treten als Nebenkomponten auf. Akzessorisch sind Rutil, Magnetit, Apatit, Zirkon und Monazit anzutreffen. Sekundäre Mineralbildungen, die durch die Chloritisierung von

Granat oder die Saussuritisierung von Plagioklas verursacht werden, sind nur selten zu beobachten. Die Korngrößen der Matrixminerale liegen im Bereich von 0,05-0,2 mm.

Quarz:

Die Quarze grenzen mit unregelmäßigen, aber glatten Korngrenzen an die übrigen Matrixminerale. Ihre Korngrößenspektrum reicht von 0,02 mm-0,2 mm. In stärker deformierten Bereichen liegen die älteren Quarze als Bänder vor. Quarzeinschlüsse sind im Granat, Disthen, Plagioklas und Alkalifeldspat zu beobachten.

Alkalifeldspat:

Die Alkalifeldspäte können Korngrößen bis zu 0,5 mm erreichen. Sie sind durch perthitische Entmischungen gekennzeichnet (Abb. 11a). Die Entmischungen weisen in diesen Gesteinen teilweise eine charakteristische Spindelform auf. Alkalifeldspateinschlüsse in Granatrandbereichen zeigen erkennbare Entmischungen, während im Granatkern und im Disthen keine Perthitentmischungen optisch erkennbar sind.

Plagioklas:

Plagioklaseinschlüsse in den Kernbereichen größerer Granate und im Disthen wurden beobachtet. Große Matrixplagioklase zeigen Entmischungserscheinungen. In kleineren Plagioklasen, die mit Biotit an Granat grenzen oder in der Matrix neben Quarz und Alkalifeldspat zu beobachten sind, wurden keine Entmischungen beobachtet. Die Matrixplagioklase unterlagen selten einer Saussuritisierung.

Hellglimmer:

Hellglimmer sind als Einschlüsse im Granat, vereinzelt in der Matrix und als Säume um Disthen ausgebildet.

Biotit:

Verschiedene Biotitgenerationen können anhand ihrer morphologischen und textuellen Merkmale unterschieden werden. Biotiteinschlüsse im Granat und im Disthen (Abb. 11b) wurden beobachtet. Weiterhin liegen sie als Plättchen mit unregelmäßigen Korngrenzen in der granoblastischen Matrix und an Granat angrenzend vor (Abb. 12a).

Granat:

Während größere Granate einen Korndurchmesser bis zu 2,0 mm aufweisen, zeigen die kleineren, vorwiegend idioblastischen Granate, Korndurchmesser von etwa 0,5 mm Durchmesser. In größeren Granatkörnern sind Rißbildungen typisch (Abb. 12a). Die größeren Granatkörner sind einschlußreich. Neben Plagioklas, Kalifeldspat und Quarz sind Biotit, Hellglimmer, Disthen, Rutil, Magnetit und Monazit in ihnen eingeschlossen. Die kleineren Granate sind wesentlich ärmer an Einschlußmineralen. Einige dreiphasige Einschlüsse von Plagioklas, Kalifeldspat und Quarz im Granat könnten auf ehemalige Schmelzphasen hinweisen.

Disthen:

Distheneinschlüsse sind in den Kernen großer Granate oder als Saum um kleinen idioblastischen Granatkörner zu beobachten. Magnetit, Biotit, Plagioklas (Abb. 12b), Kalifeldspat (Abb. 12b) und Quarz (13a) sind in Disthen eingeschlossen.

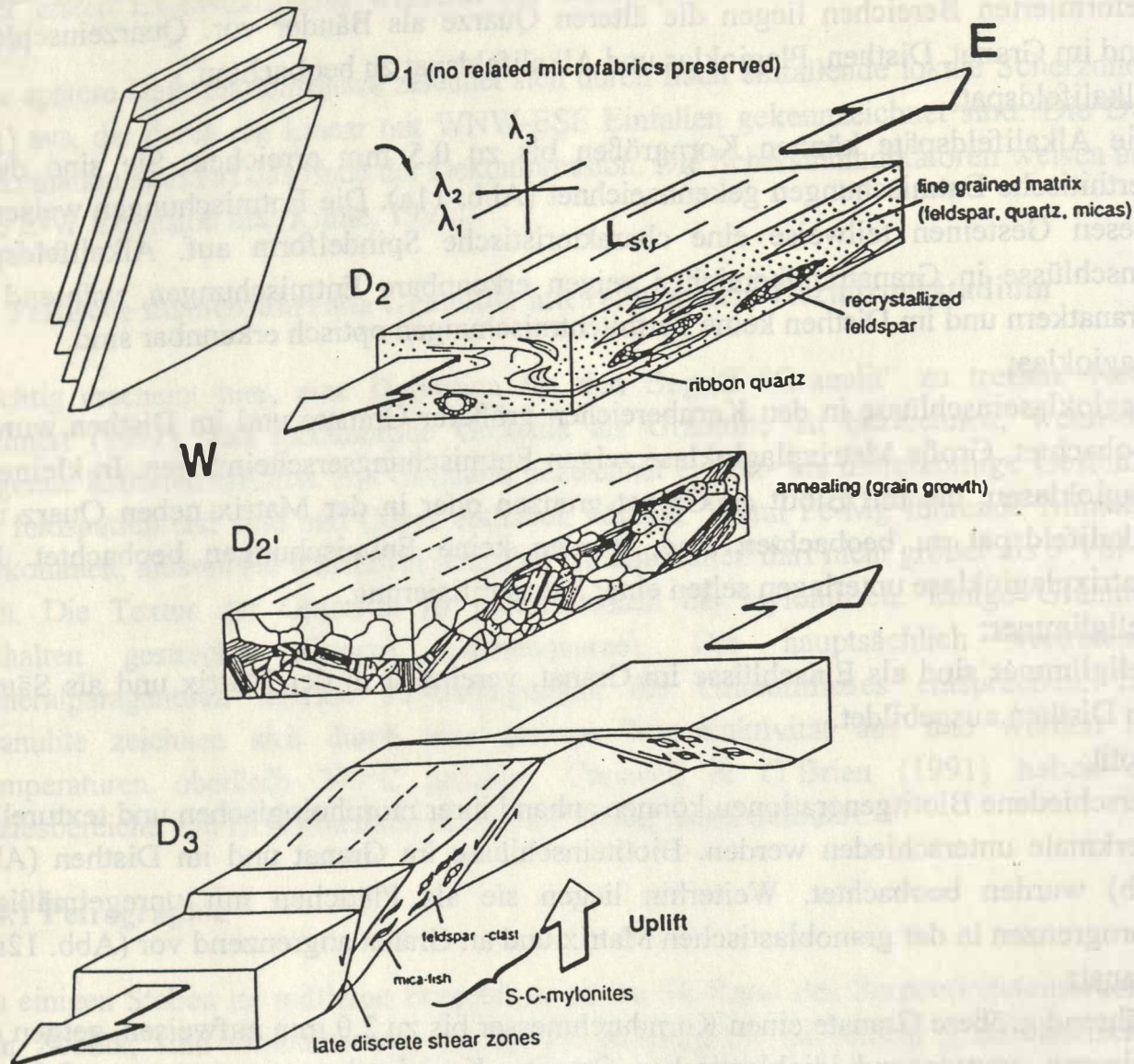


Abb. 10:

Gefügeentwicklung der Metamorphite des Mittel Erzgebirges (Krohe, 1991); D₂: Isoklinal während D₂ gefaltetes und z.T. mylonitisertes Gefüge mit einer feinkörnigen Quarz-, Feldspat- und Glimmermatrix, L_{Str} E-W gerichtetes Streckungslinear; D₂': Nach der Hochtemperaturmylonitisierung auftretende Rekristallisation und Mineralwachstum von Hellglimmer, Quarz und Plagioklas; D₃: Ausbildung diskreter Scherflächen während der Extension, in denen Quarz, Plagioklas und Hellglimmer rekristallisieren.

Akzessorien:

Als opake Mineralphasen kommen ausschließlich Rutil und Magnetit vor. Beide Minerale können sowohl in Granat und Disthen eingeschlossen als auch in der Matrix auftreten. Weiterhin sind Zirkon, Monazit und Apatit vorhanden.

Sekundäre Mineralbildungen:

Eine Saussuritisierung der Plagioklase, die zu einer Umwandlung von Plagioklas in ein kaum auflösbares Gemenge von Klinozoisit, Zoisit, Albit, Muskovit und Quarz führt, wurde beobachtet. Später Hellglimmer verdrängt Disthen (Abb. 13b). Selten wird Granat durch Chlorit verdrängt.

4.2.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten

Granat:

Große Granatkörner sind zoniert und zeigen eine Abnahme des Grossular- (35-16 Mol %) und eine Zunahme des Pyropgehaltes (12-30 Mol %) vom Kern zum Rand. Die Almandingehalte ändern sich zum Rand nur geringfügig von 50-48 Mol %, (Abb. 14). Kleinere Granate sind unzoniert und entsprechen in ihrer Zusammensetzung nahezu dem Randchemismus der größeren Granate. Einige Granate zeigen eine diskontinuierliche Ca-Zunahme in den äußeren Randzonen.

Biotit:

Die Biotite lassen sich anhand ihres Chemismus unterscheiden. Guidotti (1984) versuchte, den Zusammenhang zwischen Biotitchemismus und Metamorphosegrad in Granuliten zu veranschaulichen. Er vermutet, daß bei ansteigender Temperatur eine Zunahme des X_{Mg} und ein verminderter Einbau von oktaedrisch koordiniertem Aluminium im Biotitgitter erfolgt.

Diese Annahme gilt aber nur bei Paragenesen ohne Phengit. Ist Phengit neben Biotit stabil, dann können Biotite mit hohen X_{Mg} -Gehalten höhere Gehalte an oktaedrisch koordiniertem Aluminium aufweisen (Chopin, 1981; Schreyer et al., 1980). In den untersuchten Proben schwanken die X_{Mg} -Werte der Biotite immer um 0,7. Die Al^{VI} -Gehalte der Biotite variieren stärker als die X_{Mg} -Gehalte.

Mit zunehmendem Metamorphosegrad ist in den Biotiten ein Anstieg der Ti-Gehalte und eine Abnahme des oktaedrisch koordinierten Aluminiums zu beobachten (Schreurs, 1985). Biotite mit hohen Ti-Gehalten größer als 0,45/d.F.E. wurden durch Schreurs (1985) der Granulitfazies zugeordnet. In den hier untersuchten Granuliten ist durch das Auftreten von relativ viel Rutil ein Ti-Überschuß vorhanden, so daß jederzeit genügend Ti für einen Einbau im Biotit zur Verfügung steht. In den hier untersuchten Granuliten ist eine Abnahme der Al^{VI} -Gehalte bei einer leichten Zunahme der Ti-Werte in den Biotiten zu verzeichnen. Die in Disthen eingeschlossenen Biotite zeigen die geringsten Ti-Gehalte. Die $Ti-Al^{VI}$ - und $Al^{IV}-Al^{VI}$ - und die $Al^{VI}-Mg/(Mg+Fe)$ -Variationen der Biotite sind in Abb. 15 a, b c aufgeführt.

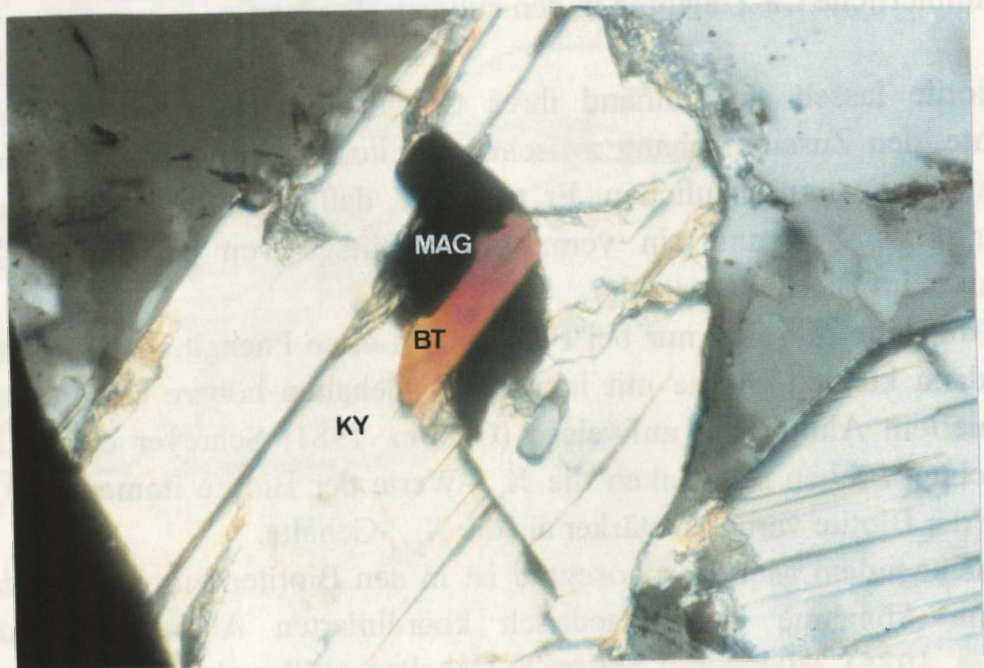


Abb.11 a:

Abb.11 b:

Abb.11a:

Kalifeldspat (Kfs) mit perthitischen Entmischungen und Disthen (Ky); Probe E 3; Bildbreite 1 mm, x Nic.

Abb.11b:

Einschlüsse von Biotit (Bt) und Magnetit (Mag) im Disthen (Ky); Probe E 3; Bildbreite 0,5 mm, x Nic.

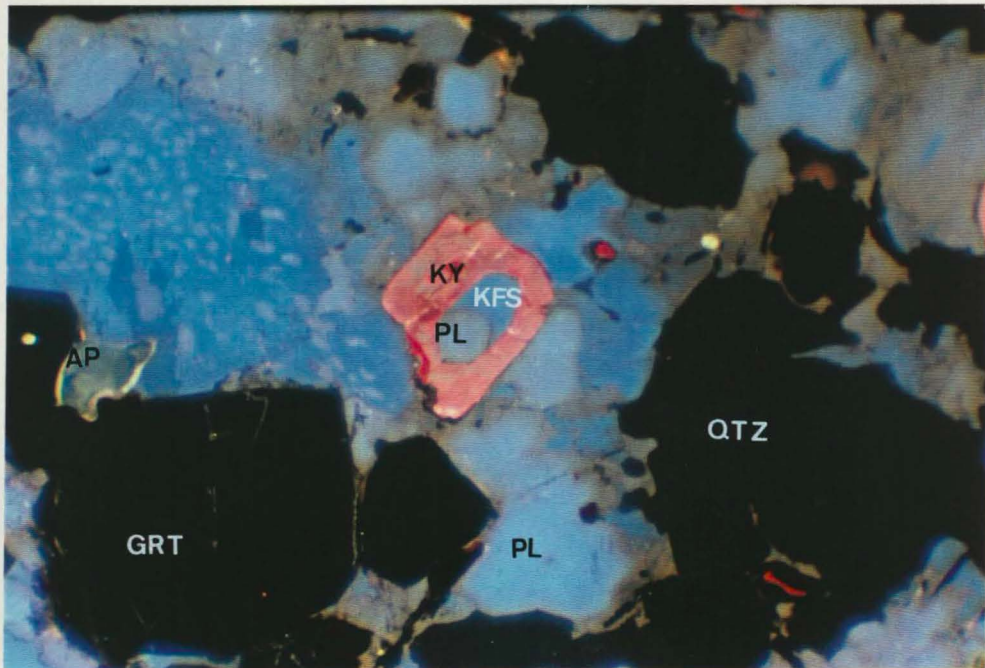
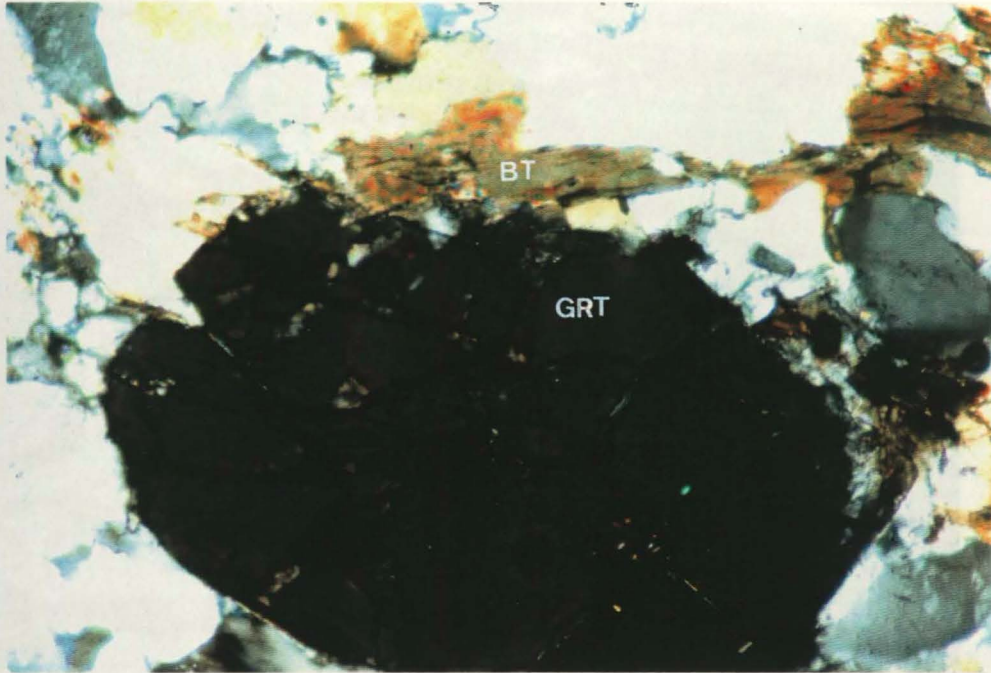


Abb.12a

Abb.12b

Abb.12a: Biotit (Bt) grenzt mit unregelmäßigen Korngrenzen an Granat (Grt); Probe E 3; Bildbreite 1 mm, x Nic.

Abb.12b: Kathodolumineszenzaufnahme zeigt Plagioklas (Pl) und Kalifeldspat (Kfs) als Einschlüsse im Disthen (Ky) neben Granat (Grt), Apatit (Ap), Quarz (Qtz) und Matrixplagioklas (Pl); Bildbreite 1 mm, x Nic.

Ab 11 a

Ab 11 b

Ab 11 c

Ab 11 d

Ab 11 e

Ab 11 f

Ab 11 g

Ab 11 h

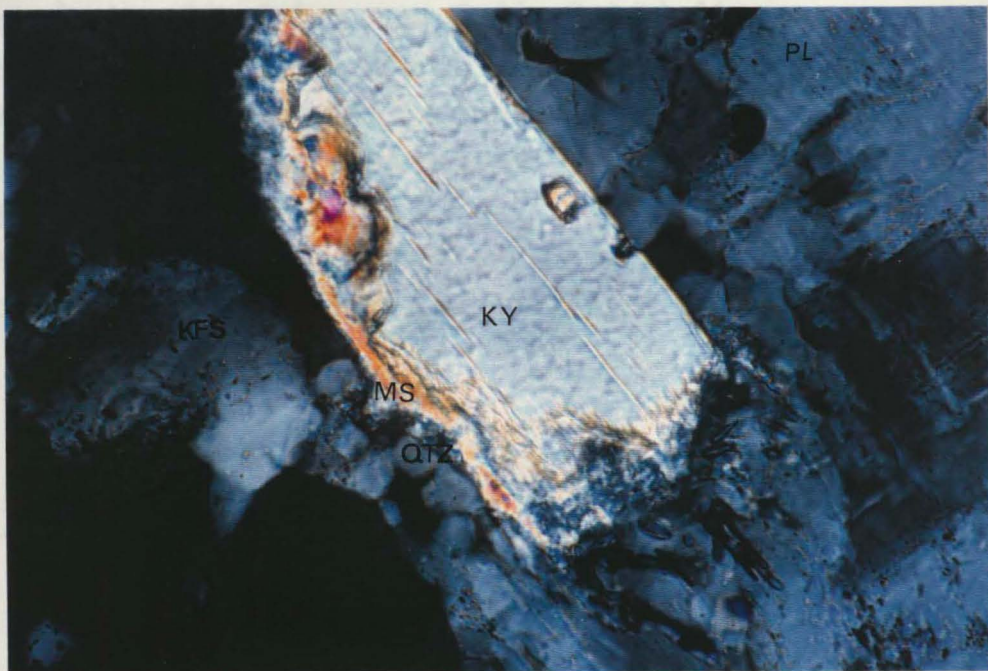
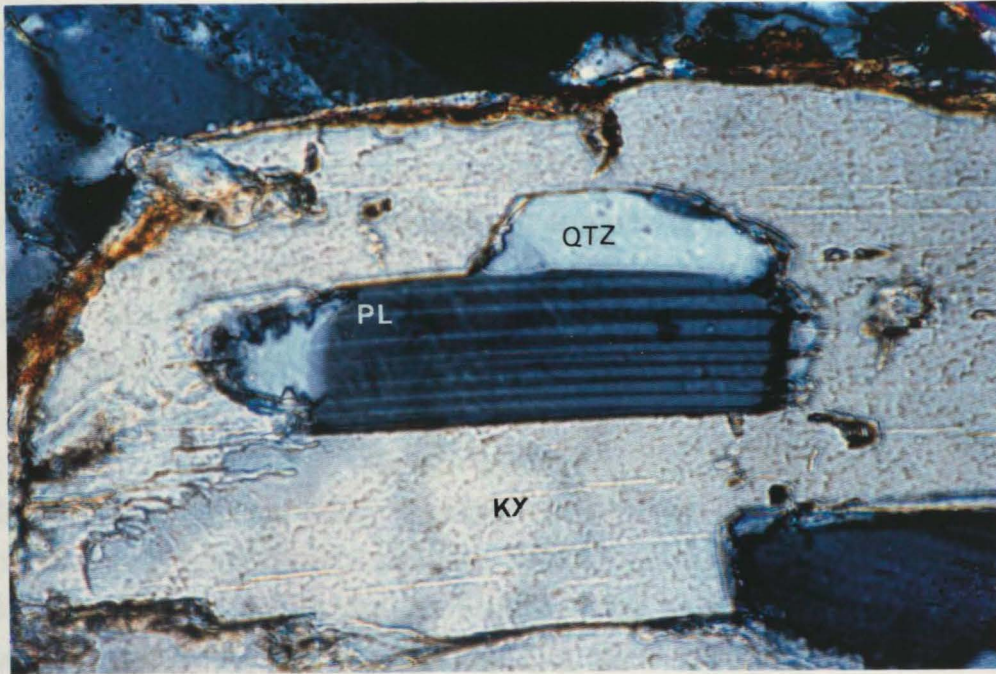


Abb.13a

Abb.13b

Abb.13a: Plagioklas-(Pl) und Quarzeinschluß (Qtz) im Disthen (Ky); Probe E 3; Bildbreite 0,2 mm, x Nic.

Abb.13b: Abbau von Disthen (Ky) und Kalifeldspat (Kfs) in Hellglimmer (Ms) und Quarz (Qtz); Probe E 3.1; Bildbreite 0,2 mm, x Nic.



Abb. 131
Abb. 130

Abb. 131: Paganini (P) und Gensschwind (G) im Dürer (D), Probe H. 3.
Bildbreite 0,2 mm x 1,0 mm.
Abb. 130: Adler von Dürer (D) und Kallidass (K) in Helligkeit (A) und
Ganz (G), Probe H. 3, Bildbreite 0,2 mm x 1,0 mm.

Hellglimmer:

Die Hellglimmer mit den höchsten Si-Gehalten (6,70-6,76/d.F.E.) befinden sich in großen Granatkörnern eingeschlossen und in der Matrix. In einigen Fällen besitzen die Hellglimmer sehr schmale Biotitsäume. Sie zeigen dann eine leichte Zonierung mit abnehmenden Si-Gehalten zum Rand. Die beim Disthenzerfall gebildeten Hellglimmer haben die geringsten Si-Werte, die 6,3-6,4/d.F.E. nicht überschreiten. Mit abnehmenden Si-Gehalten ist eine Zunahme des tetraedrisch eingebauten Aluminiums verbunden (Abb. 16). Eine eindeutige Abhängigkeit des X_{Mg} von den Si-Gehalten der Hellglimmer konnte nicht festgestellt werden (Abb. 16). Die X_{Mg} -Werte liegen im Bereich zwischen 0,5 und 0,7. Die in den Hellglimmern festgestellten chemischen Unterschiede können durch die Tschermak-Substitutionen erklärt werden.

Plagioklas:

Durch Mikrosondenanalysen kann geprüft werden, ob die nach optischen Kriterien unterteilten Plagioklasgenerationen auch mineralchemisch zu unterscheiden sind. Es wird deutlich, daß der Anorthitgehalt der im Disthen und im Kern der großen Granatkörner eingeschlossenen Plagioklase I nur geringfügig in einem Interval von 13-15 Mol % variiert. In den großen Granatkörnern sind genau zwischen den Kern- und Randbereichen Plagioklase mit Anorthitgehalten von 8 bis 9 Mol % gemessen worden. Große, antiperthitische Matrixplagioklase können einer dritten Generation zugeordnet werden. Die kleineren anorthitreicheren Plagioklase mit 18-20 Mol % An in der Matrix und solche, die an Granat angrenzen, gehören einer vierten Plagioklasgeneration an.

Kalifeldspat:

Kalifeldspateinschlüsse (Or 90) in den großen Granatkörnern und Kalifeldspäte mit deutlich sichtbaren Albitmischungen wurden gemessen.

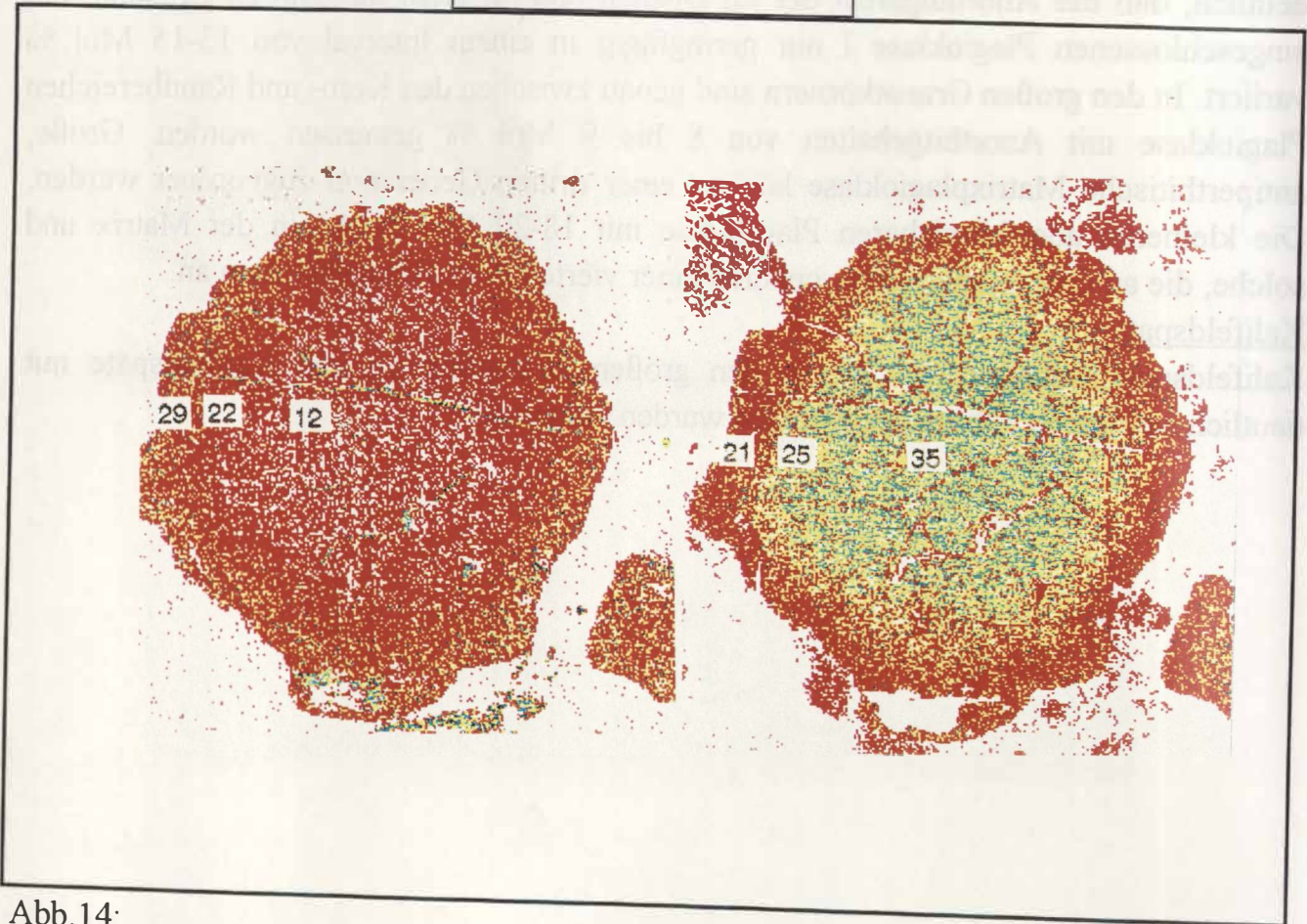
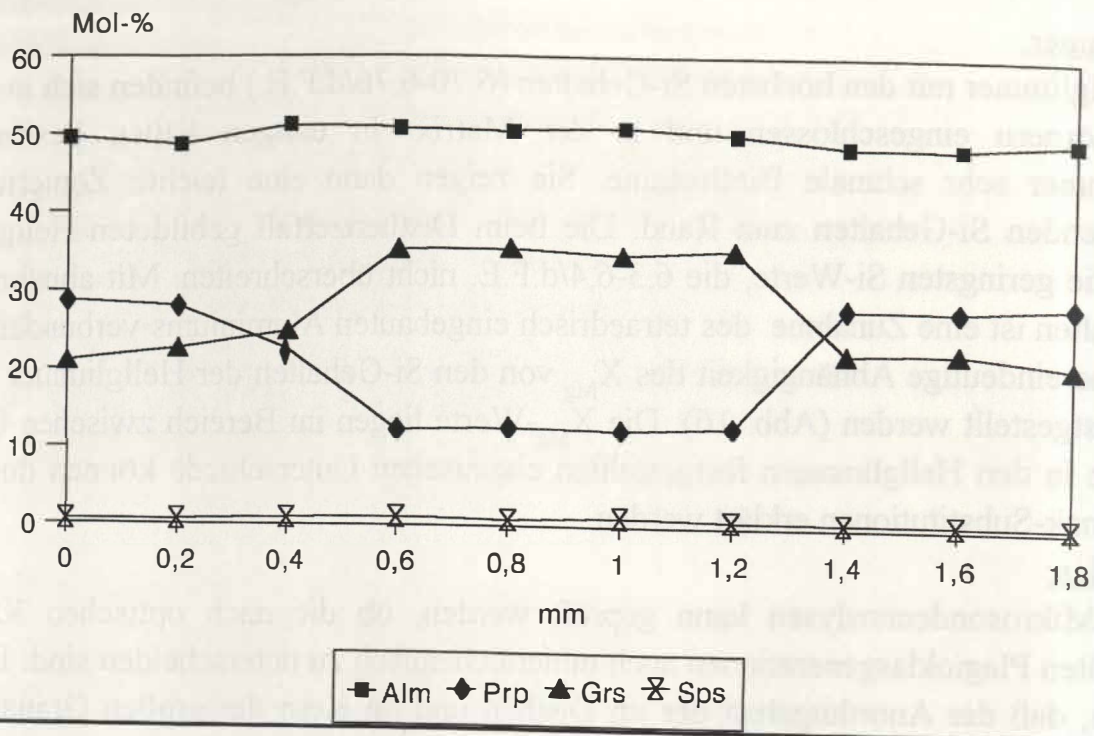


Abb. 14:
 Granatzonierung: Probe E 3.1
 Elementverteilungsraster von Granat; gleiche Farbintensitäten entsprechen Bereichen ähnlicher Intensitäten von Ca bzw. Mg
 links: Darstellung der Mg-Zonierung (Zahlenangaben-Pyropgehalt in Mol %)
 rechts: Darstellung der Ca-Zonierung (Zahlenangaben-Grossulargehalt in Mol %)

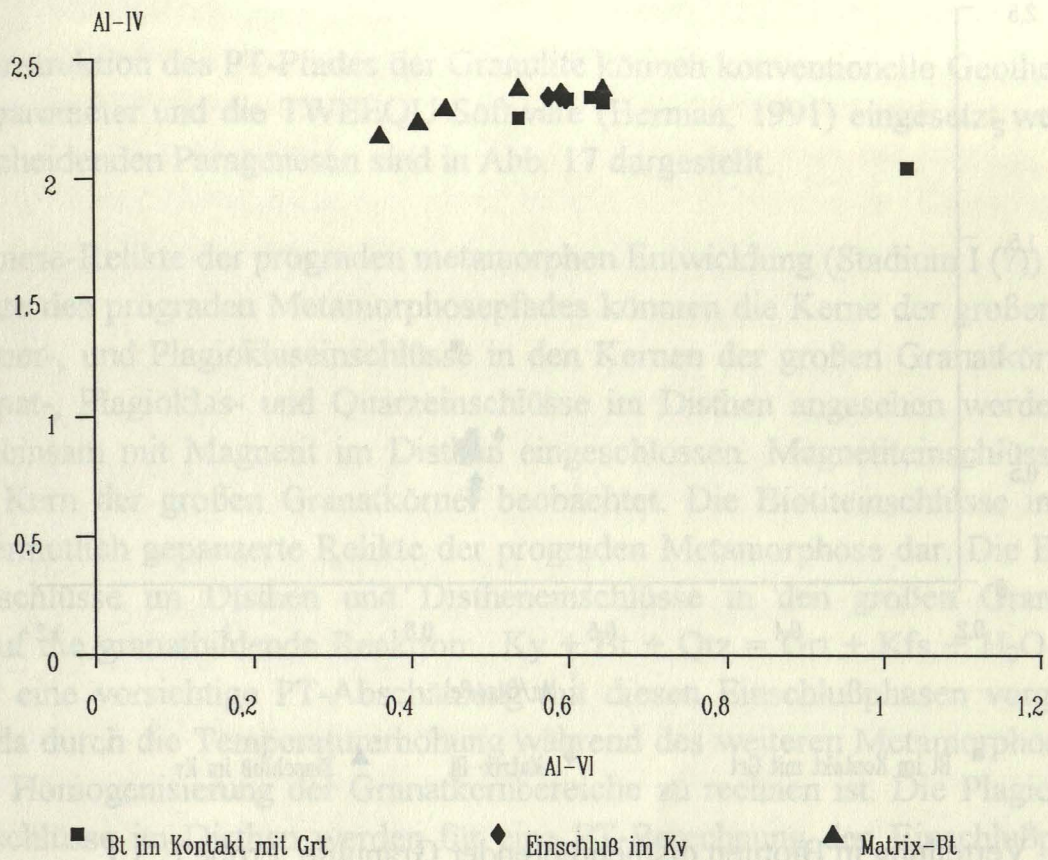


Abb.15a:
Al^{IV}-Al^{VI}-Verteilung in Biotiten disthenführender Granulite, Probe E 3.1

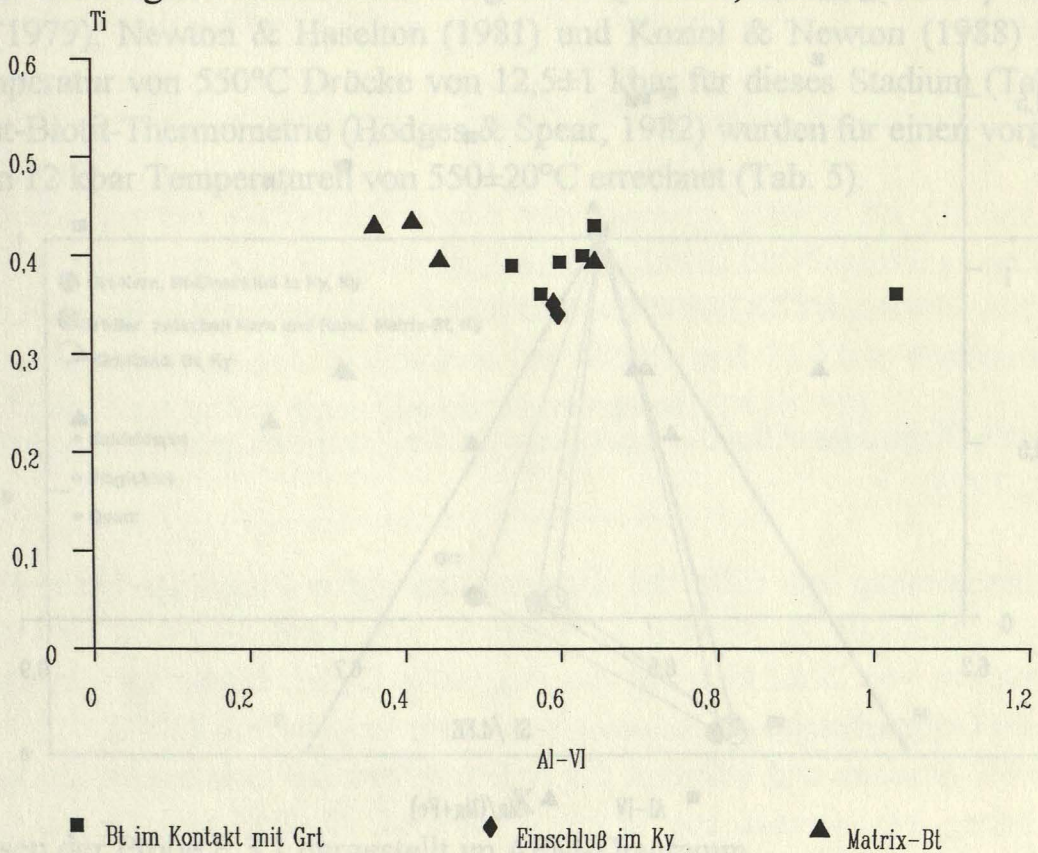
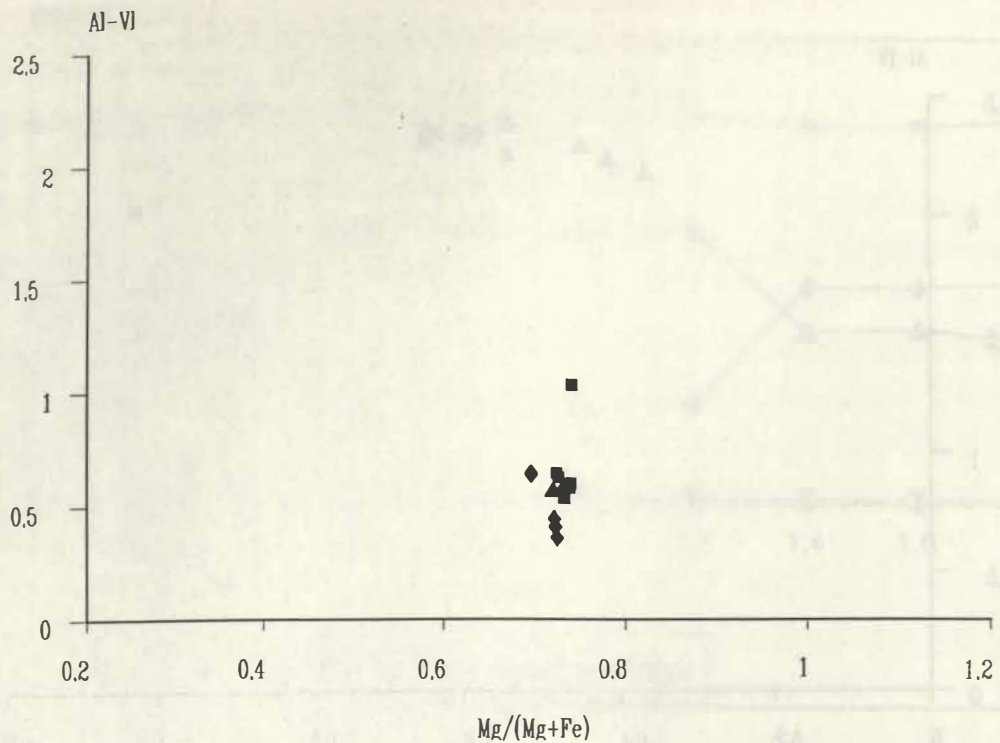
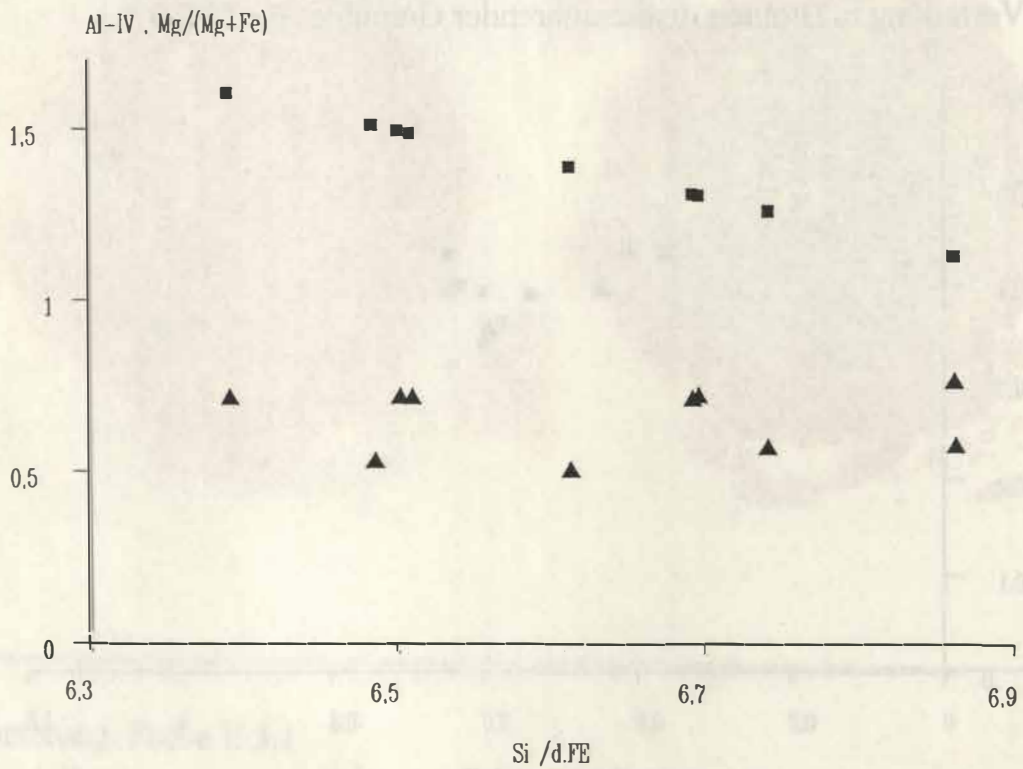


Abb.15b:
Ti-Al^{VI}-Verteilung in Biotiten disthenführender Granulite, Probe E 3.1



■ Bt im Kontakt mit Grt ◆ Matrix-Bt ▲ Einschluß im Ky

Abb. 15c
 $Al^{VI} - X_{Mg}$ Verteilung in Biotiten disthenführender Granulite, Probe E 3.1



■ Al-IV ▲ $Mg/(Mg+Fe)$

Abb. 16:
 $Si : Mg/(Mg+Fe)$ Verteilung in Hellglimmern disthenführender Granulite, Hellglimmer berechnet auf der Basis von 22 Sauerstoffatomen, Probe E 3.1

4.2.3 Thermobarometrische Untersuchungen

Zur Rekonstruktion des PT-Pfades der Granulite können konventionelle Geothermometer und Geobarometer und die TWEEQU-Software (Berman, 1991) eingesetzt werden. Die zu unterscheidenden Paragenesen sind in Abb. 17 dargestellt.

1. Paragenese-Relikte der prograden metamorphen Entwicklung (Stadium I (??))

Als Relikte des prograden Metamorphosepfades könnten die Kerne der großen Granate, Hellglimmer-, und Plagioklaseinschlüsse in den Kernen der großen Granatkörner sowie Kalifeldspat-, Plagioklas- und Quarzeinschlüsse im Disthen angesehen werden. Biotite sind gemeinsam mit Magnetit im Disthen eingeschlossen. Magnetiteinschlüsse wurden auch im Kern der großen Granatkörner beobachtet. Die Biotiteinschlüsse im Disthen stellen vermutlich gepanzerte Relikte der prograden Metamorphose dar. Die Biotit- und Quarzeinschlüsse im Disthen und Distheneinschlüsse in den großen Granatkörnern weisen auf die granatbildende Reaktion: $Ky + Bt + Qtz = Grt + Kfs + H_2O$ hin. Es kann nur eine vorsichtige PT-Abschätzung mit diesen Einschlußphasen vorgenommen werden, da durch die Temperaturerhöhung während des weiteren Metamorphoseverlaufs mit einer Homogenisierung der Granatkernbereiche zu rechnen ist. Die Plagioklas- und Biotiteinschlüsse im Disthen werden für eine PT-Berechnung den Einschlußphasen im Granat vorgezogen, da in den Granateinschlüssen eher mit einer Reequilibrierung zu rechnen ist. Das Granat-Alumosilikat-Plagioklas-Quarz-Barometer (GASP) nach Ghent & Stout (1979), Newton & Haselton (1981) und Koziol & Newton (1988) liefert bei einer Temperatur von 550°C Drücke von $12,5 \pm 1$ kbar für dieses Stadium (Tab. 4). Mit der Granat-Biotit-Thermometrie (Hodges & Spear, 1982) wurden für einen vorgegebenen Druck von 12 kbar Temperaturen von 550 ± 20 °C errechnet (Tab. 5).

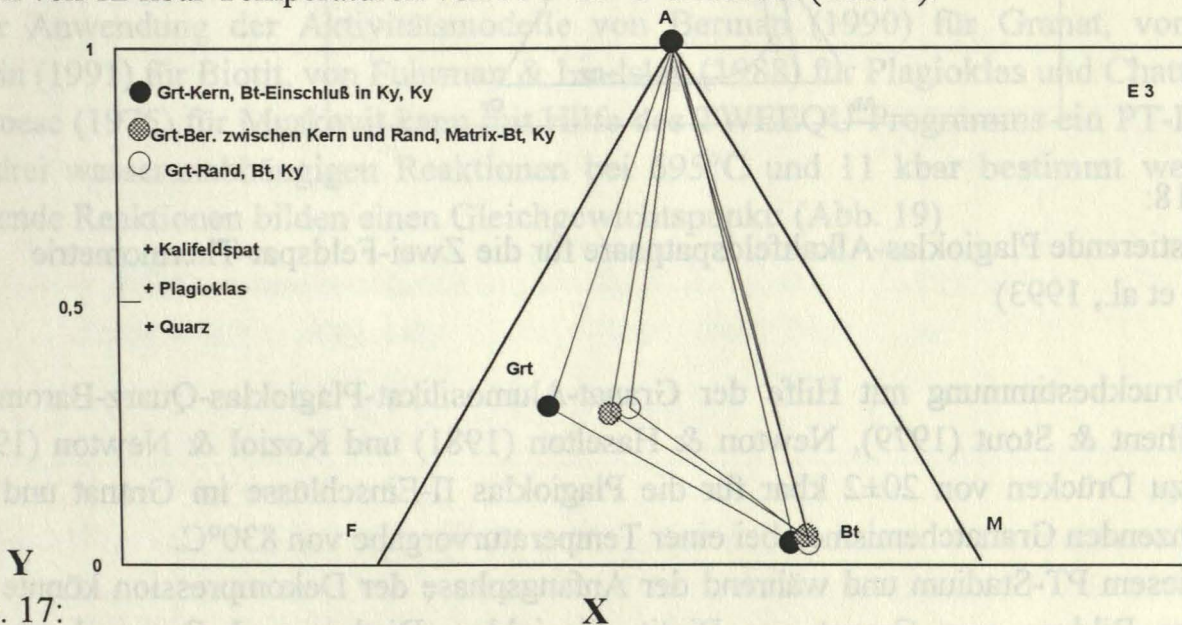
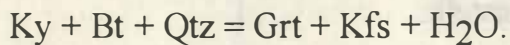


Abb. 17: Paragenesen der Probe E 3.1 dargestellt im AFM-Diagramm

$$X = \text{MgO}/(\text{MgO} + \text{FeO}) \quad Y = (\text{Al}_2\text{O}_3 - 3 \text{K}_2\text{O})/(\text{Al}_2\text{O}_3 - 3 \text{K}_2\text{O} + \text{MgO} + \text{FeO})$$

2. Paragenese - Druckmaximum (Stadium II)

Kalifeldspat bildet sich unter anderem durch die Reaktion:



Die Abschätzung der Temperaturen mit Hilfe des Granat-Biotit-Thermometers scheint für dieses PT-Stadium problematisch, da erstens die Stabilität von Biotit zum Druckmaximum nicht gesichert ist und zweitens eine retrograde Reequilibrierung der Biotite nicht ausgeschlossen werden kann. Die Berechnung mit Matrixbiotiten, die hohe Ti- und X_{Mg} -Gehalte bei geringen Al^{VI} -Werten aufweisen und dem Granatbereich zwischen Kern und Rand führt zu Temperaturen um $750 \pm 20^\circ\text{C}$ bei 20 kbar (Indares & Martignole, 1985; Hodges & Spear, 1982). Die Zwei-Feldspat-Thermometrie (Kroll et al., 1993) liefert für die aufgeführten koexistierenden Feldspatpaare (Abb. 18) bei integrierter Kalifeldspatzusammensetzung Temperaturen von $830 \pm 20^\circ\text{C}$ bei einem vorgegebenen Druck von 20 kbar (Tab. 6).

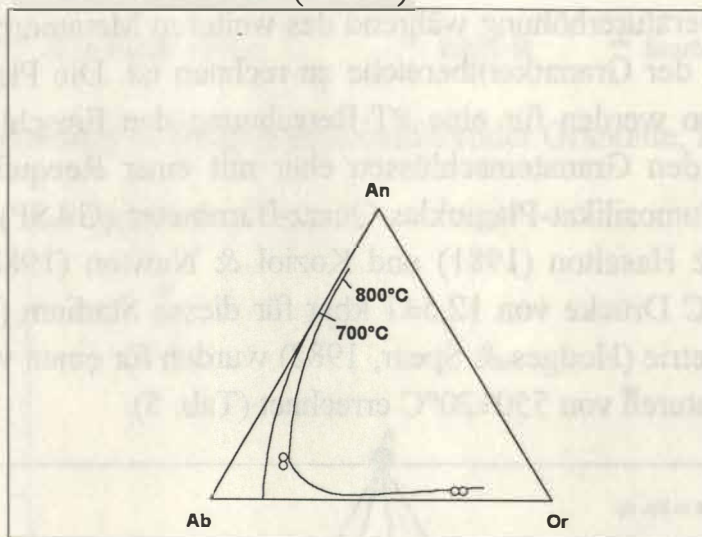


Abb. 18:

Koexistierende Plagioklas-Alkalifeldspatpaare für die Zwei-Feldspat-Thermometrie (Kroll et al., 1993)

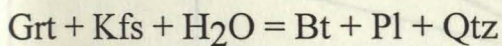
Die Druckbestimmung mit Hilfe der Granat-Alumosilikat-Plagioklas-Quarz-Barometer von Ghent & Stout (1979), Newton & Haselton (1981) und Koziol & Newton (1988) führt zu Drücken von 20 ± 2 kbar für die Plagioklas II-Einschlüsse im Granat und die angrenzenden Granatchemismen bei einer Temperaturvorgabe von 830°C .

Bei diesem PT-Stadium und während der Anfangsphase der Dekompression könnte die weitere Bildung von Granat aus Biotit, Plagioklas, Disthen und Quarz durch die schmelzbildende Reaktion: $\text{Bt} + \text{Pl} + \text{Ky} + \text{Qtz} = \text{Grt} + \text{Kfs} + \text{L}$ (Le Breton & Thompson 1988) erfolgt sein.

Experimentelle Daten zum fluidfreien Dehydratationsschmelzen von Biotit liegen durch Le Breton & Thompson (1988) vor. Sie können nicht ohne weiteres auf die hier vorliegenden Bedingungen übertragen werden, da für die Experimente ein almandinreicher Granat verwendet wird, dessen Zusammensetzung nicht mit dem vorliegenden Granatchemismus übereinstimmt. Dennoch sind qualitative Aussagen über den weiteren Metamorphoseverlauf möglich. Le Breton & Thompson (1988) ermittelten einen Schmelzbeginn bei 690°C und 10 kbar für Biotite mit X_{Mg} -Gehalten von 0,4 bis 0,6. Wenn die Biotite, wie in den untersuchten Granuliten, hohe X_{Mg} - (>0,6), F- bzw. Ti-Gehalte aufweisen, sind sie auch noch oberhalb von 690°C und 10 kbar stabil. Im druckmaximumnahen Bereich und zu Beginn der Dekompression werden vermutlich sowohl Biotit als auch Hellglimmer entsprechend der Reaktion $Bt + Ms + Pl + Qtz = Grt + Kfs + L$ in die Schmelzbildung einbezogen (Le Breton & Thompson, 1988).

3. Paragenese - Retrograde Metamorphose (Stadium III)

Zur Ableitung der PT-Bedingungen werden die Chemismen des Granatrandes, des an Granat angrenzenden Biotits und Plagioklases (IV), des zwischen Granat und Disthen liegenden Hellglimmers und Disthen sowie Quarz verwendet. Unter Zufuhr von H_2O könnte die Plagioklas IV-Bildung nach folgender Reaktion abgelaufen sein:



Das Ca der Grossularkomponente des Granats liefert hierbei die Anorthitkomponente des Plagioklases.

Unter Anwendung der Aktivitätsmodelle von Berman (1990) für Granat, von Mc Mullin (1991) für Biotit, von Fuhrman & Lindsley (1988) für Plagioklas und Chatterjee & Froese (1975) für Muskovit kann mit Hilfe des TWEEQU-Programms ein PT-Punkt mit drei wasserunabhängigen Reaktionen bei 695°C und 11 kbar bestimmt werden. Folgende Reaktionen bilden einen Gleichgewichtspunkt: (Abb. 19)

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 1) $\text{Grs} + 2 \text{Ky} + \text{Qtz} = 3 \text{An}$
- 2) $\text{Alm} + \text{Ms} = \text{Qtz} + 2 \text{Ky} + \text{Ann}$
- 3) $\text{Phl} + \text{Alm} = \text{Ann} + \text{Prp}$
- 4) $\text{Alm} + \text{Grs} + \text{Ms} = 3 \text{An} + \text{Ann}$
- 5) $\text{Prp} + \text{Ms} = 2 \text{Ky} + \text{Phl} + \text{Qtz}$
- 6) $\text{Prp} + \text{Ms} + \text{Grs} = 3 \text{An} + \text{Phl}$

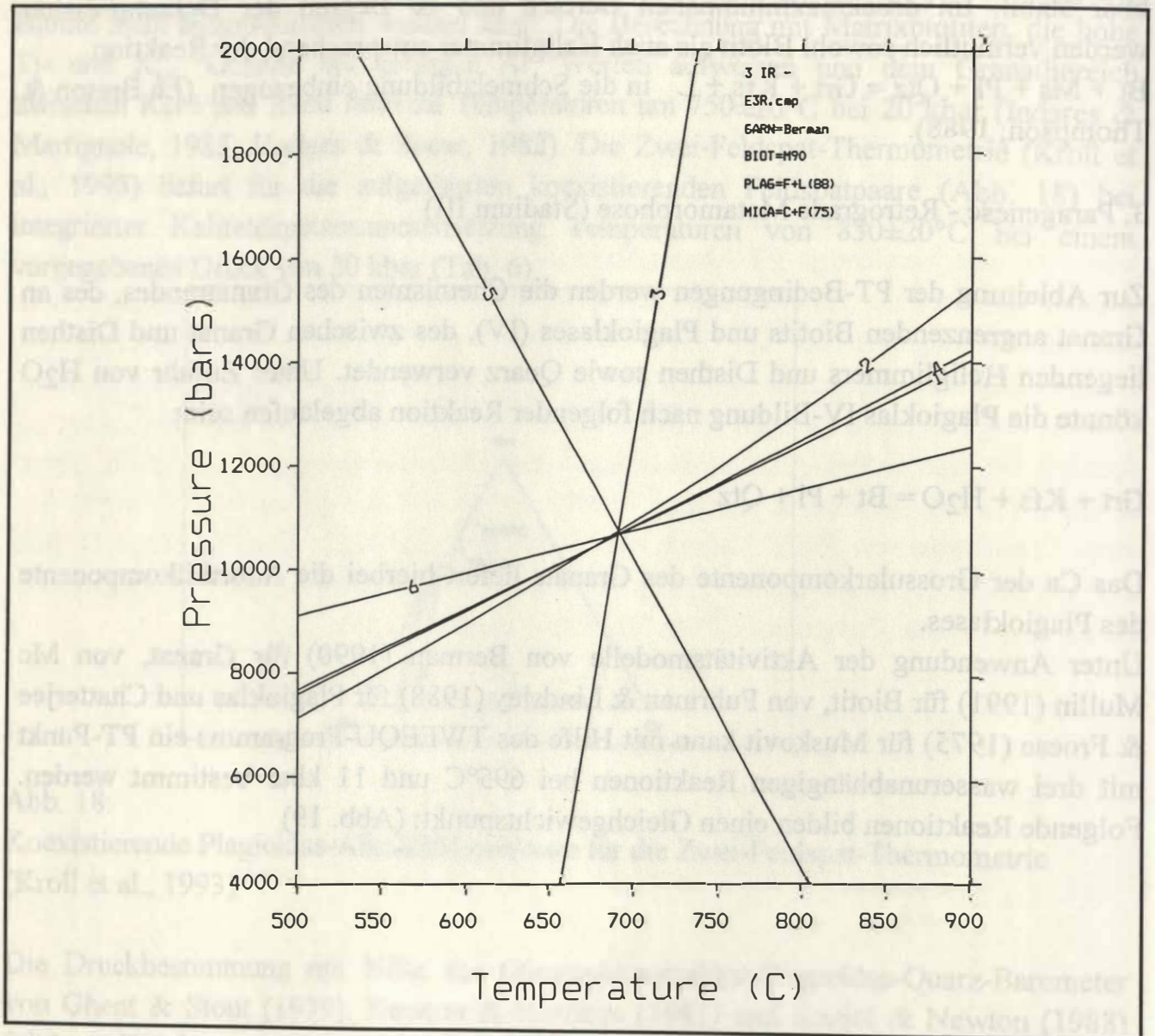


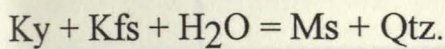
Abb. 19:

Ableitung eines PT-Punktes auf dem retrograden PT-Pfad in disthenführenden Granuliten mit Hilfe der TWEEQU-Software unter Verwendung des Granatrandchemismus (Alm, Prp, Grs), des Matrixplagioklases (An), des Matrixbiotites (Ann, Phl), des Matrixhelliglimmers (Ms) sowie Quarz und Disthen für Stadium III, (Probe E 3.1).

Die Berechnung dieses PT-Punktes mit Hilfe konventioneller Geothermometer und Geobarometer führt zu folgenden Resultaten:

Bei einer Temperatur von 700°C liefern die Granat-Alumosilikat-Plagioklas-Quarz-Barometer von Ghent & Stout (1979), Newton & Haselton (1981) und Koziol & Newton (1988) Drücke von 12±1,5 kbar. Die Granat-Biotit-Thermometrie (Hodges & Spear, 1982) bringt mit 700°C übereinstimmende Ergebnisse mit der Temperaturberechnung im TWEEQU-Programm. Die mit dem Granat-Phengit-Thermometer ermittelten Temperaturen sind mit 700±20°C ähnlich.

Im weiteren Verlauf der retrograden Metamorphose erfolgt die Umwandlung von Disthen als auch Kalifeldspat in Hellglimmer und Quarz, wobei unter Zufuhr von H₂O folgende Reaktion abläuft:



Fluideinschlußuntersuchungen (Stadium IV):

Die Ergebnisse der Fluideinschlußuntersuchungen zeigen mit 450°C und 2-3 kbar Bedingungen der späten retrograden Metamorphose.

Probe	Bemerkung	Kalibrierung	P (kbar) T (°C)	P (kbar) T/°C
E 3.1 Stadium I	Pl-Einschl. in Ky (9.1/1) Grt-Kern (7.1/2)	1)	12,5 (550)	13,8 (600)
		2)	12,7	14,3
		3)	13,5	15,0
E 3.1 Stadium II	Pl-Einschl.(15) in Grt(7/1.9)	1)	17,8 (750)	19,2 (800)
		2)	19,7	21,2
		3)	20,4	21,9
E 3.1 Stadium III	kleiner Matrix- Pl (2.1/1) Grt II-Rand (1.2/4)	1)	10,0 (650)	11,1 (700)
		2)	11,6	12,8
		3)	12,4	13,6

Tab.4:

GASP-Barometrie an disthenführenden Granuliten, Probe E 3.1,: 1) Ghent & Stout (1979), 2) Newton & Haselton (1981), 3) Koziol & Newton (1988)

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 3.1 Stadium III	Granat-Phengit- Therm. (1)	Grt-Rand(20.1/7)	(8)	701
		Ph (1.1/1)	(11)	719
E 3.1 Stadium I	Granat-Biotit- Therm. (2)	Grt-Kern(7.1/9)	(10)	583
		Bt-Einschluß in Ky(7)	(12)	590
E 3.1 Stadium II	Granat-Biotit- Therm (2)	Grt-zw.Ber.(7.1/3)	(18)	769
		Matrix-Bt I (4.1/2)	(20)	785
E 3.1 Stadium III	Granat-Biotit- Therm. (2)	Grt-Rand(1.2/3)	(8)	690
		Matrix-Bt(4.1/2)	(11)	694

Tab. 5:
Ergebnisse der Granat-Phengit-Thermometrie ((1) Green & Hellman, 1982) und der Granat-Biotit-Thermometrie ((2) Hodges & Spear, 1982)

Probe		Ab	Or	An	Durchschnitts-T(°C)	Durchschnitts-T(°C)
					(bei P=15 kbar)	(bei P=20 kbar)
E 3.1	Pl	77,6	10,7	13,5	783	836
Stadium II	Afs	24,0	74,5	1,3		
E 3.1a	Pl	74,7	11,7	13,5	770	841
Stadium II	Afs	24,0	75,0	1,0		

Tab 6:
Zwei-Feldspat-Thermometrie , Probe E 3.1, (Kroll et al., 1993) für P= 20 kbar

Schlußfolgerungen:

Durch reliktsche Einschlußphasen kann ein PT-Punkt auf dem prograden PT-Pfad bei niedrigen PT-Bedingungen vermutet werden, der bei $12,5 \pm 1$ kbar und $550 \pm 50^\circ\text{C}$ liegt. Das P-Maximum wird bei ca. 20 kbar und $830 \pm 10^\circ\text{C}$ erreicht. Ehemalige Schmelzeinschlüsse im Granat weisen auf den Beginn einer Dehydrations-schmelzbildung hin, die wahrscheinlich im druckmaximumnahen Bereich und bei beginnender Dekompression stattfand. Retrograd stellt sich ein Gleichgewicht bei ca. $700 \pm 50^\circ\text{C}$ und 11 ± 2 kbar ein. Der belegte retrograde Teil des PT-Pfades der HP-Granulite spiegelt Bedingungen einer annähernd isothermischen Dekompression wider (Abb. 20). Das Disthenfeld wird erst bei 2-3 kbar und 450°C überschritten. Die maximalen Drücke lassen auf eine Krustenverdickung mit einer Mächtigkeit von mindestens 75 km schließen, wenn man von einer durchschnittlichen Gesteinsdichte von $2,9 \text{ g/cm}^3$ ausgeht. Der geothermische Gradient, der sich daraus ergibt, ist mit etwa 10°C/km sehr niedrig. Für die Eklogite von Zöblitz geben Schmädicke et al., (1991) maximale PT-Bedingungen von 850°C und 28 kbar an. Der ermittelte retrograde PT-Pfad stimmt mit dem der hier untersuchten felsischen Granulite annähernd überein.

Druck (kbar)

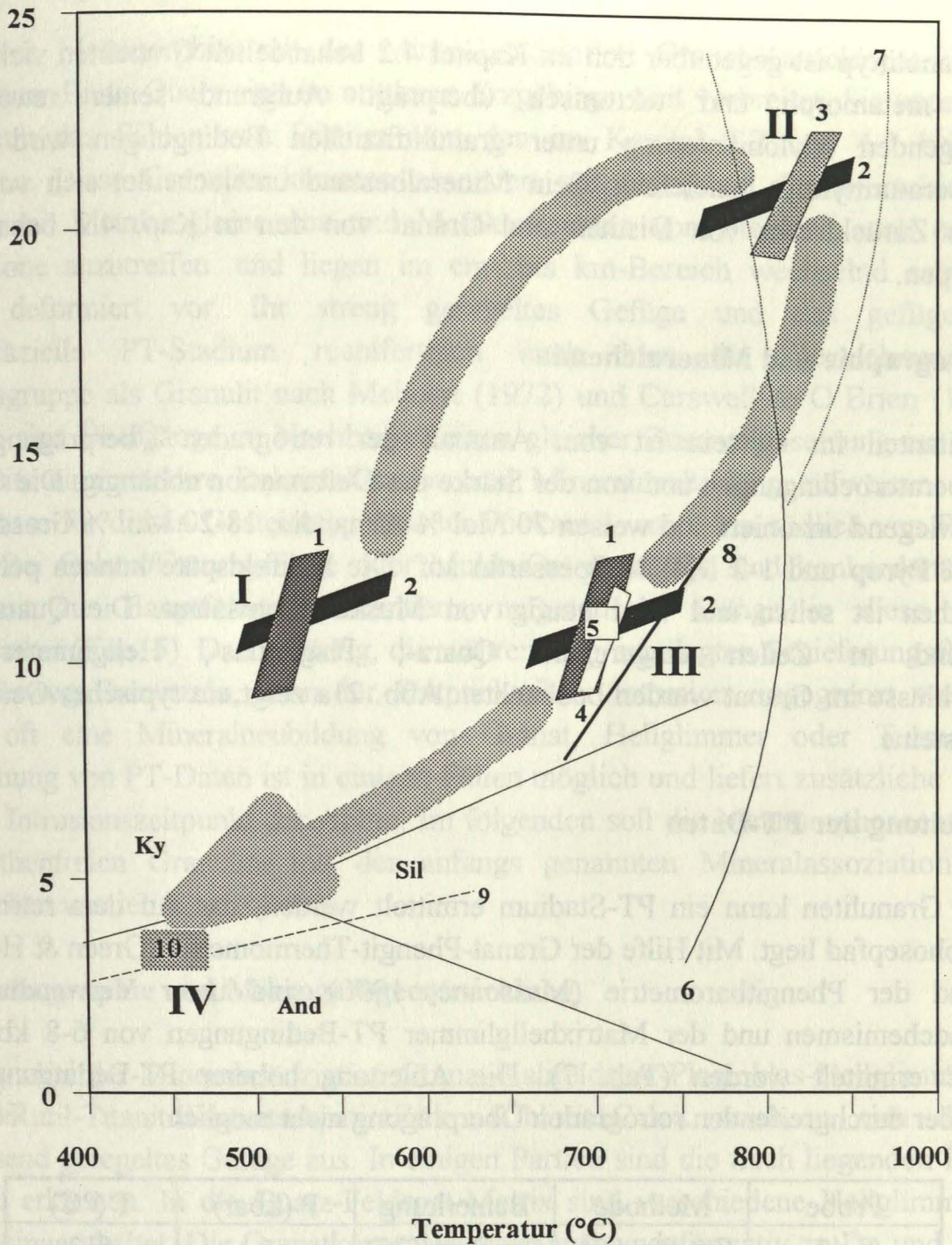


Abb. 20:

PT-Pfad der Granulite aus dem Serpentinbruch Zöblitz / Mittel Erzgebirge, Probe E 3.1, 1: Granat-Biotit-Thermometrie (Hodges & Spear, 1982); 2: GASP-Barometrie: (Ghent & Stout, 1979; Koziol & Newton, 1988; Newton & Haselton, 1981); 3: Zwei-Feldspat-Thermometer (Kroll et al., 1993); 4: Granat-Phengit Thermometrie (Green & Hellman, 1982); 5: TWEEQU, Jan. 91, siehe Abb. 19) 6: $Bt_{x}Fe_{(0,25)} + Pl + As + Qtz = Grt + Kfs + L$; 7: $Ms + Pl + Qtz = Bt + Kfs + As + L$ Schmelzreaktionen (6,7: Le Breton & Thompson, 1988); 8: $Ms + Qtz = Ky + Kfs + H_2O_{(0,4)}$ (Thompson 1976) 9: Phengit-Barometrie für $Si=6,4/d.f.E.$ (Massonne, 1990); 10: Fluideinschlußuntersuchungen, Thomas, frdl. persönl. Mitteilung.) ; I: PT-Punkt auf dem prograden Metamorphose-pfad (?); II: P-Maximum; III: PT-Punkt auf dem retrograden Metamorphosepfad, IV: Ergebnisse der Fluideinschlußuntersuchungen, Al_2SiO_5 Tripelpunkt nach Holdaway (1971)

4.3 Granulite am Burgberg

Dieser Granulittyp ist gegenüber den im Kapitel 4.2 behandelten Granuliten viel stärker retrograd metamorph und tektonisch überprägt. Aufgrund seiner retrograden, gefügeprägenden Mylonitisierung unter granulitfaziellen Bedingungen wird er als Hochtemperaturmylonit bezeichnet. Sein Mineralbestand unterscheidet sich vor allem durch das Zurücktreten von Disthen und Granat von den in Kap. 4.2 behandelten Granulittypen.

4.3.1 Petrographie und Mineralchemie

Der Biotitanteil im Gestein ist vom Ausmaß der retrograden Überprägung unter Hochtemperaturbedingungen und von der Stärke der Deformation abhängig. Die Granate sind überwiegend unzoniert und weisen 70 Mol % Almandin, 18-20 Mol % Grossular, 8-10 Mol % Pyrop und 1-2 Mol % Spessartin auf. Die Kalifeldspäte können perthitisch sein. Disthen ist selten und wird häufig von Muskovit umsäumt. Die Quarze sind überwiegend in Zeilen eingeregelt. Quarz-, Plagioklas-, Hellglimmer- und Rutileinschlüsse im Granat wurden beobachtet. Abb. 21a zeigt ein typisches Gefügebild dieser Gesteine.

4.3.2 Ableitung der PT-Daten

In diesen Granuliten kann ein PT-Stadium ermittelt werden, das auf dem retrograden Metamorphosepfad liegt. Mit Hilfe der Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) und der Phengitbarometrie (Massonne, 1990) sind unter Verwendung der Granatrandchemismen und der Matrixhellglimmer PT-Bedingungen von 6-8 kbar und $610 \pm 20^\circ\text{C}$ ermittelt worden (Tab. 7). Die Ableitung höherer PT-Bedingungen ist aufgrund der durchgreifenden retrograden Überprägung nicht möglich.

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T ($^\circ\text{C}$)
E 41	Grt-Phengit- Therm.	Grt-Rand(26)	6	612
		Hgl(11)	8	623

Tab. 7:

Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982)

4.4 Disthenfreie Granulite mit relikthischem Hochdruckstadium aus dem Pockautal

Die sauren Metamorphite mit der Mineralassoziaton Granat-Kalifeldspat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz sind im mittleren Erzgebirge weit verbreitet. Sie unterscheiden sich durch das Fehlen von Disthen von den im Kapitel 4.2 und 4.3 behandelten Granuliten. Diese Granulite kommen assoziiert mit Eklogiten, Glimmerschiefern und mitunter mit Metakonglomeraten und Metakarbonaten vor. Sie sind auch östlich der Flöha-Zone anzutreffen, und liegen im cm- bis km-Bereich wechselnd schwach bis extrem deformiert vor. Ihr streng geregeltes Gefüge und das gefügeprägende granulitfazielle PT-Stadium rechtfertigen auch hier die Bezeichnung dieser Gesteinsgruppe als Granulit nach Mehnert (1972) und Carswell & O'Brien (1991). Im Gelände sind Übergänge zu Nachbargesteinen gleicher Zusammensetzung zu erkennen, die bereits eine stärkere Rekristallisation und Mineralneubildung aufweisen. Typische Aufschlüsse für diesen Gesteinstyp sind im Pockautal ca. 2 km südlich von Pockau zu finden. Bei Oelsen/Osterzgebirge oder Mulda/Osterzgebirge sind konkordant als auch diskordant zur Hauptfoliation orientierte magmatische Gänge in diese Granulite eingeschaltet (Kap. 5). Da sie häufig, die während D₂ angelegten Schieferungsflächen als Intrusionswege benutzten, kann der Zeitpunkt ihrer Intrusion eingegrenzt werden. Sie zeigen oft eine Mineralneubildung von Granat, Hellglimmer oder Turmalin. Die Bestimmung von PT-Daten ist in einigen Fällen möglich und liefert zusätzliche Hinweise auf den Intrusionszeitpunkt der Aplite. Im folgenden soll die Metamorphoseentwicklung der disthenfreien Granulite mit der anfangs genannten Mineralassoziaton genauer beschrieben werden.

4.4.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Die Granulite der Mineralassoziaton Granat-Kalifeldspat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz-±Rutil-Titanit±Ilmenit±Apatit±Zirkon±Chlorit±Calcit zeichnen sich durch ein weitgehend geregeltes Gefüge aus. In einigen Partien sind die flach liegenden D₂-Falten noch zu erkennen. In die Quarz-Feldspat-Matrix sind verschiedene Hellglimmer sowie Granat eingeschaltet. Die Granatkörner wachsen spätsynformativ zu D₂ und schließen mitunter Quarzkörner, Hellglimmer und Plagioklas ein. Gesteine dieses Typs aus dem Pockautal bei Zöblitz wurden auch von (Willner et al., 1992, 1994) umfassend untersucht.

Quarz: Die relativ starke strukturelle Heterogenität führt häufig zur Aufteilung des Strains in scherende und einengende Bereiche. Die Quarze kommen sehr feinkörnig und mylonitisiert in Bereichen mit hohem Scherstrain vor. Ihre Korngröße ist dort mit 0,05 bis 0,25 mm sehr gering. Die weitgehend in D₂ geregelten Quarzlagen weisen Korngrößen bis zu 2,5 mm auf. Die Quarze rekristallisieren somit in Abhängigkeit vom Ausmaß ihrer retrograden Überprägung. Rekristallisierte Quarze können Hellglimmer, Biotit oder auch kleine Granatkörner einschließen.

Feldspat: Kleinere Plagioklase sind in der Hauptfoliation S_2 orientiert und mitunter in Granatkörnern eingeschlossen oder treten gemeinsam mit Kalifeldspat in Korrosionszonen zwischen Hellglimmern und deren Biotiträndern auf. Ihre Korngröße schwankt um 0,2 mm. Bis zu 1,3 mm große Plagioklase sind in einer jüngeren Foliationsrichtung orientiert, die S_2 in einem flachen Winkel schneidet. Bis zu 1 mm große Kalifeldspäte, die teilweise auch perthitisch vorliegen, sind in S_2 eingeregelt. An einigen Stellen wird eine Verdrängung von Kalifeldspat durch Plagioklas beobachtet, die zur Myrmekitisierung führt.

Granat:

Die etwa 1 mm großen Granate besitzen eine unregelmäßige Form. In ihnen eingeschlossen kommen Rutil, Hellglimmer, Biotit, Plagioklas, Kalifeldspat, Quarz und Zirkon vor. Kleinere Granatkörner werden mitunter vollständig von Hellglimmer eingehüllt. Die Ränder der Granate sind häufig stark korrodiert, wobei Granat in den Resorptionsbuchten durch Biotit und Quarz verdrängt wird (Abb. 21b).

Hellglimmer:

In der Hauptfoliation orientierte Hellglimmer sind entweder feine, isolierte, zwischen Quarz und Feldspat eingeregelt Plättchen oder größere bis 0,5 mm lange zum Teil randlich korrodierte Schuppen. Kleine Hellglimmer sind in S_3 rekristallisiert.

Biotit:

Die Biotite gliedern sich in verschiedene Generationen mit jeweils charakteristischen optischen, morphologischen und texturellen Merkmalen. Eine ältere Biotitgeneration bildet sich randlich um viele Hellglimmer. In Einbuchtungen von Hellglimmern sind Kalifeldspat, Plagioklas und z.T. Granat zu beobachten. Die Biotite besitzen einen deutlichen Pleochroismus mit einer gelben bis dunkelbraunen Farbe. Nach den texturellen Beobachtungen liegt eine Umwandlung von Hellglimmer I und Granat zu Hellglimmer II, Biotit und Feldspat \pm (Quarz und H_2O) vor, wie sie auch von Heinrich (1982) beschrieben wird. Bei Fortsetzung des Granaterfalls werden die Granate von hellgrünen Biotiten umhüllt, die im Strainschatten oft ohne strenge Orientierung wachsen. Beide Generationen gleichen sich in einigen Bereichen allmählich an.

Opake Minerale:

Rutil findet man in der Matrix und in Granat eingeschlossen. Ein Großteil der Rutilkörner wird von Titanit ummantelt. Daneben sind hauptsächlich in der Matrix Ilmenite und Ilmenit-Rutilverwachsungen zu beobachten.

Akzessorische Minerale:

Apatit, Zirkon, Quarz, Plagioklas, Calcit und an Hellglimmer grenzender Chlorit sind nur in geringem Umfang anzutreffen.

4.4.2 Geochemische Klassifikation und Mineralchemie

Bei vielen analysierten Proben entspricht der Pauschalchemismus S-Typ Graniten.

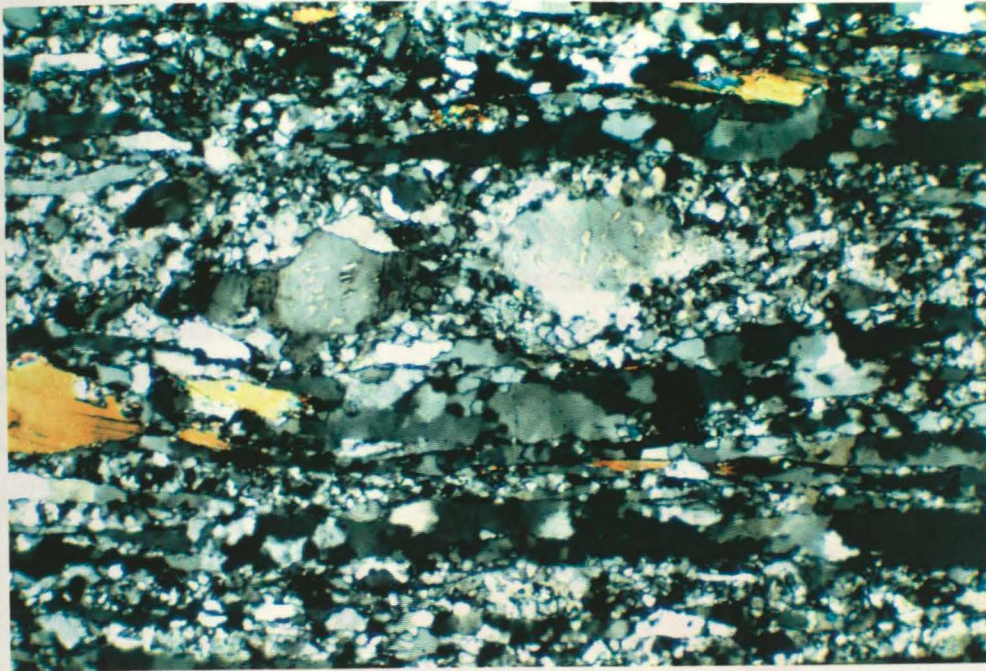


Abb. 21a

Abb. 21b

Abb. 21a: Gefügebild eines Hochtemperatur-Mylonits; Probe E 41; Bildbreite 0,2 cm, x Nic.

Abb. 21b: Granat mit Resorptionssäumen; Probe E29g; Bildbreite 2 mm, II Nic.

Handwritten text on the right side of the page, appearing as bleed-through from the reverse side. The text is mirrored and largely illegible due to fading and bleed-through.

Die geochemischen Analysen dieser Orthogesteine und eine Berechnung der CIPW-Norm sind im Anhang in Tabelle 3 aufgeführt.

Granat:

Die Granate sind zoniert und weisen hohe Grossular- (23-48 Mol %) und Almandingehalte (48-70 Mol %) auf. Die Pyrop- und Spessartingehalte sind mit (1-12 Mol %) bzw. (1,5-10 Mol %) sehr gering. Der Grossulargehalt nimmt vom Kern zum Rand ab. In nur gering retrograd überprägten Proben ist in den Korrosionsbuchten einiger Granatkörner eine erneute Zunahme der Grossularkomponente zu beobachten. In solchen Granaten ist im Randbereich eingeschlossen auch Biotit anzutreffen. Die Fe- und Mg-Gehalte nehmen in den älteren Granatkörnern vom Kern zum Rand zu. Die Ca- und Mg-Verteilung im Granat ist in Abb. 22 aufgeführt.

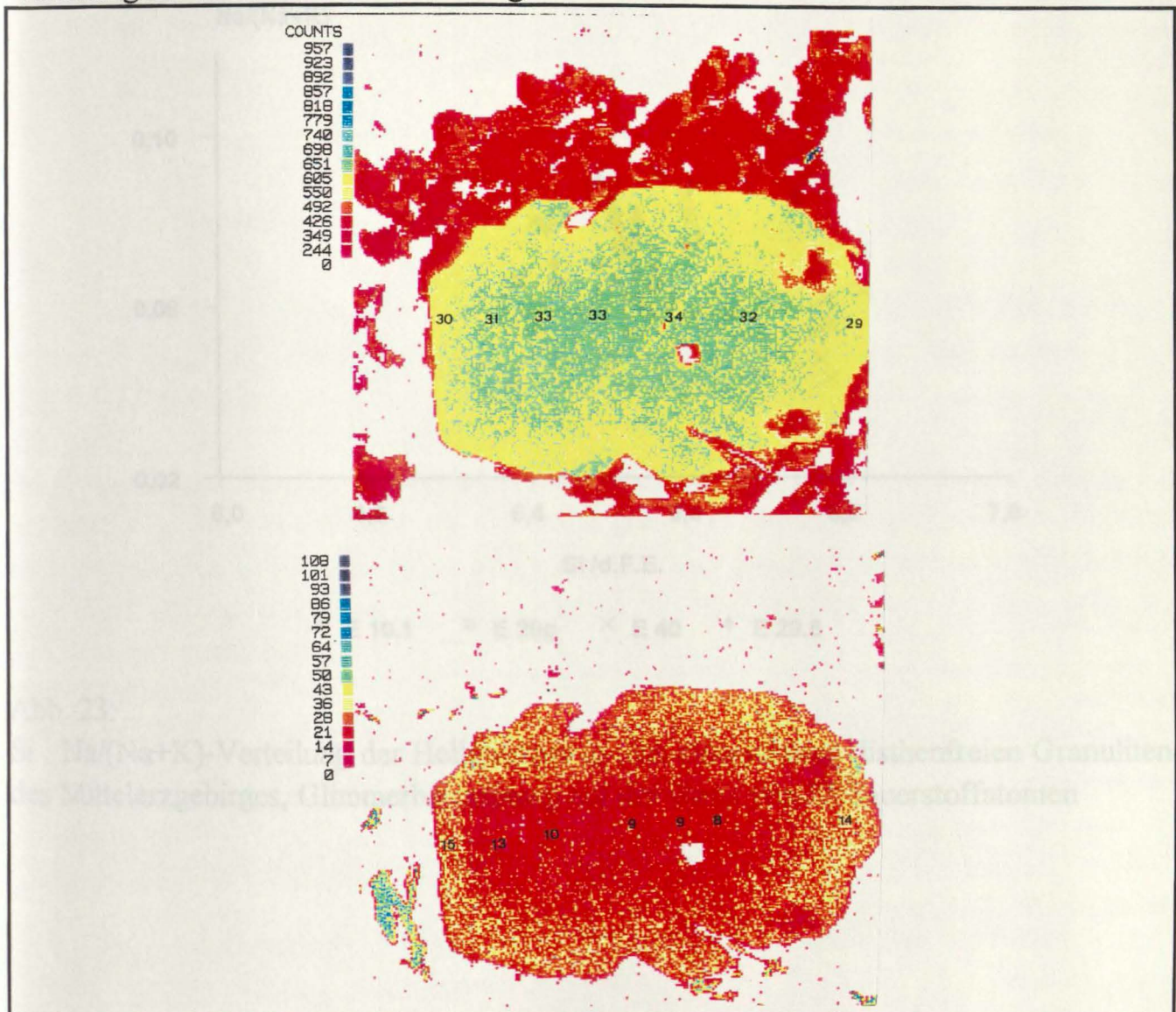


Abb. 22:

Flächenrasteranalyse zeigt Elementverteilung im Granat; Probe E 29g; Bereiche gleicher Farbintensitäten entsprechen ähnlichen relativen Impulsraten von Ca (Bereich: 31-34 Mol % Grs, Bereich: 29-30 Mol % Grs) bzw. Mg (Bereich: 8-13 Mol % Prp; Bereich: 14-15 Mol % Prp)

Die geochemischen Analysen dieser
Vorn sind im Anhang zu Tabelle 1

Granat

Die Granate sind zweiseitig und
Almandinreiche (48-70 Mol %) mit
Mol %) bzw. (1,2-10 Mol %) am
Rand ab, in nur geringem Umfang über
Granatkörner eine gewisse Zersetzung
Granat ist im Randbereich zugegen
Gehalte nehmen in den älteren Granat
Verteilung im Granat ist in Abb. 22



Abb. 22:

Almandinreicher (48-70 Mol %) mit
Mol %) bzw. (1,2-10 Mol %) am
Rand ab, in nur geringem Umfang über
Granatkörner eine gewisse Zersetzung
Granat ist im Randbereich zugegen
Gehalte nehmen in den älteren Granat
Verteilung im Granat ist in Abb. 22

Hellglimmer:

Verschiedene Hellglimmergenerationen können anhand ihrer mineralchemischen Eigenschaften unterschieden werden. Die erste Hellglimmergeneration zeichnet sich durch erhöhte Si- (bis zu 6,8 Si/d.F.E.), Ti-Gehalte (0,1-0,24 Ti/d.F.E.) und niedrige Na-Gehalte aus. In vielen Hellglimmern ist eine Zonierung mit abnehmenden Si-, und $Ti-X_{Mg}$ -Gehalten und ansteigenden Na-Gehalten vom Kern (Hellglimmer I) zum Rand (Hellglimmer II) zu beobachten (Abb. 23, 24). Auf duktilen Scherflächen rekristallisierte Hellglimmer III haben geringere Si- (6,2-6,3 Si/d.F.E.) und Ti- sowie höhere Na-Gehalte als die älteren Hellglimmergenerationen.

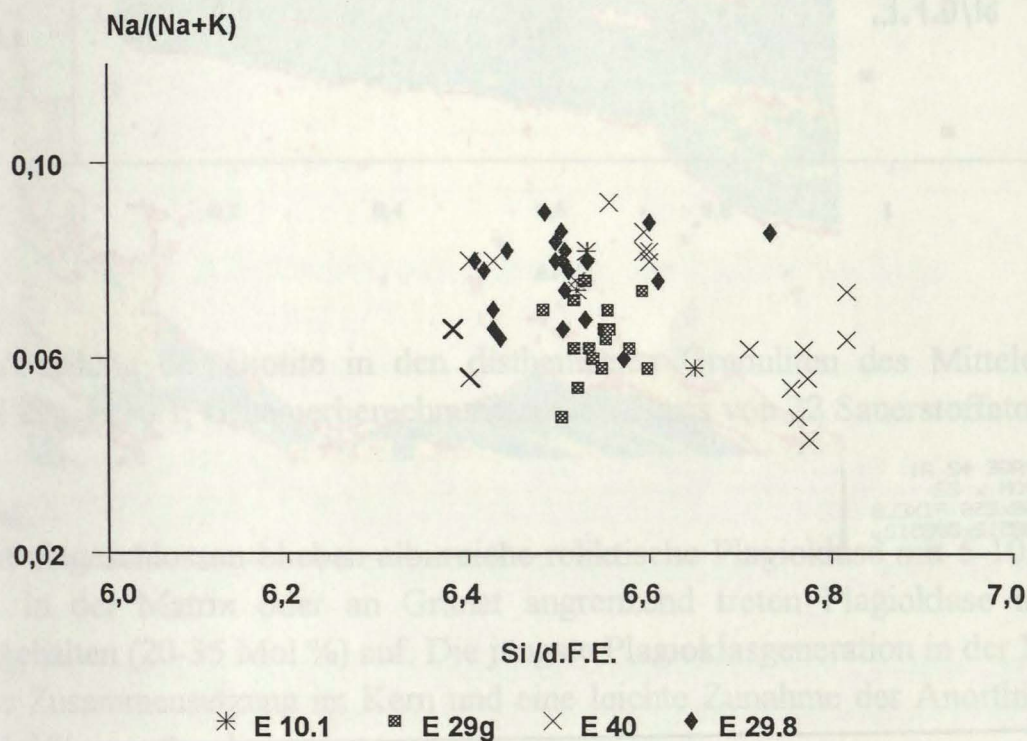


Abb. 23:

Si : Na/(Na+K)-Verteilung der Hellglimmer in den untersuchten disthenfreien Granuliten des Mittelerzgebirges, Glimmerberechnung auf der Basis von 22 Sauerstoffatomen

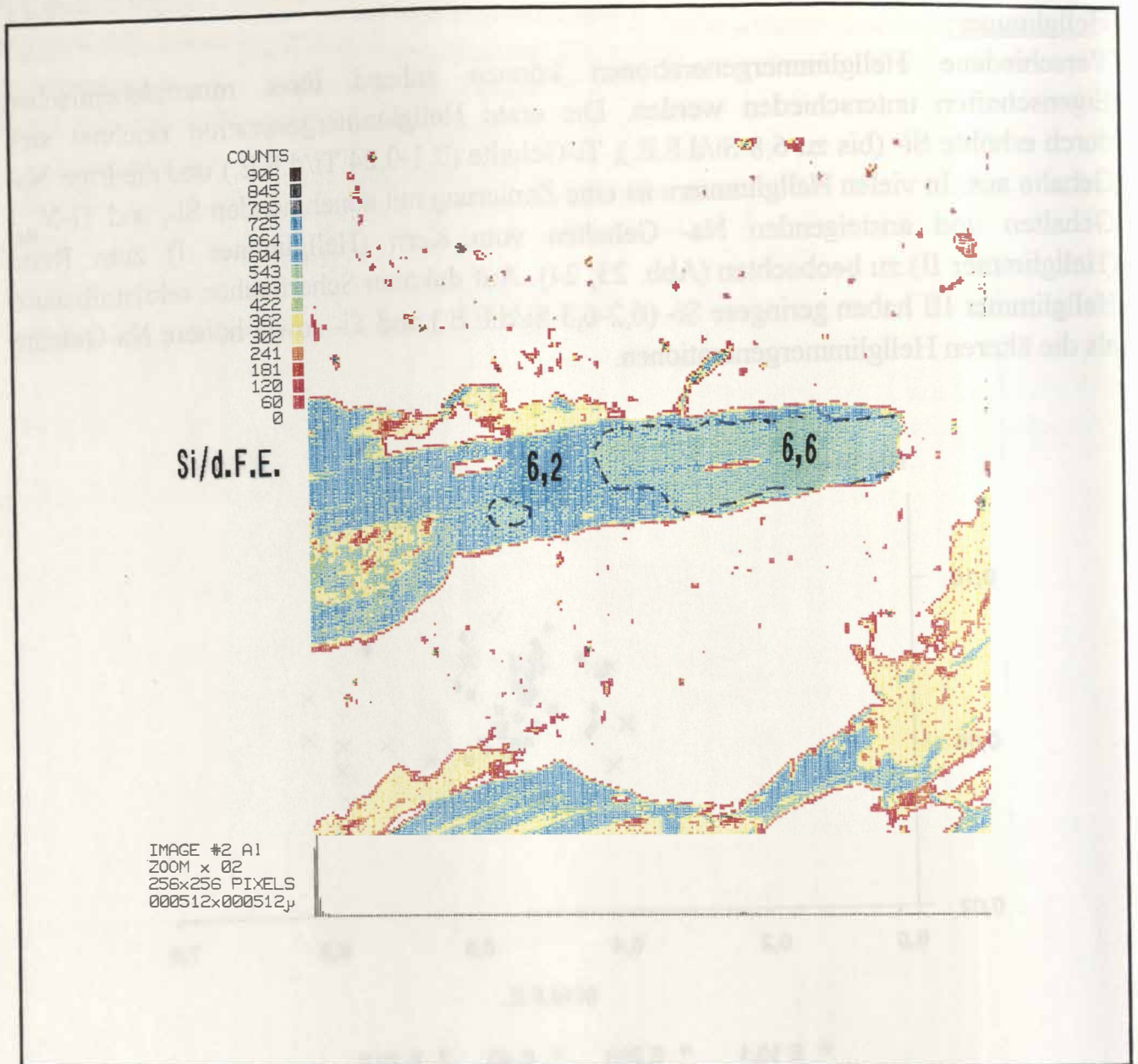


Abb. 24:

Flächenrasteranalyse eines Hellglimmers, Probe E 29g; Gleiche Farbintensitäten entsprechen Bereichen ähnlicher Impulsraten. Gemessen wurden die Intensitäten von Al. Es zeigt sich eine Zonierung mit abnehmenden Si-Gehalten zum Rand des Hellglimmers (hellere Bereiche=höhere Si-Gehalte 6,6-6,7 Si/d.F.E.; dunklere Zonen=Bereiche geringerer Si-Gehalte.6,4-6,2 Si/d.F.E.)

Biotit:

Die X_{Mg} -Werte der Biotite liegen in einem Bereich von 0,35 bis 0,5. Biotite mit den höchsten Titangehalten von 0,4/d.F.E. haben gleichzeitig die niedrigsten Al^{VI} -Gehalte. Mit einer Abnahme der Ti-Gehalte ist eine Zunahme der Al^{VI} -Werte verbunden (Abb. 25).

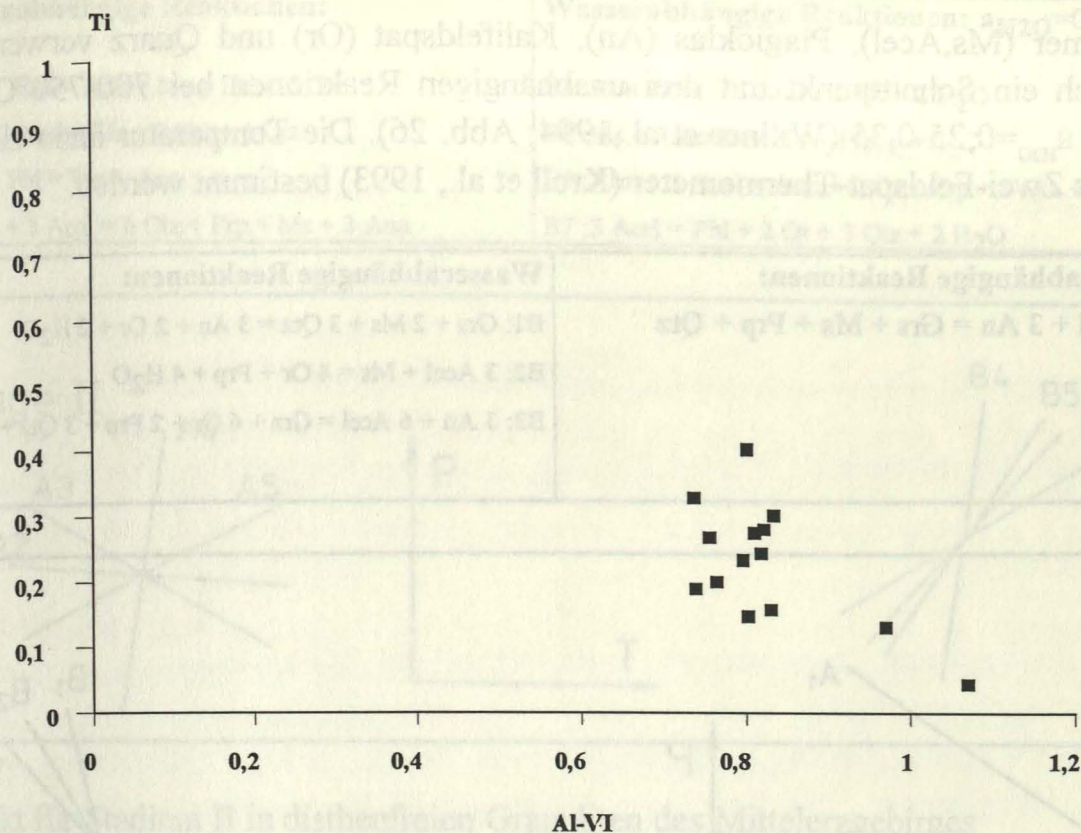


Abb.25 :
 Ti-Al^{VI}-Verteilung der Biotite in den disthenfreien Granuliten des Mittelerzgebirges, Proben E 29g, E 10.1, Glimmerberechnung auf der Basis von 22 Sauerstoffatomen

Plagioklas:

In Granat eingeschlossen blieben albitreiche reliktsche Plagioklase mit 5-10 Mol % An erhalten. In der Matrix oder an Granat angrenzend treten Plagioklase mit höheren Anorthitgehalten (20-35 Mol %) auf. Die jüngste Plagioklasgeneration in der Matrix zeigt albitische Zusammensetzung im Kern und eine leichte Zunahme der Anorthitgehalte bis auf 18 Mol % zum Rand.

Kalifeldspat:

Die Kalifeldspäte sind relativ einheitlich zusammengesetzt. Einschlüsse im Granat und Kalifeldspäte der Matrix weisen 89-94 Mol % Or auf.

4.4.3 Thermobarometrische Untersuchungen

In den disthenfreien Granuliten können die Mineralchemismen zwei Equilibrierungsstadien zugeordnet werden. Zum Stadium I gehören die Kernzusammensetzung von Granat I, Hellglimmer I, Plagioklas I, Kalifeldspat und Quarz. Die Abschätzung der PT-Bedingungen für dieses Stadium erfolgt im TWEEQU-Programm im System K₂O-CaO-FeO-MgO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O mit den angepaßten thermodynamischen Daten für Aluminiumceladonit (Acel) von Massonne (1992). Zur Ableitung der PT-Daten werden die Endglieder der Phasen Granat (Grs,Prp),

Hellglimmer (Ms,Acel), Plagioklas (An), Kalifeldspat (Or) und Quarz verwendet. Es ergibt sich ein Schnittpunkt mit drei unabhängigen Reaktionen bei 700-750°C/ 15-18 kbar und $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,25-0,35$ (Willner et al., 1994, Abb. 26). Die Temperatur kann zusätzlich durch das Zwei-Feldspat-Thermometer (Kroll et al., 1993) bestimmt werden.

Wasserunabhängige Reaktionen:	Wasserabhängige Reaktionen:
A1: $6 \text{ Acel} + 3 \text{ An} = \text{Grs} + \text{Ms} + \text{Prp} + \text{Qtz}$	B1: $\text{Grs} + 2 \text{ Ms} + 3 \text{ Qtz} = 3 \text{ An} + 2 \text{ Or} + 2 \text{ H}_2\text{O}$ B2: $3 \text{ Acel} + \text{ Ms} = 4 \text{ Or} + \text{ Prp} + 4 \text{ H}_2\text{O}$ B3: $3 \text{ An} + 6 \text{ Acel} = \text{Grs} + 6 \text{ Or} + 2 \text{ Prp} + 3 \text{ Qtz} + 6 \text{ H}_2\text{O}$

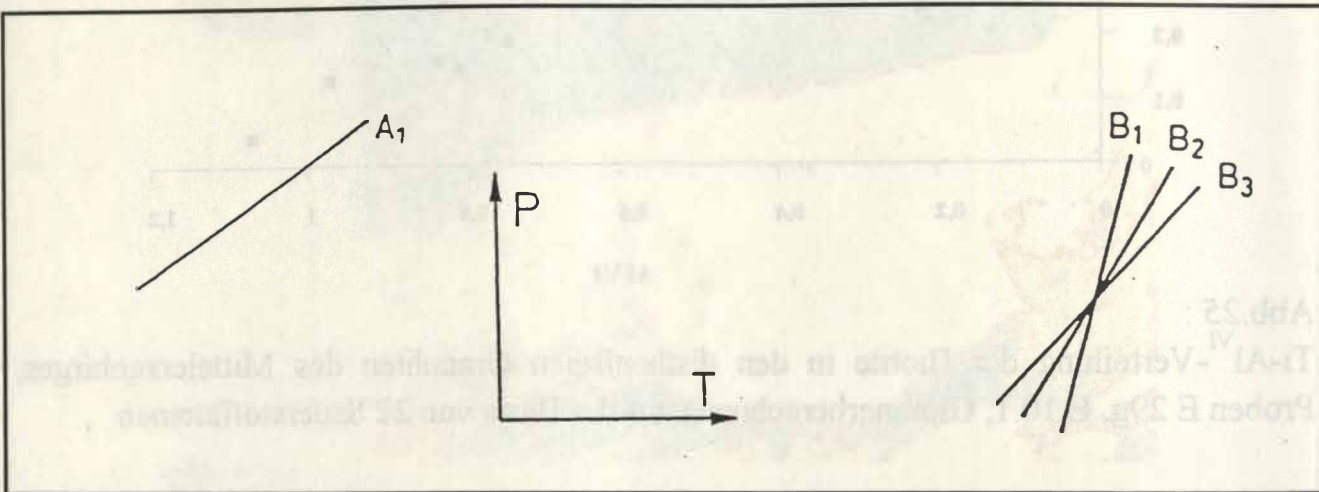


Abb. 26:

PT-Punkt für Stadium I in disthenfreien Granuliten des Mittelerzgebirges

Zur Temperaturabschätzung für Stadium I kann das Granat-Phengit-Thermometer (Green & Hellman, 1982) angewendet werden. Die damit berechneten Temperaturen für Stadium I liegen in einem Bereich von 690-730°C bei einem Druck von 20 kbar.

Zum Stadium II gehören die Randzusammensetzung von Granat I, Hellglimmer II, Biotit, Kalifeldspat und Plagioklas II. Eine PT-Abschätzung für dieses Stadium erfolgt durch die Berechnung multivarianter Gleichgewichte im PTX-Programm. Für die Endglieder der Minerale Granatrand I (Alm,Prp), Hellglimmer II (Ms,Acel), Biotit (Ann,Phl), Kalifeldspat (Or) und Quarz wurden PT-Daten von 600-650°C und 6-8 kbar an verschiedenen Proben ermittelt (Willner, 1992). Die Beteiligung von Kalifeldspat an diesem Gleichgewicht läßt eine semiquantitative Bestimmung der Wasseraktivität für diesen Punkt zu. (Abb. 27):

Wasserunabhängige Reaktionen:	Wasserabhängige Reaktionen: $a_{H_2O}=0,5-0,7$
A2 : Alm + Acel = Ann + Ms + Phl + 6 Qtz	B4 : Ann + Ms = 3 Alm + 2 Or + 2 H ₂ O
A3 : Prp + 3 Acel = Ms + 2 Phl + 6 Qtz	B5 : Ms + 3 Acel = 4 Or + Prp + 4 H ₂ O
A4 : Alm + Phl = Prp + Ann	B6 : Alm + 3 Acel = Ann + 2 Or + Prp + 3 Qtz + 2 H ₂ O
A5 : 2 Alm + 3 Acel = 6 Qtz + Prp + Ms + 2 Ann	B7 : 3 Acel = Phl + 2 Or + 3 Qtz + 2 H ₂ O

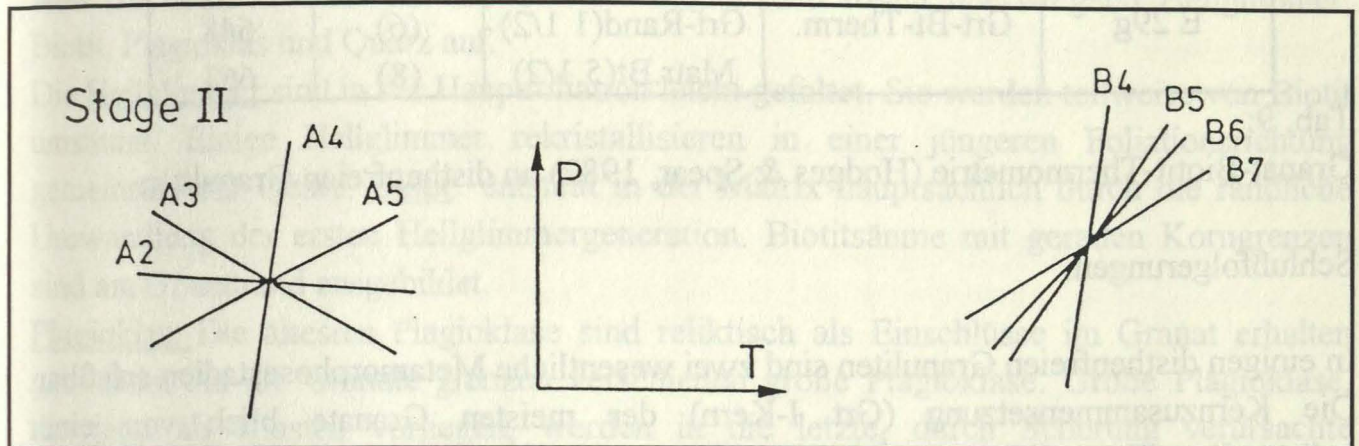
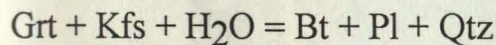


Abb. 27:

PT-Punkt für Stadium II in disthenfreien Granuliten des Mittelerzgebirges

Durch die konventionelle Thermobarometrie wurden Temperaturen von $620 \pm 50^\circ\text{C}$ unter Nutzung des Granat-Phengit-Thermometers (Green & Hellman, 1982) und des Granat-Biotit-Thermometers (Hodges & Spear, 1982) für dieses Stadium berechnet. Die PT-Daten können aus den Proben E 29g, E 29.8, E 26, E 10.1, 35/4R abgeleitet werden (Tab 8,9). Der Granaterfall findet wahrscheinlich entsprechend der Reaktion



statt. Durch Fluideinschlußuntersuchungen belegte PT-Bedingungen spiegeln überwiegend Bedingungen der zweiten Extensionsphase wider und ergeben 2-3 kbar, 400°C .

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T ($^\circ\text{C}$)
E 26	Grt-Ph-Therm.	Grt-Rand(1.1/1)	(6)	652
		Matr.Hgl(4.1/1)	(8)	664
E 29.8	Grt-Ph-Therm.	Grt-Kern(2.1/4)	(15)	696
		Matr. Hgl (19)	(20)	725
		Grt-Rand(2.1/8)	(6)	646
		Matr.Hgl(19)	(8)	657
35/4R	Grt-Ph-Therm.	Grt-Rand(2)	(6)	675
		Matr. Hgl(31)	(8)	687

Tab 8:

Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) an disthenfreien Granuliten

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 10.1	Grt-Bt-Therm.	Grt-Rand(2.1/1)	(6)	638
		Matr.Bt(1.1/2)	(8)	652
E 29.8	Grt-Bt-Therm.	Grt-Rand(2.1/8)	(6)	672
		Matr.Bt(2.2/1)	(8)	687
E 29g	Grt-Bt-Therm.	Grt-Rand(1.1/2)	(6)	648
		Matr.Bt(5.1/2)	(8)	663

Tab. 9:

Granat-Biotit-Thermometrie (Hodges & Spear, 1982) an disthenfreien Granuliten

Schlußfolgerungen:

In einigen disthenfreien Granuliten sind zwei wesentliche Metamorphosestadien erfaßbar. Die Kernzusammensetzung (Grt I-Kern) der meisten Granate blieb von einer vollständigen Reequilibrierung weitgehend verschont. Durch Einschlußphasen in Granat I, wie Pl I, Hellglimmer I und Kalifeldspat kann ein PT-Punkt, der dem Druckmaximum entspricht, bestimmt werden. Diffusionsvorgänge bewirken eine stärkere Überprägung der Granate in Randnähe (Grt I-Rand) während der isothermischen Dekompression. Die Mineralparagenese der Hauptfoliation (Grt I-Rand, Hgl II, Bt, Pl II, Qtz) repräsentiert ein PT-Stadium von 6-8 kbar und $640 \pm 50^\circ\text{C}$. In Proben, die von einer durchgreifenden Hochtemperaturmylonitisierung verschont blieben, besitzen die Granate oft grossularreiche Einbuchtungen am äußeren Rand (Grt II), die mit den angrenzenden Phasen allerdings nicht im Gleichgewicht stehen.

4.5 Metasedimente

4.5.1 Granatführende Glimmerschiefer an der Morgensternhöhe und von Grundau bei Zöblitz

Die granatführenden Glimmerschiefer dieses Typs sind regional nicht nur auf das Gebiet von Zöblitz beschränkt. Kleinere Vorkommen sind im mittleren Erzgebirge z.B. auch in der Nähe von Sayda aufgeschlossen. Diese Glimmerschiefer besitzen, wie bei Grundau, die Mineralassoziaton Granat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz-Rutil-Ilmenit \pm Magnetit \pm Apatit \pm Zirkon. Sie enthalten keinen Kalifeldspat und um 20 Vol % Plagioklas. Auffällig in diesen Gesteinen sind die bis zu 3 cm großen sehr einschlußreichen Granate. Die Einschlüsse im Granat zeichnen eine Internfoliation, die einer älteren Schieferungsrichtung entspricht, nach.

4.5.1.1 Petrographie

Die Granatkörner sind 1-3 cm groß. Sie enthalten viele Quarzeinschlüsse. Weniger häufig kommen Hellglimmer, Plagioklas, Rutil und Ilmenit als Einschlüsse im Granat vor. Zum Teil ist ein gegenseitiges Durchwachsen mehrerer Granatkörner zu beobachten, wie es in Abb. 28 deutlich wird. An die Granate angrenzend treten überwiegend Hellglimmer, Biotit, Plagioklas und Quarz auf.

Die Hellglimmer sind in der Hauptfoliation leicht gefaltet. Sie werden teilweise von Biotit umsäumt. Einige Hellglimmer rekristallisieren in einer jüngeren Foliationsrichtung gemeinsam mit Quarz. Biotit entsteht in der Matrix hauptsächlich durch die randliche Umwandlung der ersten Hellglimmergeneration. Biotitsäume mit geraden Korngrenzen sind am Granatrand ausgebildet.

Plagioklas: Die ältesten Plagioklase sind reliktsch als Einschlüsse im Granat erhalten geblieben. An die Granate grenzen verschieden große Plagioklase. Große Plagioklase, die jetzt als Klasten vorliegen, werden in die letzte, durch Scherung verursachte Schieferung rotiert. Sie besitzen oft Oligoklassäume. Quarz und Hellglimmer rekristallisieren noch in der jüngsten Schieferung (S₃).

An Granat grenzender Chlorit wird ausschließlich retrograd gebildet. Opake Minerale, wie Rutil und Ilmenit, sind Bestandteil der Matrix oder liegen als Einschlüsse in Granat vor. Magnetitkörner sind vorwiegend im Kern großer Granatkörner zu finden.

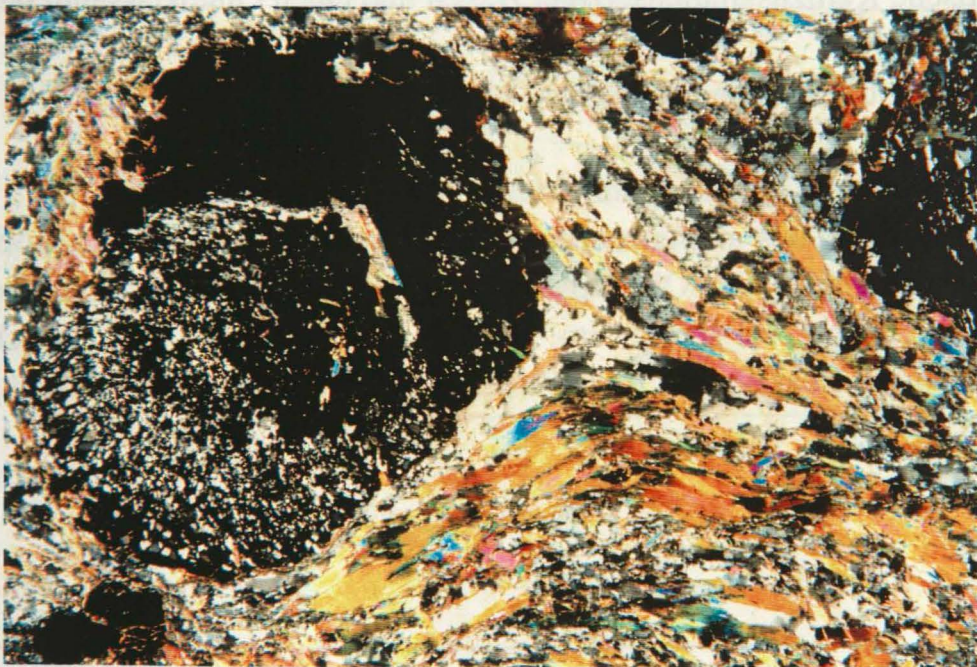


Abb. 28: Zwei sich gegenseitig durchwachsende Granatkörner umgeben von Hellglimmer, Quarz, Plagioklas und Biotit, Probe E 534, Bildbreite 10 mm, x Nic.

4.5.1.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten

Granat:

Die Zonierungsmuster der Granatkörner sind vergleichbar mit Granatzonierungsmustern von granat-plagioklasführenden Glimmerschiefern des Westerzgebirges (Kap. 6). Die Almandingehalte betragen im Kernbereich um 70 Mol %. Der Pyropgehalt des Kernbereiches liegt bei 18 Mol % und der Grossulargehalt bei 10 Mol %. Der Spessartinanteil dieser Granate ist im Kernbereich < 3 Mol %. In Randnähe der Granatkörner ist eine Zunahme der Grossularkomponente auf ca. 16 Mol % zu beobachten. Der Pyropgehalt sinkt dagegen bis auf etwa 10 Mol % ab. Bei Almandin und Spessartin ist keine so eindeutige Änderung des Zonierungsmusters zu beobachten. In Granatrandnähe reagieren Granat und Hellglimmer zu Biotit, Plagioklas und Quarz.

Hellglimmer:

Die erste Hellglimmergeneration weist Si-Gehalte von 6,6-6,7 Si/d.F.E auf. Die jüngeren Hellglimmergenerationen zeigen mit abnehmenden Si-Gehalten eine Erhöhung der Paragonitkomponente.

Plagioklas:

Drei Plagioklasgenerationen sind zu unterscheiden. Die Plagioklaseinschlüsse im Granat besitzen Anorthitgehalte zwischen 8 und 10 Mol %. Anorthitreichere Plagioklase blieben reliktmäßig vor allem an Granat angrenzend erhalten. Dominierend sind Plagioklasklasten, die eine albitische Kernzusammensetzung zeigen und einen Oligoklassaum besitzen.

4.5.1.3 Ableitung der PT-Bedingungen

Für diese Glimmerschiefer kann ein Metamorphosestadium mit Hilfe des Granatrandchemismus, des angrenzenden Plagioklases mit Hellglimmer, Biotit, Rutil und Ilmenit sowie Quarz im TWEEQU-Programm bei 590°C/ 8 kbar bestimmt werden (Abb. 29). Der gewonnene PT-Punkt im TWEEQU-Programm wird durch folgende wasserunabhängige Reaktionen im System $K_2O-CaO-MgO-FeO-TiO_2-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ gebildet:

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 1) $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
- 2) $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
- 3) $\text{Grs} + \text{Ms} + \text{Prp} = \text{Phl} + 3 \text{ An}$
- 4) $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
- 5) $6 \text{ Rt} + \text{Ann} + \text{Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{Ms} + 3 \text{ Qtz}$
- 6) $6 \text{ Rt} + \text{Grs} + 2 \text{ Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{Ms} + 3 \text{ Qtz}$
- 7) $6 \text{ Rt} + \text{Grs} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ Qtz}$
- 8) $6 \text{ Rt} + 2 \text{ Prp} + \text{Grs} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
- 9) $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{ An}$

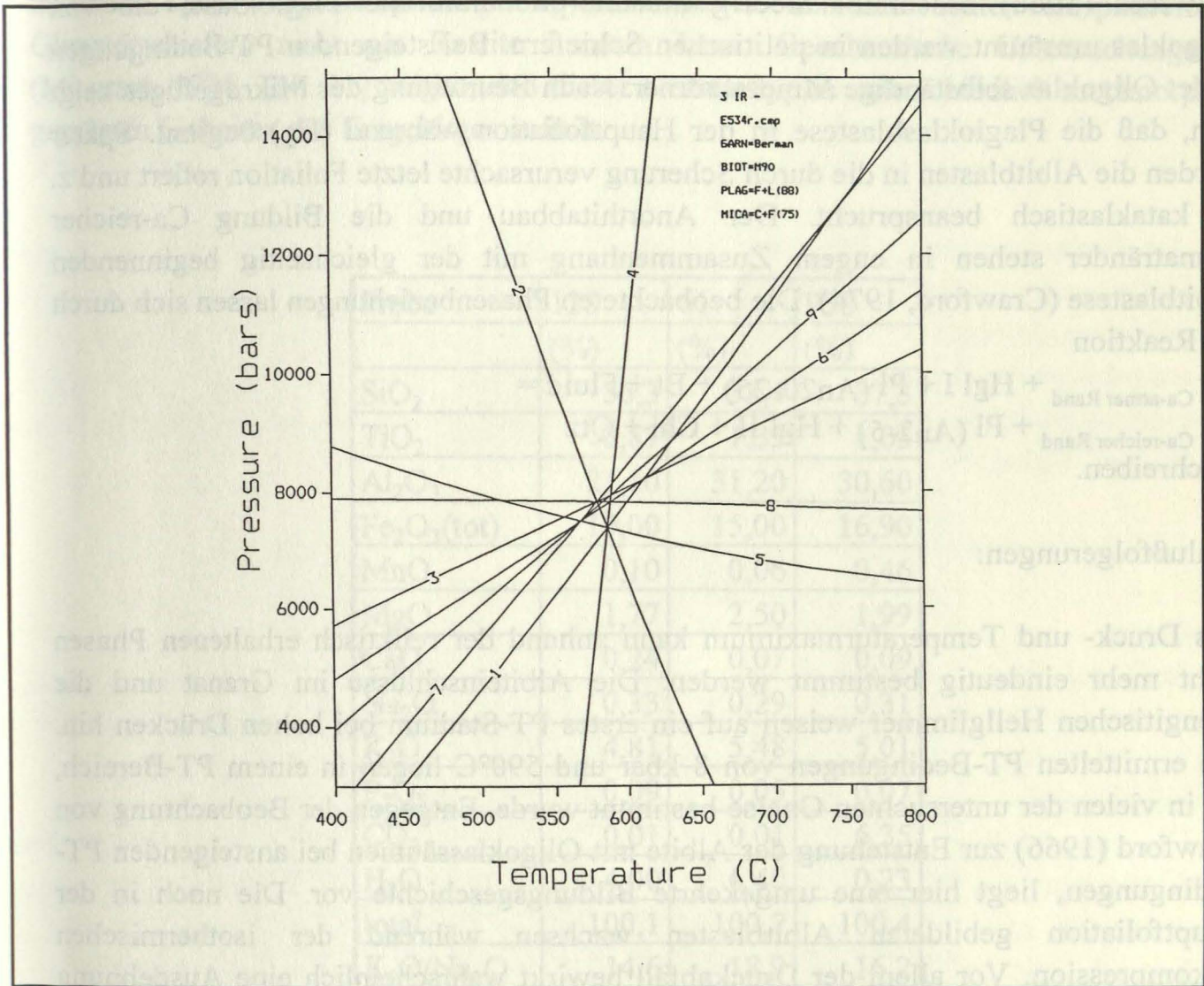


Abb. 29:

PT-Bestimmung für die Paragenese:Grt-Rand, Biotit, Hellglimmer II, Plagioklas II, Quarz der Probe E534, granat-feldspatführende Glimmerschiefer von der Morgensternhöhe bei Zöblitz

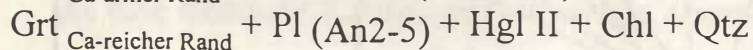
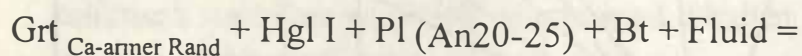
Durch die konventionelle Thermobarometrie können die gleichen Temperaturen für dieses PT-Stadium ermittelt werden (Tab. 10).

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 534	Grt-Ph-Therm.	Grt-Kern(2/14),	15	621
		Hgl I(34)	20	647
E 534	Grt-Ph-Therm.	Grt-Rand(1/22),	6	577
		Hgl II(75)	8	580

Tab. 10:

Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) für granat-plagioklasführende Glimmerschiefer; Probe E 534

Crawford (1966) beschreibt niedrig metamorphe albitische Plagioklase, die von Oligoklas umsäumt werden in pelitischen Schiefen. Bei steigenden PT-Bedingungen bildet Oligoklas selbständige Mineralkörner. Nach Beurteilung des Mikrogefüges zeigt sich, daß die Plagioklasblastese in der Hauptfoliation während (D₂) beginnt. Später werden die Albitblasten in die durch Scherung verursachte letzte Foliation rotiert und z. T. kataklastisch beansprucht. Der Anorthitabbau und die Bildung Ca-reicher Granatränder stehen in engem Zusammenhang mit der gleichzeitig beginnenden Albitblastese (Crawford, 1974). Die beobachteten Phasenbeziehungen lassen sich durch die Reaktion



beschreiben.

Schlußfolgerungen:

Das Druck- und Temperaturmaximum kann anhand der reliktsch erhaltenen Phasen nicht mehr eindeutig bestimmt werden. Die Albiteinschlüsse im Granat und die phengitischen Hellglimmer weisen auf ein erstes PT-Stadium bei hohen Drücken hin. Die ermittelten PT-Bedingungen von 8 kbar und 590°C liegen in einem PT-Bereich, der in vielen der untersuchten Gneise bestimmt wurde. Entgegen der Beobachtung von Crawford (1966) zur Entstehung der Albite mit Oligoklassäumen bei ansteigenden PT-Bedingungen, liegt hier eine umgekehrte Bildungsgeschichte vor. Die noch in der Hauptfoliation gebildeten Albitblasten wachsen während der isothermischen Dekompression. Vor allem der Druckabfall bewirkt wahrscheinlich eine Ausdehnung des Albitstabilitätsfeldes auf Kosten der koexistierenden Phyllosilikate. Das Na der Hellglimmer mit einem höheren Paragonitanteil wird vermutlich in die Albitblasten eingebaut. Die Oligoklassäume könnten durch den späten Granatabbau bei fortschreitender Dekompression durch die Reaktion $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{An}$ (Jamieson & O'Beirne-Ryan, 1991) erklärt werden.

4.5.2 Disthen- und granatführende feldspatfreie Glimmerschiefer

Kleine Vorkommen granatführender feldspatfreier Glimmerschiefer sind als Einschaltungen in Granuliten in der Gneis-Eklogit-Einheit zu finden. Ihr extremer Chemismus mit einem hohen K_2O/Na_2O -Verhältnis und einer Verarmung an Na und Ca sowie einer Anreicherung von Fe und Al (Tab. 10) wird auf eine intensive Verwitterung ihrer Edukte im Liefergebiet zurückgeführt (Mingram, 1994). Bei Schmalzgrube oder Sayda sind sie mit hochmaturen Quarziten, Metarhyolithen (Mingram, 1994), Eklogiten und Marmorvorkommen assoziiert. In Scherzonen mit einer Stoffmobilisation sind in den feldspatfreien Glimmerschiefern ausschließlich Quarzmobilisate ausgebildet. In feldspatführenden Glimmerschiefern sind dagegen neben Quarz- auch Feldspatmobilisate zu finden. Diese Tatsache spricht dafür, daß es sich bei den untersuchten feldspatfreien Glimmerschiefern nicht um Restite handeln kann. Geochemische Untersuchungen (Mingram, 1994, Tab. 11) zeigen, daß dieser Gesteinstyp in unterschiedlich metamorph geprägten Einheiten des Erzgebirges auftritt.

Probe	128	61	P38
	(%)	(%)	(%)
SiO ₂	56,3	38,4	37,3
TiO ₂	0,87	1,33	1,05
Al ₂ O ₃	21,10	31,20	30,60
Fe ₂ O ₃ (tot)	10,00	15,00	16,90
MnO	0,10	0,06	0,46
MgO	1,77	2,50	1,99
CaO	0,24	0,07	0,09
Na ₂ O	0,33	0,29	0,31
K ₂ O	4,81	5,48	5,01
P ₂ O ₅	0,09	0,05	0,07
CO ₂	0,01	0,01	6,35
H ₂ O	4,00	6,40	0,23
total	100,1	100,7	100,4
K ₂ O/Na ₂ O	14,6	18,9	16,2

Tab. 11:

Feldspatfreie Glimmerschiefer und Phyllite aus verschiedenen metamorph geprägten Einheiten des Erzgebirges (Analysen aus Mingram, B., 1994); 128, 126 Glimmerschiefer (Kap. 4,5), P38 Phyllit (Kap. 8)

4.5.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Nordwestlich von Bärenstein und östlich von Sayda sind anstehende Klippen dieser Glimmerschiefer aufgeschlossen.

Zum Mineralbestand gehören Granat, Hellglimmer, Biotit, Quarz, Disthen, Rutil, Ilmenit und Turmalin.

Granat:

In Granat eingeschlossen liegen Biotit (Abb. 30a), Hellglimmer, Rutil und Quarz vor.

Disthen:

Disthen tritt meistens vergesellschaftet mit den Matrixmineralen auf. Häufig wird er von Hellglimmer umsäumt (Abb. 30b) oder grenzt an Granat (Abb. 30c) bzw. Rutil. Als Einschlußphase in Disthen wurde Hellglimmer beobachtet (Abb. 30d).

Glimmer:

Die Matrixhellglimmer werden in einigen Fällen von schmalen Biotiträndern umsäumt. Innerhalb der Quarz-Hellglimmerlagen sind Rutil und Ilmenit gemeinsam vertreten.

Rutil wird mitunter von Ilmenit umschlossen. Feldspat gehört nicht zum Mineralbestand.

Als älteste Minerale können die im Granat eingeschlossenen Reliktphasen von Biotit, Hellglimmer, Quarz und Rutil angesehen werden. Die Gefügeentwicklung entspricht den schon behandelten Gneisen des Mittelerzgebirges. Als gefügeprägende Foliation ist S_2 ausgebildet. In S_2 sind Hellglimmer, Disthen, Rutil, Ilmenit und Quarz eingeregelt. Disthen grenzt mitunter an Granat. In S_3 gesproßte Hellglimmer schneiden S_2 in einem flachen Winkel. In der letzten Foliation rekristallisierte auch Quarz.

4.5.2.2 Mineralchemie

Granat:

Aufgrund ihres Gesamtgesteinschemismus (Na-,Ca-Verarmung, Al-,Fe-Anreicherung) zeigen die Granatkörner dieser Glimmerschiefer eine extreme Zusammensetzung mit 80-85 Mol % Alm, 10-15 Mol % Prp, 1-5 Mol % Grs und < 1 % Sps.

Hellglimmer:

Die phengitischen Hellglimmer weisen mit Si-Gehalten bis zu 6,8 Si/d.F.E. erhöhte Aluminiumceladonit-Gehalte auf. Die Hellglimmereinschlüsse im Granat und an Granat grenzende sowie in S_2 orientierte Hellglimmer zeigen Si-Gehalte zwischen 6,7-6,8 Si/d.F.E., die im Randbereich etwas abnehmen können. In S_3 orientierte Hellglimmer besitzen mit 6,0-6,4 Si/d.F.E. die geringsten Si-Gehalte.

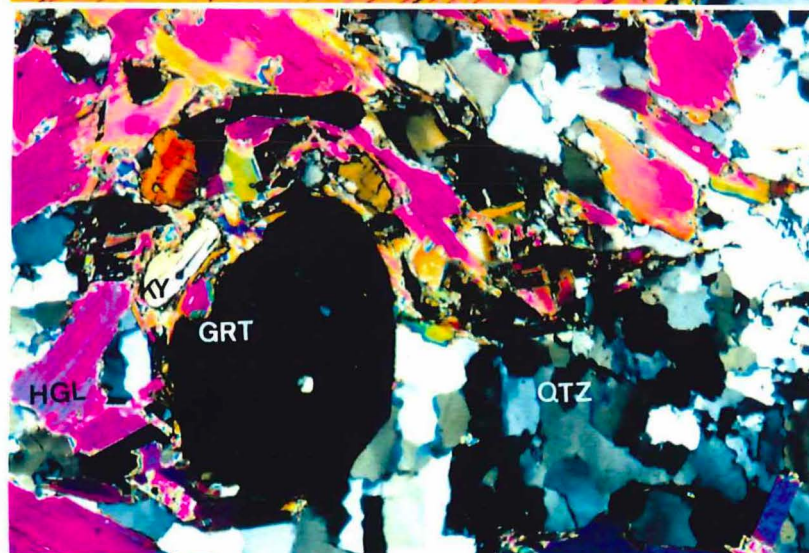
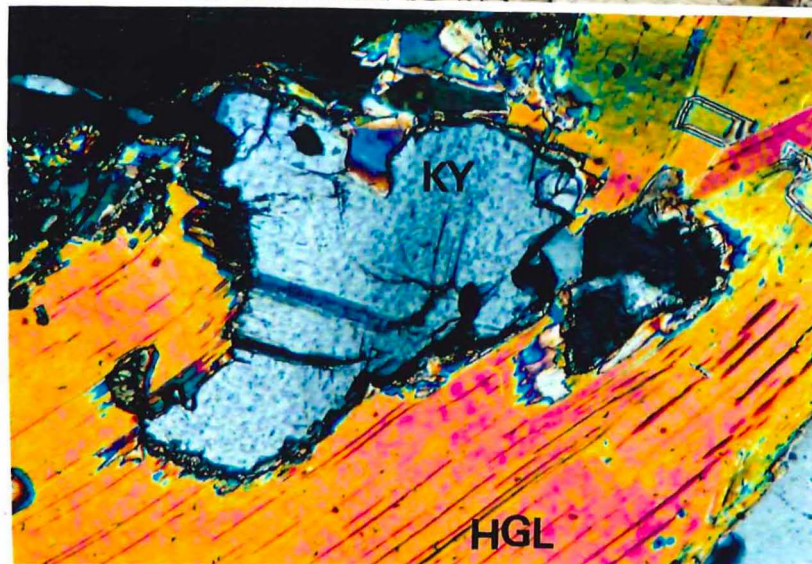


Abb. 30a

Abb. 30b

Abb. 30c

Abb. 30a: Biotit (Bt) als Einschluß in Granat (Grt); Probe E 602; Bildbreite 3 mm, II Nic.

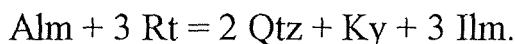
Abb. 30b: Disthen (Ky) umgeben von Hellglimmer (Hgl); Probe E 602; Bildbreite 2 mm, x Nic.

Abb. 30c: Granat (Grt) mit angrenzendem Hellglimmer (Hgl), Disthen (Ky) und Quarz (Qtz); Probe E 602a; Bildbreite 6 mm, x Nic.

4.5.2.3 Ableitung der PT-Bedingungen

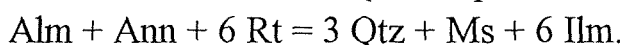
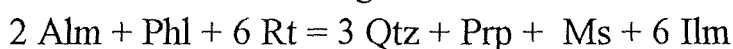
Die Ableitung der PT-Bedingungen kann für die Einschlußphasen im Granat und für die Matrixphasen vorgenommen werden und führt zu folgendem Bild:

Im Granat eingeschlossen sind ausschließlich Rutil, Biotit, Hellglimmer und Quarz. Die Granat-Biotit-Thermometrie für die Einschlußphasen ergibt Temperaturbedingungen von $720 \pm 20^\circ\text{C}$ für Biotiteinschlüsse und angrenzende Granatchemismen (Hodges & Spear, 1982, Tab. 12) Allerdings müssen diese Temperaturen kritisch gewertet werden, da durch die folgende PT-Entwicklung eine weitere Temperaturzunahme angenommen werden muß und unter diesen Bedingungen Diffusionsprozesse zu einem Kationenaustausch und somit zur Ableitung falscher Temperaturen führen können. Die Si-Gehalte der in Granat eingeschlossenen Hellglimmer lassen die Abschätzung von Mindestdrücken um 10 kbar (Massonne, 1990) zu. Die Disthenbildung könnte entsprechend folgender Reaktionen stattgefunden haben (Abb. 30e):



Die Ergebnisse der Granat-Rutil-Alumosilikat-Ilmenit-Quarz-Barometrie (GRAIL) sind in Tab. 13 aufgeführt.

Biotit ist in der Matrix nur sehr wenig randlich um Hellglimmer ausgebildet und steht nicht mit den Matrixphasen Disthen, Hellglimmer, Rutil, Ilmenit und Quarz im Gleichgewicht. Biotit, der hauptsächlich als Einschlußphase im Granat auftritt, wird vermutlich während folgender Reaktionen verbraucht:



Sofern Biotit und Hellglimmer gemeinsam in Granat eingeschlossen auftreten, ist der Mg-Gehalt der an Hellglimmer grenzenden Granatbereiche leicht erhöht. Neben Rutil sind Ilmenit und Quarz zu beobachten. In Bereichen, in denen ausschließlich Biotit als Glimmer im Granat eingeschlossen erscheint, ist nur Rutil und kein Ilmenit als opake Mineralphase ausgebildet.

Die Granat_{Rand}-Phengit-Thermometrie (Green & Hellmann, 1982, Tab. 12) liefert Temperaturen von $620 \pm 20^\circ\text{C}$ bei Mindestdrücken von 10 kbar (Massonne, 1990). In der Probe von Sayda (130/90) wird Disthen randlich oder vollständig in feinfilzigen Hellglimmer umgewandelt.

Die Maximaldrücke lassen sich an diesem Gestein nicht ableiten. Für diese Glimmerschiefer liegen Schmelzeinschlußuntersuchungen vor (Krentz & Thomas, 1990), die für Granateinschlüsse (Hellglimmer und Quarz, die eine Schmelze bilden) im Randbereich der Granate Schmelztemperaturen von $700-735^\circ\text{C}$ anzeigen. Der retrograde PT-Pfad läßt auf eine isothermale Dekompression schließen. Diese Glimmerschiefer kommen assoziiert mit Eklogiten des Mittelerzgebirges vor, für die Schmädicke (1991) maximale PT-Bedingungen von > 20 kbar, $700-730^\circ\text{C}$ ableitet.

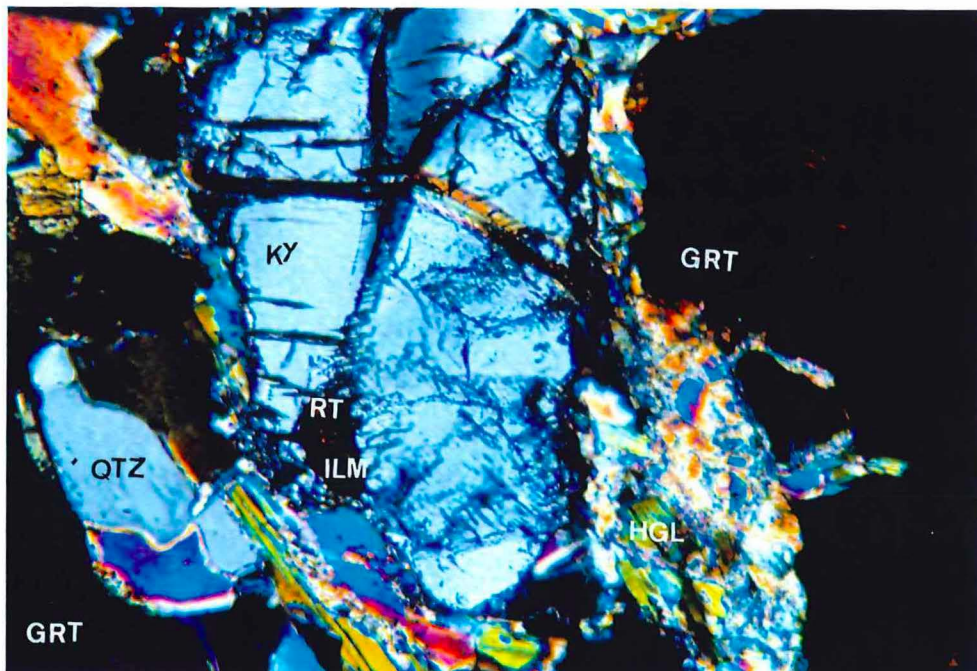
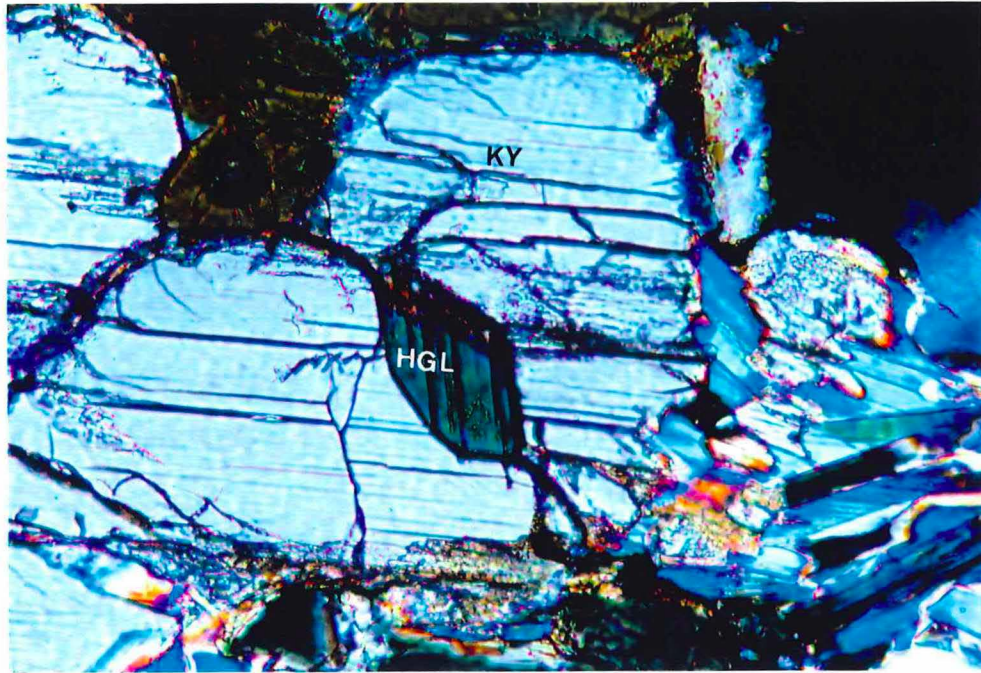


Abb. 30d

Abb. 30e

Abb. 30d: Disthen (Ky) mit Hellglimmereinschluß (Hgl); Probe E 602; Bildbreite 2 mm, x Nic.

Abb. 30e: Reaktion von Granat (Grt) und Rutil (Rt) zu Disthen (Ky), Ilmenit (Ilm) und Quarz (Qtz); Probe E 602a; Bildbreite 0,8 mm; x Nic.

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 602a	Grt-Bt-Therm.	Grt-Zone an Bt (7) Bt-	(6)	704
		Einschl. in Grt (57)	(10)	722
E 602a	Grt-Ph-Therm.	Grt-Rand(3)	(6)	601
		Matr.Hgl(28)	(10)	622
130/90	Grt-Ph-Therm	Grt-Rand(2)	(6)	602
		Matr. Hgl(8)	(10)	623

Tab. 12

Granat-Biotit-Thermometrie ((1) Hodges & Spear, 1982) und Granat-Phengit-Thermometrie ((2) Green & Hellman, 1982) für granat-disthenführende, feldspatfreie Glimmerschiefer

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 602a	GRAIL-Barom.	Grt-Rand(8), Ilm(1)	9,3	(600)
			10,0	(700)

Tab. 13:

GRAIL-Barometrie (Bohlen et al., 1983) an granat-disthenführenden feldspatfreien Glimmerschiefern

4.6 Übergangsbereich Eklogit-Gneis bei Zöblitz

4.6.1 Petrographie und Mikrogefügeuntersuchungen

An der Saidenbachtalsperre und in der Nähe von Zöblitz treten Granulite und Eklogite in engem Kontakt auf. Die Eklogite liegen mitunter in D₂-eingefaltet innerhalb der Granulite vor. Im Kontaktbereich ist eine im cm-Bereich wechselnde Bänderung von Metabasiten mit Granulitlagen zu beobachten. Die Übergänge zeigen die Mineralassoziaton Granat-Klinopyroxen-Amphibol-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz-Zoisit-Epidot-Calcit-Rutil-Ilmenit-Magnetit±Disthen. Klinopyroxen I wird in der Matrix zu Symplektiten aus Klinopyroxen II, Amphibol und Plagioklas umgewandelt.

Granat:

Die Granate besitzen häufig eine unregelmäßige Form und zeigen Reaktionssäume zur symplektitischen Matrix. In ihnen sind Einschlüsse von Klinopyroxen, Hellglimmer, Plagioklas, Kalifeldspat und Rutil beobachtet worden. Die Größe der Granate beträgt etwa 0,5 mm.

Klinopyroxen:

Klinopyroxene sind als Einschlüsse in den Kernen großer Granate, in den Randbereichen und in der symplektitischen Matrix zu beobachten.

Amphibol:

Hornblende entsteht durch die Umwandlung von Klinopyroxen I.

Hellglimmer:

Die Hellglimmer treten in der Matrix und im Granat eingeschlossen auf. Häufig werden sie von Biotit, Plagioklas, und Quarz umsäumt. Randlich sind die Hellglimmer mitunter von Plagioklas umgeben.

Biotit:

Biotit wird durch die Umwandlung der phengitischen Hellglimmer gebildet. Er grenzt auch gemeinsam mit Hellglimmer an Granat.

Plagioklas:

Verschieden große, zum Teil korrodierte Plagioklase kommen benachbart zu Granat, Hellglimmer, Biotit und Quarz vor.

Disthen und Calcit sind seltene Matrixphasen. Zoisit und Epidot grenzen an Granat, Biotit und Hellglimmer. Als opake Minerale treten Magnetit und Rutil im Granat auf. In einigen Fällen umsäumt Titanit Rutilkörner, die gemeinsam mit Ilmenit in der Matrix auftreten. Quarzbänder mit zum Teil buchtigen Rändern durchsetzen die Matrix.

4.6.2 Mineralchemie und Phaseninhomogenitäten

Granat:

Die Granate sind nur gering zoniert (Abb. 31). Ihr Grossulargehalt nimmt vom Kern zum Rand leicht ab (37 Mol % - 34 Mol %). Bei Almandin sind Schwankungen zwischen 42 Mol % und 45 Mol % gemessen worden. Kaum eine Zonierung zeigen Pyrop- mit 20 Mol % und Spessartin mit ca. 1 Mol %.

Klinopyroxen:

Während die Klinopyroxeneinschlüsse in der Nähe der Granatkerne maximal 44 Mol % Jadeit besitzen, ist die zweite Klinopyroxengeneration am Rand der Granatkörner und in der symplektitischen Matrix durch Jadeitgehalte zwischen 17- und 22 Mol % gekennzeichnet.

Glimmer:

Die Si-Gehalte der Hellglimmer schwanken zwischen 6,5 und 6,6 Si/d.F.E.. Die X_{Mg} -Werte liegen im Bereich von 0,5- bis 0,6 und der Paragonitanteil beträgt 2,7 bis 4,2 Mol %. Die X_{Mg} -Werte der Biotite liegen zwischen 0,5-0,6.

Amphibol:

In den Symplektiten bilden sich Amphibole, die anhand der Klassifikation von Leake (1978) als Magnesio-Hornblenden und tschermakitische Hornblenden eingestuft werden (Abb. 32).

Plagioklas:

Zwei verschiedene Plagioklasgenerationen lassen sich durch ihren Mineralchemismus unterscheiden. An Hellglimmer und Granat grenzende Plagioklase zeichnen sich durch

Anorthitgehalte von 12 bis 17 Mol % aus. Größere Matrixplagioklase besitzen Anorthitgehalte um 20 Mol %.

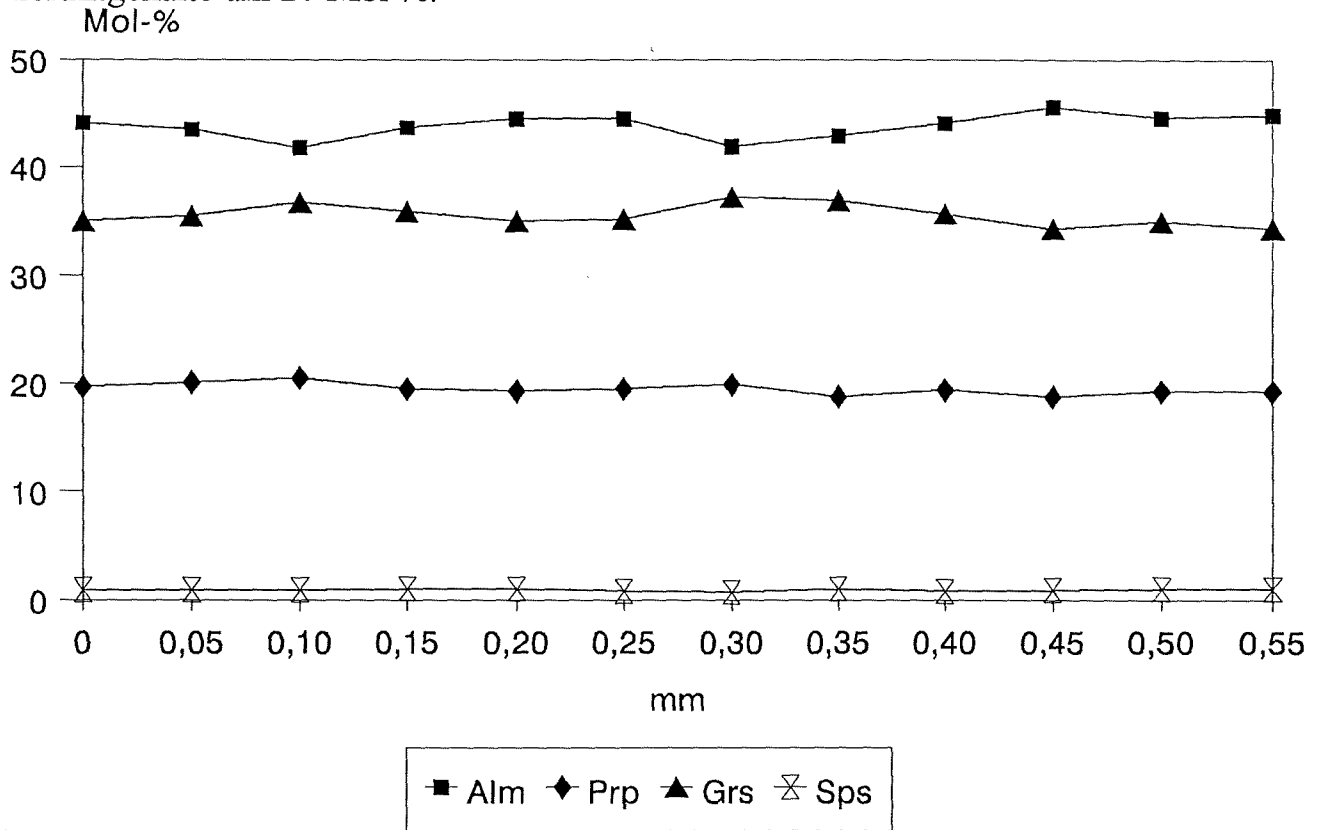


Abb. 31:

Granatzonierung der Probe E 57

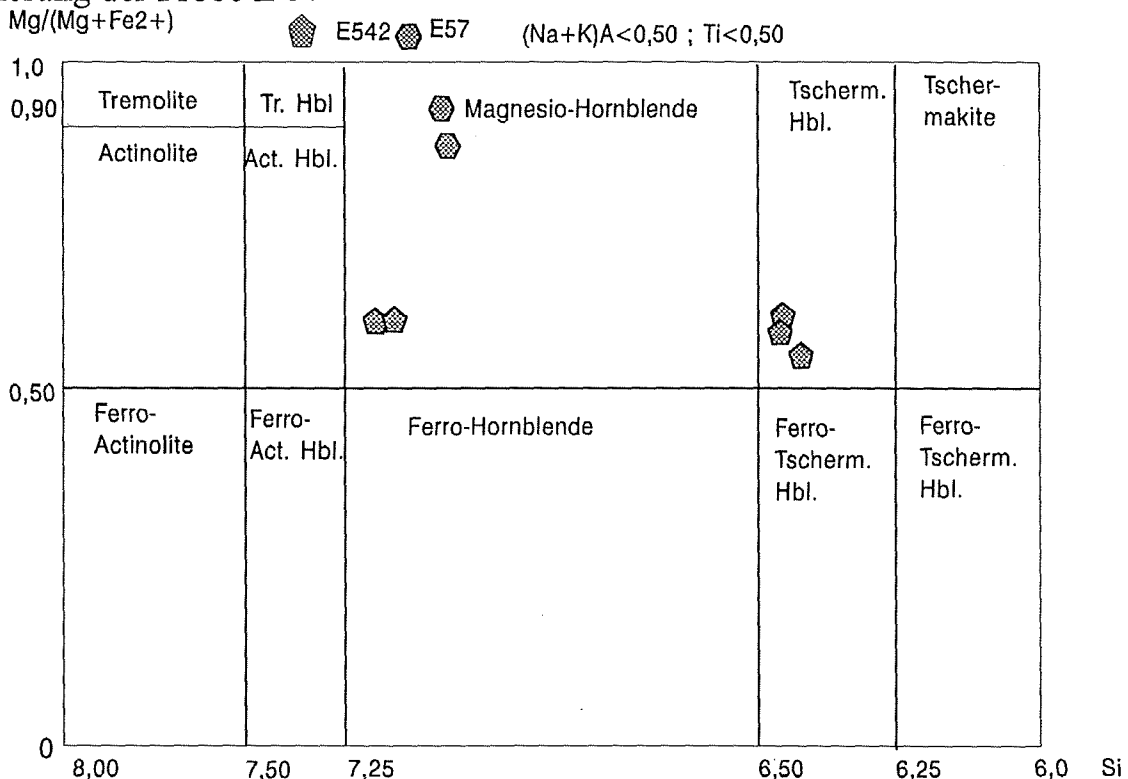
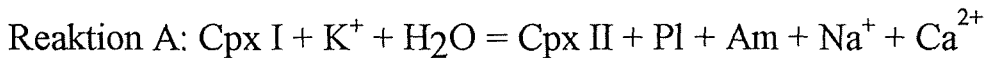


Abb. 32:

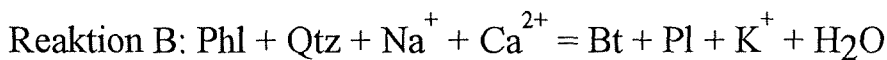
Einteilung der Amphibole nach Leake (1978), Proben E 57, E542 Übergang Eklogit-Gneis bei Zöblitz

4.6.3 Thermobarometrische Untersuchungen

Ein erstes eklogitfazielles Metamorphosestadium blieb in diesen Gesteinen nur noch reliktsch erhalten und umfaßt die Mineralparagenese Granat-Klinopyroxen I-Quarz-Rutil-Hellglimmer±Disthen. Die textuellen Merkmale zeigen ein Metamorphosestadium, das eine Umwandlung von Klinopyroxen I in Symplektit aus Klinopyroxen II, Plagioklas und Amphibol bewirkt. Zu diesem Zeitpunkt erfolgt auch eine Umwandlung von Phengit und Quarz zu Biotit und Plagioklas unter Freisetzung von H₂O. Dabei gehen Na⁺ und Ca²⁺ aus der Reaktion A in die Reaktion B ein (siehe unten) und führen zur Bildung von Biotit und Plagioklas anstatt Kalifeldspat aus Phengit (Abb. 33 a,b).



Die Umwandlung der Hellglimmer in Biotit erfolgt nach der Reaktion:



Eine Druckbestimmung des ersten eklogitfaziellen Metamorphosestadiums kann mittels des Jadeit-Barometers von Holland (1980) und des Jadeit-Albit-Quarz-Barometers (Gasparik & Lindsley, 1980, Tab. 14) erfolgen und spiegelt einen Mindestdruck von ca. 18±1 kbar bei einer Temperatur von ca. 800°C für dieses Stadium wider. Eine Temperaturbestimmung für die Granatkernchemismen und Klinopyroxen I ergibt 800±20°C (Ellis & Green, 1979, Tab. 15). Das Stadium der Symplektitbildung auf dem retrograden PT-Pfad kann durch die Anwendung der Granat-Klinopyroxen-Thermometrie mit 740±10°C (P=15 kbar) (Ellis & Green, 1979, Tab. 15) und durch das Granat-Amphibol-Plagioklas-Quarz-Barometer (Kohn & Spear, 1990, Tab. 16) mit 14±2 kbar bei T=750°C bestimmt werden. Für die Berechnung werden der Granatrand, der Matrixbiotit, der Matrixklinopyroxen II und an Granat grenzender Plagioklas verwendet. Mit den genannten Phasen wurde im TWEEQU-Programm (Berman, 1991) ein PT-Punkt von 790°C bei einem Druck von 15 kbar (Abb. 34) ermittelt. Die Wasseraktivität beträgt an diesem Punkt 0,3.

Probe	Methode	Bemerkung	T (°C)	P (kbar)
E 57	Jd-Ab-Qtz-Bar.	Cpx-I(1),Pl (12)	(750)	17,7
			(800)	18,8
E 57	Jd-Ab-Qtz-Bar	CpxII(10),Pl(36)	(700)	14,2
			(750)	15,0

Tab. 14:

Jadeit-Albit-Quarz-Barometer (Gasparik & Lindsley, 1980), Probe E 57

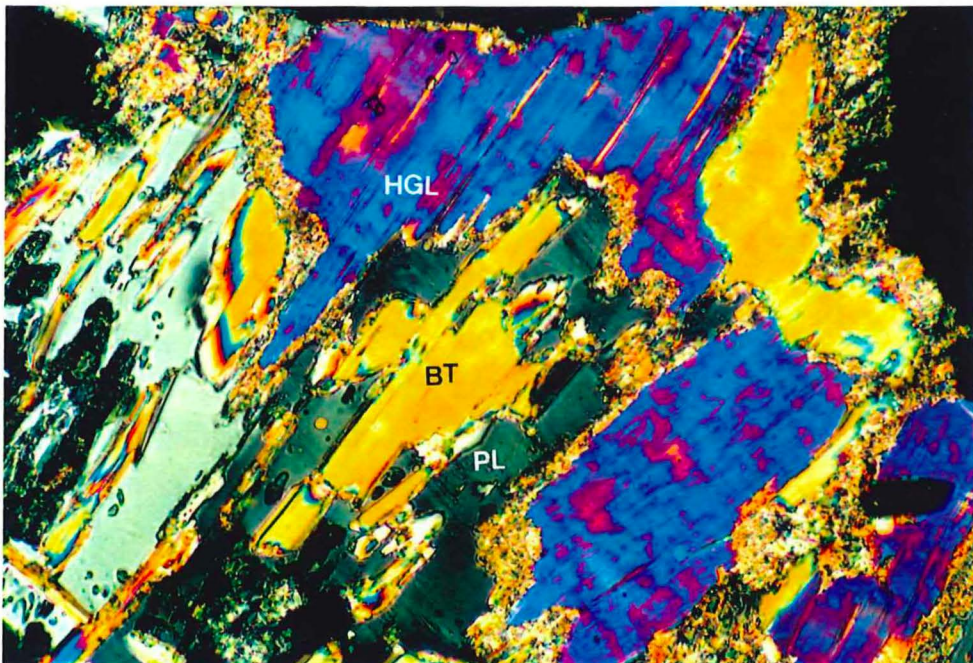
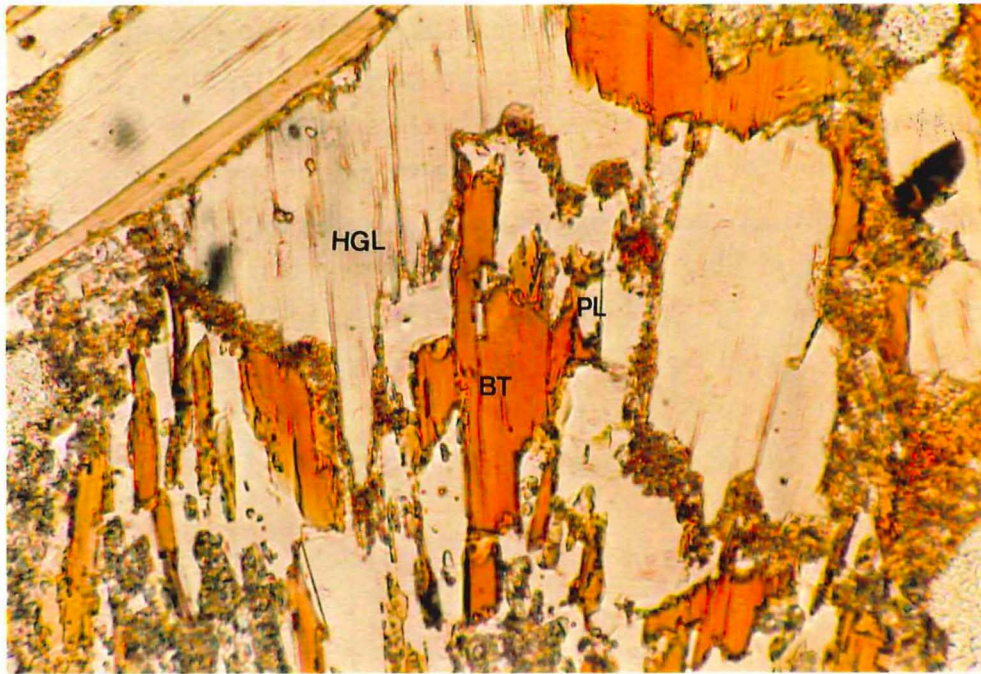


Abb. 33a

Abb. 33b

Abb. 33: Umwandlung von Phengit in Biotit und Plagioklas, Probe E 57, Bildbreite 8 mm, a) // Nic., b) x Nic.

Probe	Methode	Bemerkung	T (°C)	P (kbar)
E 57	Grt-Cpx-Therm.	Grt-Kern(4.1/5),	788	(15)
		CpxII(11)	802	(20)
E 57	Grt-Cpx-Therm.	Grt-Rand(4.1/1),	733	(10)
		CpxII(10)	746	(15)

Tab. 15:

Granat-Klinopyroxen-Thermometer (Ellis & Green, 1979)

Probe	Methode	Bemerkung	T (°C)	P (kbar)
E 57	Grt-Am-Pl-Qtz- Barom.	Grt-Rand(4.1/1)	(750)	$P_{Fe}=14,1; P_{Mg}=12,0$
		Am(1),Pl (2.4/6)	(800)	$P_{Fe}=14,8; P_{Mg}=12,3$

Tab. 16:

Granat-Amphibol-Plagioklas-Quarz-Barometer (Kohn & Spear, 1990)

Schlußfolgerungen:

Die PT-Bedingungen in den Übergangsbereichen von Eklogit und Gneis spiegeln Mindestdrücke von 18 ± 2 kbar bei Temperaturen um 800°C wider. Ein retrogrades PT-Stadium, das einem Zeitpunkt während des Aufstieges der Gesteine entspricht, liegt im Bereich von $750-800^\circ\text{C}$ und 12-15 kbar. Die Umwandlung der Phengite erfolgt unter Freisetzung von Wasser. Das Wasser wird wahrscheinlich bei der Bildung der Amphibole aus Klinopyroxen I verbraucht. Bei der gekoppelten Umwandlung der Phengite und der ersten Klinopyroxengeneration findet ein Austausch der K-, Na- und Ca-Ionen statt, die sich zu diesem Zeitpunkt mobil verhalten. Die Übergangsbereiche unterscheiden sich von den Eklogiten durch das Fehlen einer ersten Amphibolgeneration, durch einen viel höheren Anteil von Quarz und Plagioklas sowie Hellglimmern, die retrograd in Biotit und Feldspat umgewandelt werden.

Schmädicke (1991) leitet die maximalen PT-Daten (> 28 kbar, 850°C) mit Granatpyroxeniten verknüpfter Eklogite aus der Stabilitätsgrenze von Coesit (Mirwald & Massonne, 1980) und dem Granat-Klinopyroxen-Thermometer (Ellis & Green, 1979) ab. Durch ramanspektrometrische Untersuchungen konnte kein Coesit in typischen Einschlüssen im Granat, die auf mögliche Coesitpseudomorphosen hinweisen, nachgewiesen werden (Nasdala, frdl. persönl. Mitteilung). In Eklogiten (siehe auch Massonne, 1992) und Granuliten des mittleren Erzgebirges enthalten diese Einschlüsse Quarz-, Kalifeldspat- oder Plagioklas.

Ob die Eklogite und die angrenzenden sauren Metamorphite bereits in die gleiche Tiefe subduziert wurden, kann nicht eindeutig geklärt werden. Sicher ist, daß sie während des Aufstieges auf dem PT-Pfad zusammentreffen.

Wasserunabhängige Reaktionen:	Wasserabhängige Reaktionen:
4. $\text{Alm} + 3 \text{Di} + 2 \text{Ms} = 3 \text{Qtz} + \text{Phl} + 3 \text{An} + \text{Ann}$	1. $\text{Ms} + 2 \text{Jd} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + 2 \text{Pg} + \text{Qtz}$
7. $2 \text{Alm} + 3 \text{Di} + 2 \text{Ms} = 3 \text{Qtz} + \text{Prp} + 3 \text{An} + 2 \text{Ann}$	2. $\text{Qtz} + \text{Phl} + 4 \text{Jd} + 3 \text{An} + \text{Alm} + 4 \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + \text{Di} + \text{Pg}$
9. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$	3. $\text{Qtz} + \text{Prp} + \text{Jd} + 3 \text{An} + 4 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Di} + 4 \text{Pg}$
10. $3 \text{Di} + 2 \text{Ms} + \text{Prp} = 3 \text{Qtz} + 2 \text{Phl} + 3 \text{An}$	5. $\text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{Jd} + 3 \text{An} + 2 \text{Alm} + 6 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Ann} + 3 \text{Di} + 6 \text{Pg}$
	6. $3 \text{Di} + \text{Ms} + 2 \text{Pg} = 2 \text{Qtz} + \text{Phl} + 2 \text{Jd} + 3 \text{An} + 2 \text{H}_2\text{O}$
	8. $\text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{Jd} + 3 \text{An} + \text{Alm} + 6 \text{H}_2\text{O} = \text{Ann} + 3 \text{Di} + 6 \text{Pg}$
	11. $2 \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{Jd} + 3 \text{An} + 6 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Di} + 6 \text{Pg} + \text{Phl}$
	12. $\text{Prp} + \text{Ms} + 2 \text{Jd} + 2 \text{H}_2\text{O} = 2 \text{Pg} + \text{Phl} + \text{Qtz}$

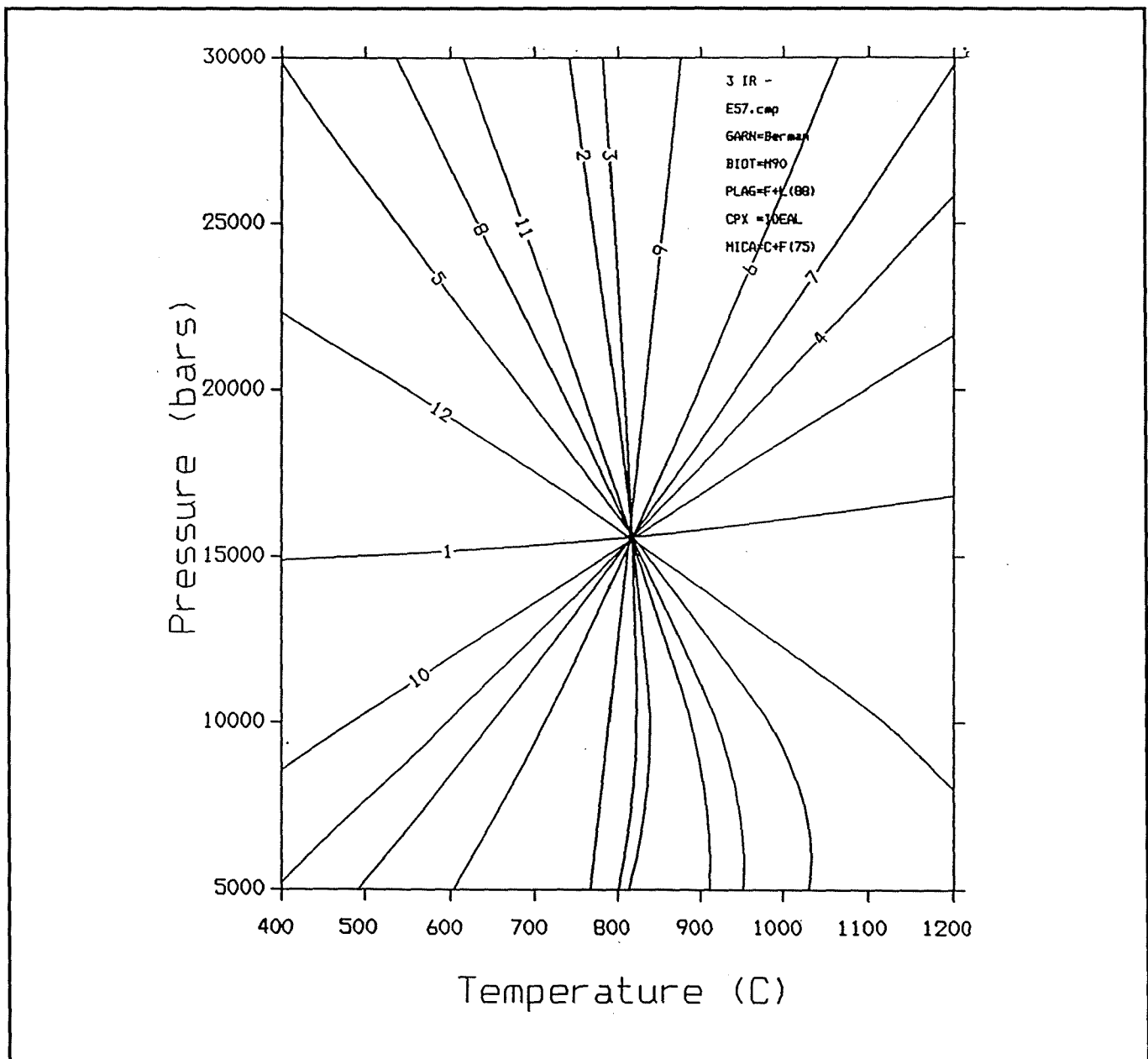


Abb. 34:

Bestimmung eines PT-Punktes für das Symplektitstadium im Übergangsbereich Gneis-Eklogit, Probe E 57, mit Hilfe der TWEEQU-Software

5. Aplitgänge von Oelsen und im Raum Brand Erbisdorf

5.1 Petrographie und Mikrogefüge

Aplitoid-pegmatoide hellglimmerführende Gneise treten gehäuft im Gebiet um Oelsen auf. Meist geringmächtige lagergangartige Vorkommen dieses Gneistyps sind auch in anderen Gebieten anzutreffen. Meistens liegen sie konkordant manchmal auch deutlich diskordant bezogen auf die Hauptfoliation der sie umgebenden Granulite und Gneise vor. Ferner sind boudinierte Körper beobachtet worden. Hofmann (1974) sieht diese aplitischen Gänge als Vorstufe für eine Anatexis an. Kemnitz (1986) interpretiert sie als Bestandteil einer "metatektischen Randzone partiell anatektischer Gneise". Aufgrund der Lagerungsverhältnisse kann man davon ausgehen, daß die aplitoid-pegmatoiden Gneise intrusiver Natur sind (Gotte & Schust, 1988) und nach der Hauptdeformation entstanden. Während der folgenden Deformationsphasen wurden die zuvor intrudierten Gänge metamorph überprägt.

Der Mineralbestand der hier untersuchten Gänge umfaßt Granat-Hellglimmer-Plagioklas-Kalifeldspat-Turmalin±Biotit. Die Matrix ist äußerst feinkörnig und besteht überwiegend aus Quarz und Feldspäten. In der Hauptfoliation sind 0,2 mm große gestreckte Quarz-Plagioklas-Hellglimmer Bereiche ausgebildet. Größere unregelmäßig begrenzte Plagioklase und Kalifeldspäte mit z.T. korrosiven Säumen überwachsen die Hauptfoliation. Außerdem sind rekristallisierte Quarze, 0,4 cm große Hellglimmer und Turmaline und Granatkörner von 1-2 cm Größe zu beobachten.

Granat:

Die Granatkörner können eine Größe bis zu 2 cm im Durchmesser erreichen. Sie liegen entweder idiomorph (Abb. 35) oder in Scherzonen gestreckt vor. Randlich grenzen feinschuppige Hellglimmer, selten Biotit, Quarz sowie Plagioklas an Granat.

Glimmer:

Feinschuppige kleine Hellglimmer sind in Foliationsrichtung orientiert oder an Granat grenzend zu beobachten. Bis zu 1 cm große Hellglimmer überwachsen die Hauptfoliation. Biotitschuppen mit geraden Korngrenzen sind in wenigen Fällen am Granatrand zu beobachten.

Feldspat:

Kleine Plagioklase bilden gemeinsam mit Quarz die Matrix. Bis 0,5 cm große Plagioklase liegen in der Foliationsrichtung gestreckt vor, sind z.T. randlich korrodiert und später zerschert worden. Daneben kommen 0,2-0,5 cm große Kalifeldspäte mit Einschlüssen von Quarz vor. Die großen Hellglimmer wachsen wahrscheinlich auf Kosten der Kalifeldspäte.

5.2 Mineralchemie

Granat: Die Granate sind unzoniert und almandinreich (71 Mol %). Der Spessartingehalt der Granate liegt bei 25 Mol %, Pyrop bei 4 Mol % und Grossular bei weniger als 1 Mol %.

Hellglimmer: Die maximalen Si-Gehalte der Hellglimmer schwanken um 6,4 Si/d.F.E.. Alle großen Hellglimmer sind durch Si-Gehalte zwischen 6,1 und 6,2 Si/d.F.E. gekennzeichnet.

Feldspat: Die Feldspäte besitzen ausschließlich albitische Zusammensetzung. Die Anorthitgehalte der kleinen Matrixplagioklase sind etwas höher als die der Plagioklasblasten. Die Kalifeldspäte zeigen Or-Werte um 90 Mol %.

5.3 Ableitung der PT-Daten

Für eine Berechnung der PT-Daten im TWEEQU-Programm stehen zu wenig Mineralphasen zur Verfügung. Die Temperaturbestimmung mit dem Granat-Phengit-Thermometer (Hynes & Forset, 1988) ergibt für Granatrand und Matrixhellglimmer Temperaturen von $520 \pm 30^\circ\text{C}$ bei einem vorgegebenen Druck von 5 kbar. Diese Drücke können nach Massonne (1990) als Mindestdrücke für diese Mineralparagenese angenommen werden. Das Granat-Phengit-Thermometer (Green & Hellman, 1982) kann aufgrund der hohen Spessartingehalte der Granate nicht verwendet werden.

Schlußfolgerungen:

Anhand der Geländebefunde und petrographischen Merkmale und durch die Ableitung einzelner PT-Daten kann der Zeitpunkt der Intrusion dieser Gneisgänge eingegrenzt werden. Sie intrudierten während der ersten Extensionsphase und bilden konkordant aber auch diskordant zur Hauptfoliation verlaufende Gänge oder Boudins. Die metamorphe Entwicklung verlief anschließend gemeinsam mit den Rahmengesteinen.

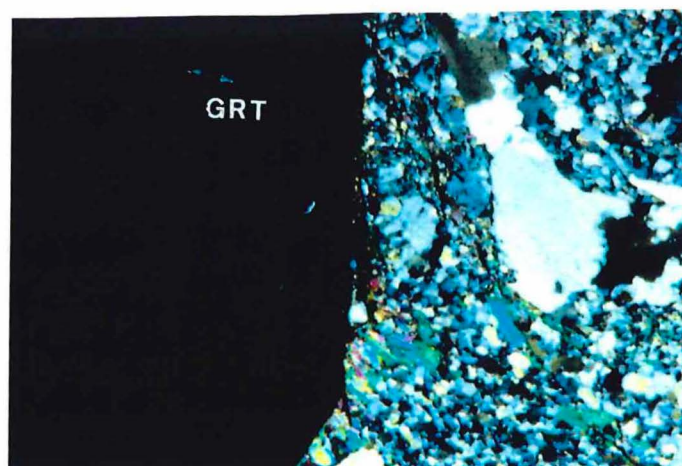


Abb. 35 :

Feinkörnige Grundmasse der aplitoiden Gesteine und idiomorpher Granat an der linken Bildkante, Bildbreite 0,6 mm, x Nic.

6. Teilzusammenfassung

Eine zusammenfassende Darstellung der PT-Pfade der untersuchten Metamorphite mit überwiegender Verbreitung im Mittel Erzgebirge zeigt Abb. 36a.

Die tektonisch tiefste Einheit bilden die beiderseits der Flöha-Zone im Mittel- und Osterzgebirge ausgebildeten Rotgneise von Reitzenhain-Katharinaberg und Sayda. Ob auch die sillimanitführenden Orthogneise von Freiberg und Lauenstein dazu gehören, muß noch geprüft werden. Besonders in den Randbereichen sind Amphibolitlinsen, migmatitische Gneise und feinkörnig rekristallisierte Gneistypen in die Rotgneise eingeschaltet, die Relikte der Rahmengesteine der Intrusivkörper darstellen könnten. Fleckenschiefer wurden amphibolitfaziell überprägt, so daß die typischen kontaktmetamorphenen Minerale jetzt fehlen.

Das Intrusionsalter der Rotgneisedukte beträgt etwa 550 Ma (Kröner et al., 1991). An den Rotgneisen läßt sich nur ein amphibolitfazielles Metamorphoseereignis ableiten. In den eingeschalteten Amphibolitlinsen konnten bisher keine omphazitischen Klinopyroxene nachgewiesen werden, die Anzeichen für eine Hochdruckmetamorphose geben würden. Die abgeleiteten PT-Daten von 6-8 kbar, 550-650°C sprechen für eine amphibolitfazielle Metamorphoseprägung der Amphibolite.

Fluideinschlußuntersuchungen deuten auf ein zweites Metamorphosestadium bei 2-3 kbar und 450°C hin (Krentz, 1982, Frischbutter, 1988).

Dieses Basement wird von der Gneis-Eklogit-Einheit überlagert, in der eine HP-HT Metamorphoseentwicklung nachgewiesen wurde. Die maximalen Druckbedingungen liegen in den untersuchten disthenführenden Granuliten von Zöblitz bei etwa 20 kbar und 830°C, in den disthenfreien Granuliten des Pockautals bei mindestens 16 kbar und 750°C. Granulite mit einer vergleichbaren Entwicklung sind durch Kotkova (1993) aus dem Egertalgraben bekannt. Mit Serpentinitten assoziierte Eklogite in dieser Einheit weisen PT-Bedingungen von 28 kbar und 800°C (Schmädicke et al., 1992) auf. Weiterhin gehören disthenführende feldspatfreie Glimmerschiefer, plagioklasführende Glimmerschiefer sowie graphitführende und geröllführende Gneise zur Gneis-Eklogit-Einheit.

Während das maximale PT-Stadium aufgrund der starken retrograden Überprägung vieler Gesteine nur noch reliktdisch erhalten blieb, ist ein zweites Metamorphosestadium von 6-8 kbar und 600-650°C in allen Gesteinen nachweisbar. Der weitere PT-Verlauf kann durch Fluideinschlußuntersuchungen, die 2-3 kbar und 400-450°C anzeigen, erfaßt werden.

Die im tektonisch Hangenden der Rotgneis-Einheit folgenden Gesteine der Gneis-Eklogit-Einheit wurden wahrscheinlich in mittelkrustalem Niveau auf die Rotgneis-Einheit überschoben. Zur Gneis-Eklogit-Einheit gehört eine Gesteinsassoziation, die sich aus Metarhyolithen, Metabasiten, plagioklasführenden-, feldspatfreien Glimmerschiefern, graphitführenden Gneisen und Metakonglomeraten zusammensetzt. Geochemische

Vergleiche sprechen für ein paläozoisches Eduktalter dieser Gesteine (Mingram, 1994). Verbände ähnlicher Gesteinsassoziationen werden von Stein (1988) im Fichtelgebirge und Franz (1993) im Münchberger Massiv beschrieben.

Das heutige Bild der Rotgneis-Einheit mit präkambrischem Eduktalter und der im Hangenden folgenden Gneis-Eklogit-Einheit mit Gesteinen paläozoischer Eduktalter entstand im Ergebnis einer komplexen metamorphen und tektonischen Entwicklung.

Zunächst intrudierten die magmatischen Vorläufer der Rotgneise von Reitzenhain-Katharinaberg und Sayda bei ca. 550 Ma. Nach einer Subduktion und Deckenstapelung der Gneis-Eklogit-Einheit während einer Kontinent-Kontinent-Kollision gelangte die amphibolitfaziell geprägte Rotgneis-Einheit wahrscheinlich in tektonischen Kontakt mit der sie überlagernden Gneis-Eklogit-Einheit. Das Eduktalter der disthenfreien Granulite der Gneis-Eklogit-Einheit wird mit 480 Ma angegeben (Kröner, frdl. persönl. Mitteilung). Der Krustenverdickung auf mehr als 70 km folgt ein Extensionsprozeß, der beide Einheiten erfaßt. Bei maximalen PT-Bedingungen von 6-8 kbar, 550-650°C der Rotgneis-Einheit und einem dominierenden PT-Stadium von 6-8 kbar, 600-650°C in der Gneis-Eklogit-Einheit nähern sich die PT-Pfade beider Einheiten an. Die Extension verursacht das heute in beiden Einheiten dominierende Gefügebild. Im Verlauf des späten Extensionsprozesses entstehen diskrete Scherzonen, in denen Hellglimmer und Quarz rekristallisieren. Sie zeigen in beiden Einheiten ein PT-Stadium von 2-3 kbar, 400-450°C an. Teilweise hält die Extension bis in den Sprödbereich an. Durch den Extensionsprozeß entstehen die heute sichtbaren Domstrukturen der Reitzenhainer-Katharinaberger und Saydaer Rotgneise.

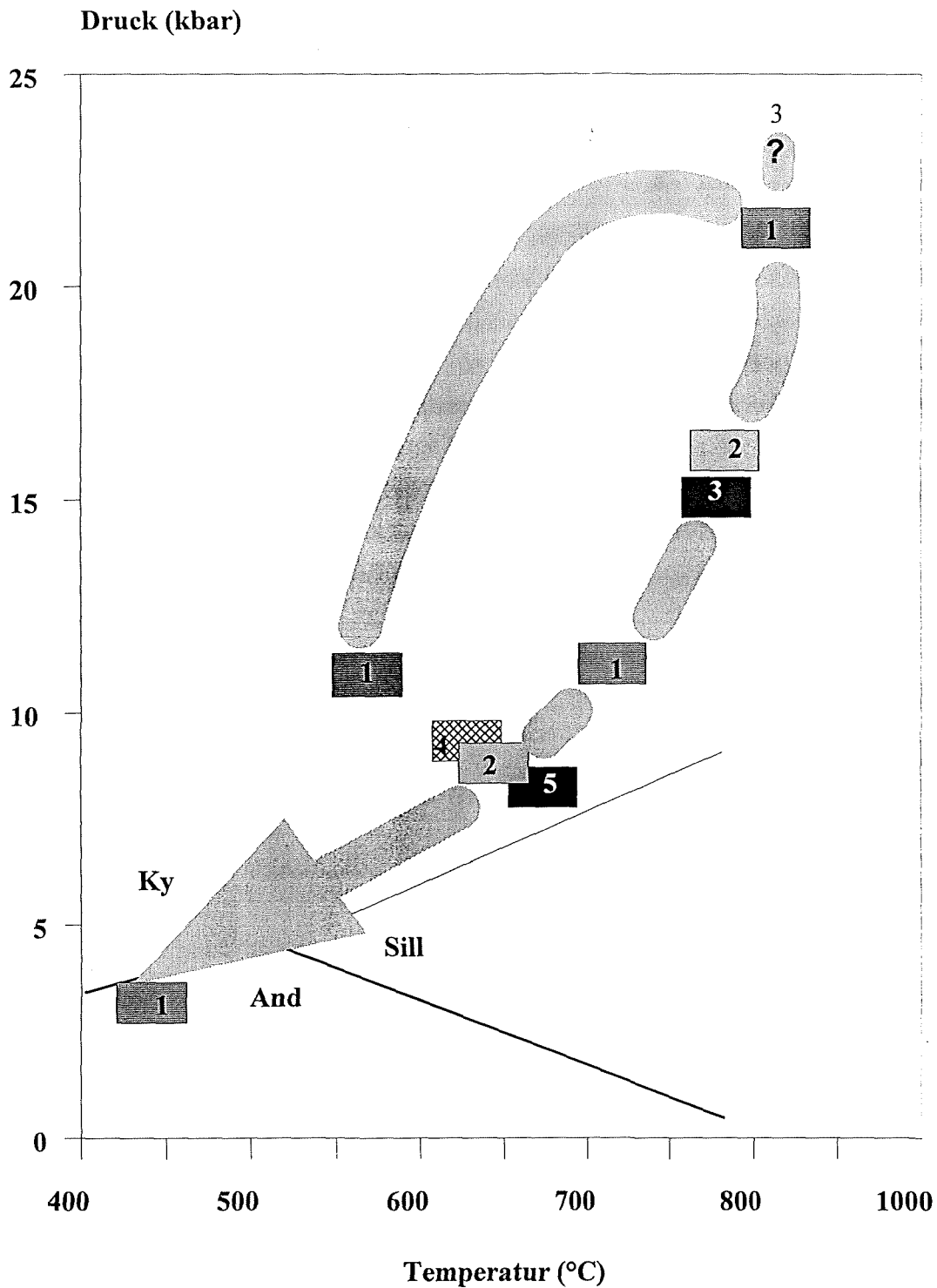


Abb. 36a:

PT-Pfad der Metamorphite mit überwiegender Verbreitung im Mittel- und Osterzgebirge, Gneis-Eklogit-Einheit: 1: disthenführende Granulite (E 3); 2: disthenfreie Granulite (E 29g, E 29.8; E 26; 35/4R) 3: Eklogite (E 57); 4: feldspatfreie Glimmerschiefer (E 602; 130/90); Rotgneis-Einheit: 5: Amphibolitboudins; Al_2SiO_5 -Tripelpunkt nach Holdaway (1971)

7. Metamorphoseentwicklung der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit

7.1. Geologische Situation

Die paläozoische Abfolge der Fazies des Schwarzburger Antiklinoriums Thüringens ist wahrscheinlich in den höher metamorphen Glimmerschiefern, Gneisen und Eklogiten des Westerzgebirge wiederzuerkennen (Mingram, 1994). Dieser Sachverhalt kann durch geochemische Vergleiche belegt werden (Mingram, 1994). Zum Ordovizium der thüringischen Fazies gehören die hochmature Frauenbach-Formation, die Phycoden-Formation (Tremadoc-Arenig) und die graphitführenden Gesteine der Gräfenthaler Serie (Arenig-Ashgill).

Als Äquivalente der Frauenbach-Formation werden die chloritoid-, granatführenden feldspatfreien Glimmerschiefer mit extremen Chemismen, d.h. einer Ca- und Na-Verarmung und Fe-Al-Anreicherung angesehen (Mingram, 1994).

Die typische paläozoische Gesteinsassoziation mit verschiedenen Glimmerschiefertypen, Gneisen, Metabasiten und Marmorvorkommen ist in der Nähe von Grünhain, Elterlein und bei Rehefeld im Osterzgebirge ausgebildet.

Untersucht wurden im SW-Teil des Erzgebirges die Glimmerschiefer aus dem Raum Oberwiesenthal, Geyer und Thum. Weitere Proben sind am Tunnel Bärenstein, im Zschopautal, z.B. bei Scharfenstein, sowie bei Lauta entnommen worden.

In die Glimmerschieferzone sind Orthogneise, Paragneise, Eklogite und Marmorvorkommen eingeschaltet. Eine Beprobung der Orthogneise erfolgte nördlich von Oberwiesenthal bei Siebensäure und Neudorf.

Die Gefügeentwicklung der Glimmerschiefer des Westerzgebirges zeigt Abb. 36b.

Das strukturelle Inventar ist in den Metamorphiten des West- und des Mittelerzgebirges ähnlich. Als ältestes Gefüge ist ein offener bis eng gefalteter Materialwechsel zu beobachten, der durch die Formregelung von älterem Hellglimmer I, durch Quarzsegregationen sowie durch Chloritoid in den chloritoidführenden Glimmerschiefern gekennzeichnet ist und im folgenden mit D₁ bezeichnet wird. Dieses Planargefüge wird um D₂-Falten gefaltet. Die Falten sind durch flache nach W bis WNW einfallende Achsenebenen gekennzeichnet. Die D₂ Faltenachsen streichen um E-W.

Überwiegend parallel zu den Achsenebenen entsteht eine zweite Schieferung. Auf den S₂-Flächen ist ein E-W verlaufendes Streckungslinear zu erkennen. Wie im mittleren Erzgebirge entstand S₂ bei der isothermalen Dekompression, allerdings bei niedrigeren Temperaturen als im Komplex I. Der dominierende Deformationsmechanismus ist das Versetzungskriechen der Phyllosilikate. In den Granatkörnern sind häufig um D₂ gefaltete Quarzeinschlüsse erkennbar.

Lokal ausgebildete, während D₃ entstandene Scherzonen, sind in einem geringen Winkel zu D₂ orientiert und weisen ein Einfallen nach WNW auf. Im folgenden soll die Metamorphoseentwicklung der verschiedenen Glimmerschiefertypen und der Orthogneise detaillierter erörtert werden.

7.2 Glimmerschiefer

7.2.1 Granatzonierung

Granatchemismus und Granatzonierung der verschiedenen Glimmerschiefer werden vor allem durch ihren Gesamtgesteinschemismus bestimmt. In den Fe- und Al-reichen und Ca-Na-verarmten feldspatfreien Glimmerschiefern sind almandinreiche Granate (Alm 80-90 Mol %, Probe E 34b) ausgebildet. Die Granate feldspatführender Glimmerschiefer weisen höhere Grossulargehalte (um 20 Mol %) und Spessartingehalte als die feldspatfreien Glimmerschiefer auf. In den meisten dieser Glimmerschiefer ist eine ausgeprägte Wachstumszonierung nicht mehr erkennbar.

Die Glimmerschiefer zeigen oft einen Wechsel von quarzreichen Lagen und pelitischen Partien. In den quarzreichen Zonen sind eher unregelmäßig geformte, einschlußreiche oder kleine Granate zu beobachten. Aufgrund des geringeren Stoffangebotes, ist in diesen Zonen mit einem langsameren Granatwachstum als in den pelitischen Lagen zu rechnen. Die kleinen Granatkörner der quarzreichen Lagen sind, bedingt durch ihre geringe Korngröße, häufig einer Homogenisierung durch Diffusion ausgesetzt. Schon unterhalb der von Yardley (1989) angegebenen Temperatur von 630±30°C für 1-2 mm große Granate kommt es in diesen Granatkörnern zu einer Homogenisierung (Ikeda, 1993).

In pelitischen Lagen einiger Glimmerschiefer (Probe E 514) wurden idiomorphe Granatkörner mit einem oszillierenden Zonierungsmuster gefunden. Sie weisen eine diskontinuierliche Zunahme von Ca in Randnähe und erneute Abnahme von Ca direkt am Rand auf. Dieser Wechsel des Grossulargehaltes ist wahrscheinlich durch den Abbau einer relativ anorthitreichen Plagioklasgeneration (An 20-24) zu erklären. Dabei ist ein Einbau der Ca-Komponente des Plagioklases im Granat noch oberhalb der Schließungstemperaturen für das Granatsystem möglich.

7.2.2 Granat- feldspatführende Glimmerschiefer

Granat- feldspatführende Glimmerschiefer sind im gesamten Bereich des Westerzgebirges gut aufgeschlossen. Im Süden stehen sie in der Nähe der Pinge Geyer oder an Eisenbahnanschnitten, z.B. am Tunnel Bärenstein, an. Im Zschopautal bilden sie bis zu ca. 30 m hohe Felsklippen. Glimmerschiefer der Mineralassoziaton Granat-Plagioklas-Hellglimmer- Quarz- Chlorit- Rutil- Ilmenit± Kalifeldspat± Biotit± Turmalin± Zirkon± Apatit wurden am Tunnel Bärenstein (E 251), an der Pinge Geyer (E 56), im Zschopautal in der Umgebung von Scharfenstein (E 52, E 52.7, E 52.8, E 53) und in der

Nähe von Lauta (E 25) beprobt. In einigen Glimmerschieferarten wird die Schieferung durch organisch gebildeten Kohlenstoff nachgezeichnet (Abb. 37).

7.2.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

In S_1 eingeregelt sind Hellglimmer (Abb. 38) und Quarz zu beobachten. Parallel zu den Faltenachsenschenkeln von S_1 entsteht infolge der D_2 -Deformation eine zweite Schieferung. In dieser sind vor allem Hellglimmer und Quarz, aber auch Rutil, Ilmenit, Turmalin, Biotit, \pm Kalifeldspat und ein älterer Plagioklas eingeregelt. Die Granatkörner schließen noch in D_1 gefaltete Rutil- und Ilmenitkörner ein. Eine dritte Deformationsphase bewirkt die Ausbildung eines S-C-Gefüges, das S_2 in einem flachen Winkel schneidet. Die Scherzonen und das Linear zeigen ein WNW Einfallen an. Die Scherzonen bilden sich besonders durch die Rekristallisation von Quarz und Hellglimmer. In S_3 orientierte Albitblasten schließen Granat, Quarz, Hellglimmer, Rutil und Ilmenit ein (Abb. 39).

Granat:

Der Granat zeigt in einigen Bereichen eine idiomorphe Ausbildung (Abb. 40). Besonders in glimmerreichen Zonen mit hohem Scherstrain wird Granat abgebaut (Abb. 41). Plagioklas, Hellglimmer I, Rutil, Ilmenit und Quarz wurden als Einschlüsse in den Granatkörnern beobachtet.

Hellglimmer:

Hellglimmer I ist in der mikrogefalteten ersten Foliation ausgebildet. Er tritt auch als Einschluß im Granat auf. Hellglimmer II ist parallel zu S_2 orientiert. Er ist matrixbildend und zeichnet gemeinsam mit Quarz die zweite Schieferungsrichtung nach. Hellglimmer III liegt in S_3 rekristallisiert vor.

Biotit:

Biotite können sich randlich um Hellglimmer I bilden oder grenzen an Granat. Sie sind als geknickte und zerrissene Tafeln ausgebildet.

Feldspat:

In wenigen Proben ist reliktscher Plagioklas als Einschluß im Granat, an Granat angrenzend oder in der Matrix noch erhalten geblieben. Albitblasten mit Einschlüssen, die eine Kleinfaltung nachzeichnen können, schneiden die erste und zweite Foliation. Sie werden in eine Foliationsrichtung mit Abschiebungskinetik rotiert. Einige Proben weisen an Hellglimmer grenzende oder in Turmalin eingeschlossene Kalifeldspäte auf.

Chlorit:

Chlorit entsteht besonders im Ergebnis des Granatabbaus.

Turmalin:

Turmaline mit Einschlüssen von Granat, Rutil, Kalifeldspat und Hellglimmer sind in S_2 gewachsen.

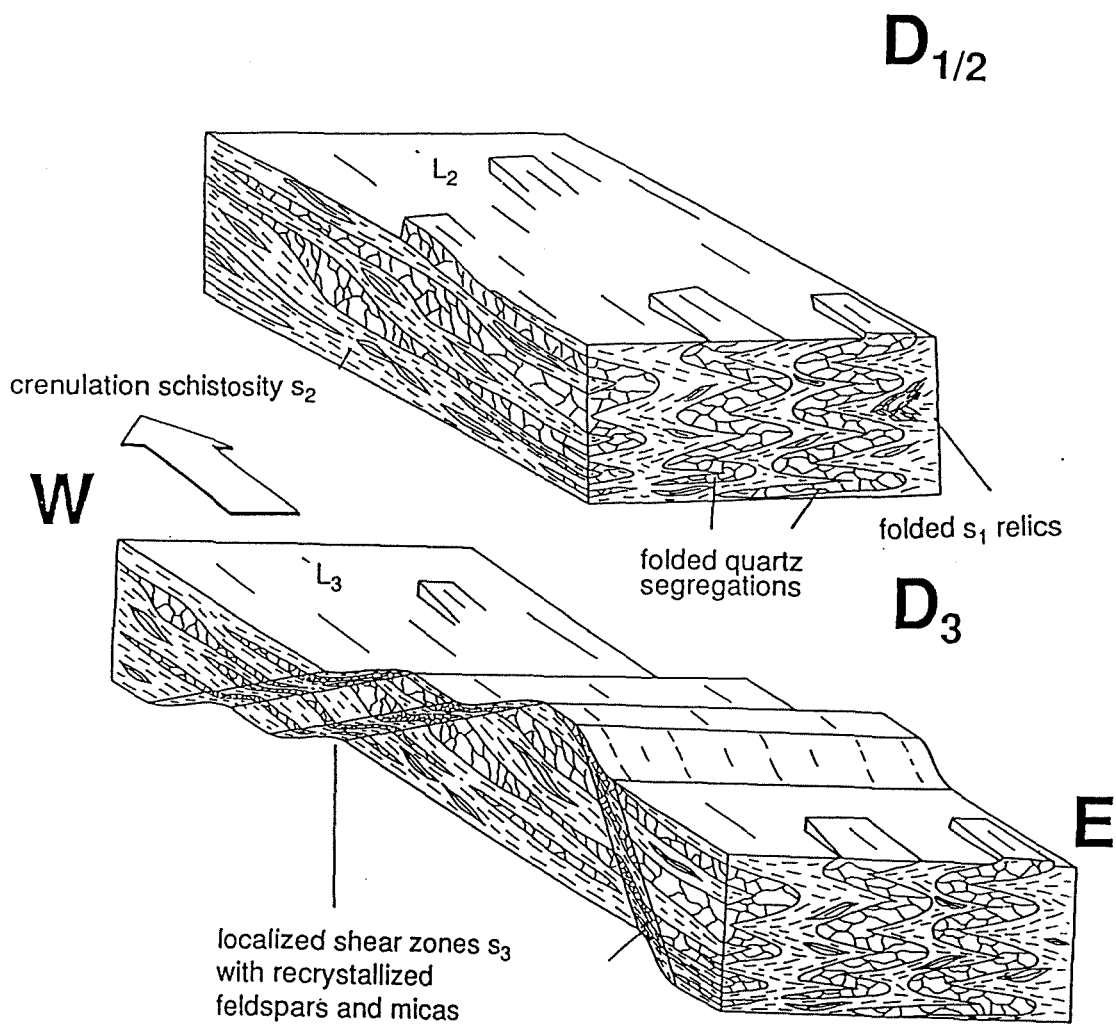


Abb. 36:

Gefügeentwicklung der Glimmerschiefer des Westerbjerges nach Krohe (1991), $D_{1/2}$ erhalten gebliebene gefaltete Quarz-(Qtz)-Hellglimmer-(Hgl)-Chloritoid-Relikte (Ctd), D_3 lokal ausgebildete Scherzonen, in denen Quarz und Hellglimmer noch rekristallisieren

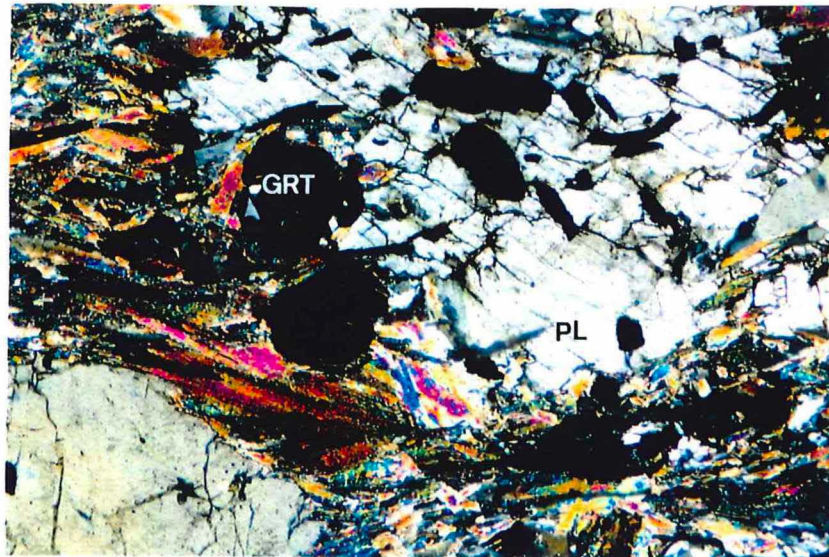
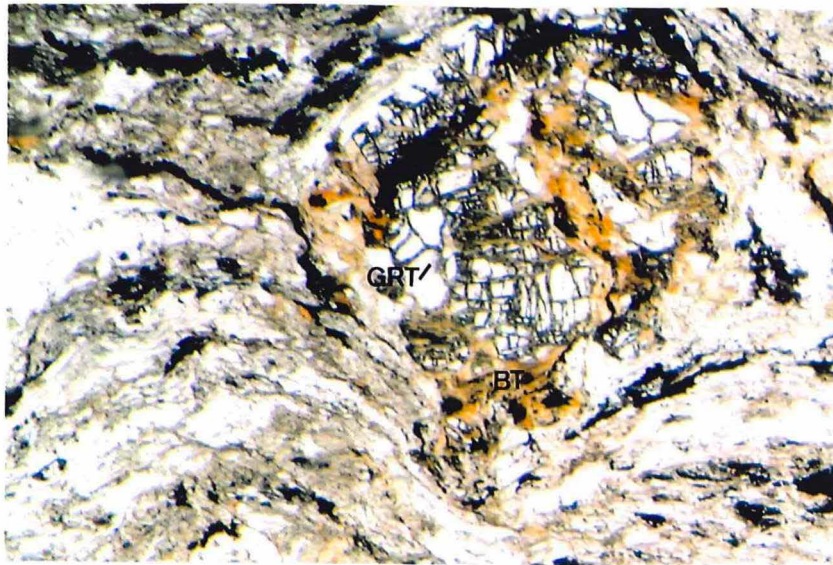


Abb. 37
 Abb. 38
 Abb. 39

Abb. 37: Gefaltete Hellglimmer in Glimmerschiefern, REM-Aufnahme; Bildbreite 300µm
 Abb. 38: Kohlenstoffhaltiger Glimmerschiefer aus dem Westerzgebirge; Bildbreite 8 mm; x Nic.
 Abb. 39: In Albit eingeschlossener Granat, Hellglimmer und Ilmenit aus einem Glimmerschiefer; Bildbreite 8 mm; x Nic.

Rutil und Ilmenit sind in S₁ als auch in S₂ gemeinsam vertreten. Die Quarzlagen bestehen aus rekristallisierten optisch "strain"-freien Einzelkörnern mit regelmäßiger Korngrößenverteilung.

Eine Probe (E 52) besitzt Klinopyroxen als Einschluß im Granat.

7.2.2.2 Gesamtgesteinsanalyse und Mineralchemie

Geochemische Gesamtgesteinsanalysen

Die beprobten Glimmerschiefer (Anhang, Tab. 1) weisen SiO₂-Gehalte zwischen 60- und 70 % auf. Ihr Al₂O₃-Gehalt schwankt zwischen 13- und 16 % und ist niedriger als in chloritoidführenden Glimmerschiefern (Kap. 7.3). Die MgO- und Na₂O-Gehalte liegen im Bereich von 2 % und K₂O zwischen 3 und 4 %. Die paragenetischen Verhältnisse und der Gesamtgesteinschemismus sind in Abb. 42 dargestellt.

Mineralchemie

Granat:

Die Granate sind almandinreich. Ihr Almandingehalt variiert in verschiedenen Proben zwischen 70- und 80 Mol %. In den meisten Proben ist eine leichte Zunahme der Almandinkomponente vom Kern zum Rand zu beobachten. Die Grossulargehalte der untersuchten granatführenden Glimmerschiefer schwanken zwischen 10- und 20 Mol %. In vielen Fällen wird eine leichte Abnahme der Grossularkomponente vom Kern zum Rand erkennbar. Die Spessartin- und Pyropgehalte betragen nicht mehr als 5 Mol %, wobei oft eine leichte Zunahme der Pyropgehalte und Abnahme der Spessartingehalte auftritt (Abb. 43, 47).

Hellglimmer:

Die chemische Zusammensetzung der Hellglimmer hängt von ihrer Bildung während der Gefügeentwicklung ab. Die älteste in S₁ orientierte Hellglimmergeneration zeichnet sich durch die höchsten Si-Gehalte um 6,6 Si/d.F.E. aus. Gleichzeitig besitzen sie die niedrigsten Paragonitgehalte. In den in S₂ orientierten Hellglimmern ist der Paragonitanteil höher (bis 12 %) bei geringeren Si-Werten um 6,4 Si/d.F.E.. In S₃ rekristallisierte Hellglimmer weisen die geringsten Si-Gehalte auf. Die Hellglimmer mit den höchsten Si-Gehalten besitzen gleichzeitig die höchsten X_{Mg}-Werte (bis 0,7). Das Verhältnis Si: Na/(Na+K) ist in Abb. 44 dargestellt.

Biotit:

In den granatführenden Glimmerschiefern treten vorwiegend eisenreiche Biotite auf, deren X_{Mg}-Werte 0,5 nicht überschreiten. Die Ti-Gehalte schwanken zwischen 0,09 und 0,24/F.E..

Chlorit:

X_{Mg} der Chlorite schwankt zwischen 0,3 und 0,45. Nach ihrer chemischen Zusammensetzung handelt es sich bei allen Chloriten um Rhipidolite (Laird, 1988).

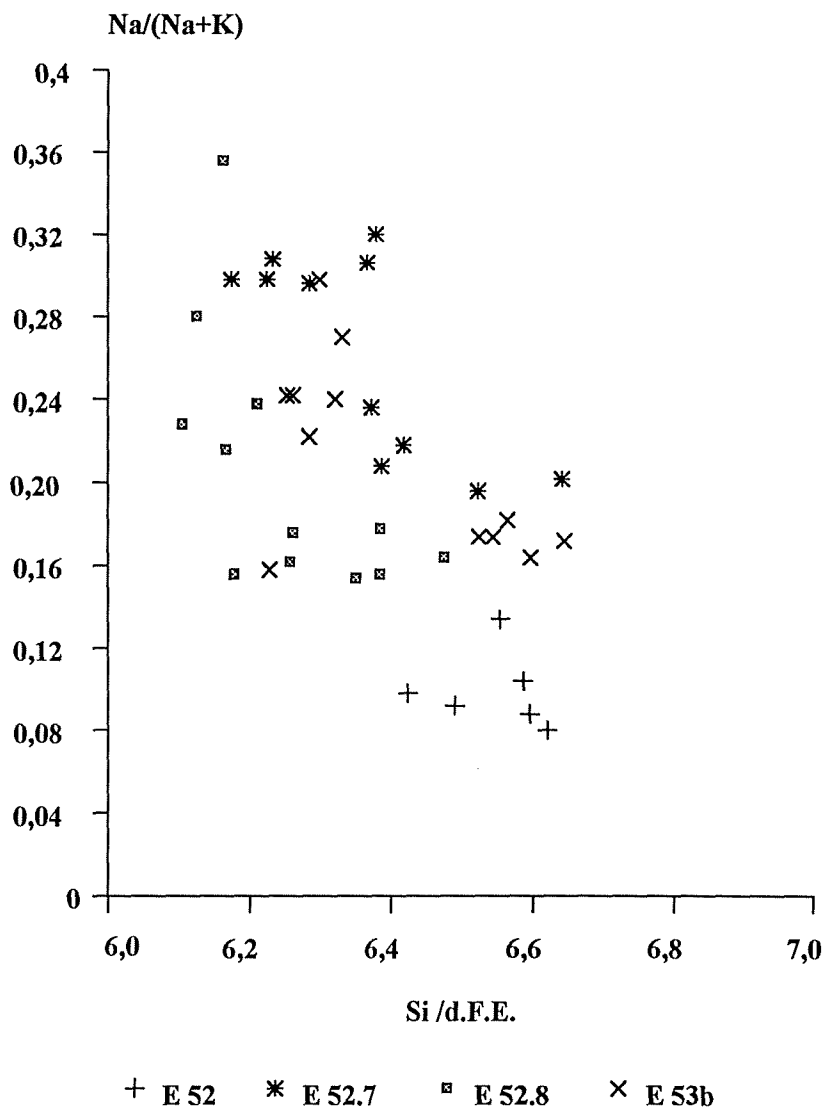


Abb. 44:

Darstellung der Si : Na/(Na+K)-Verhältnisse von Hellglimmern aus granatfeldspatführenden Glimmerschiefern des Zschopautals, Hellglimmerberechnung erfolgt auf der Basis von 22 Sauerstoffatomen

Feldspat:

Eine erste Plagioklasgeneration mit An-Gehalten zwischen 5- und 10 Mol % blieb nur reliktsch als Einschluß im Granat erhalten. Auch Plagioklas II mit etwa 20 Mol % An ist nur noch selten anzutreffen. Er unterliegt noch in S₂ einer Umwandlung in Albitblasten (An 2-8 Mol %), die in einigen Fällen Oligoklassäume (An 15-18 Mol %) aufweisen. Die Albitblasten wurden während der letzten Deformationsphase in S₃ rotiert (Abb. 45,46). Die Kalifeldspäte zeichnen sich durch Or-Gehalte zwischen 90- und 95 Mol % aus.

Klinopyroxen:

Der in einer Probe (E 52) als Einschluß im Granat gefundene Klinopyroxen besitzt 10,58 % Jadeitkomponente.

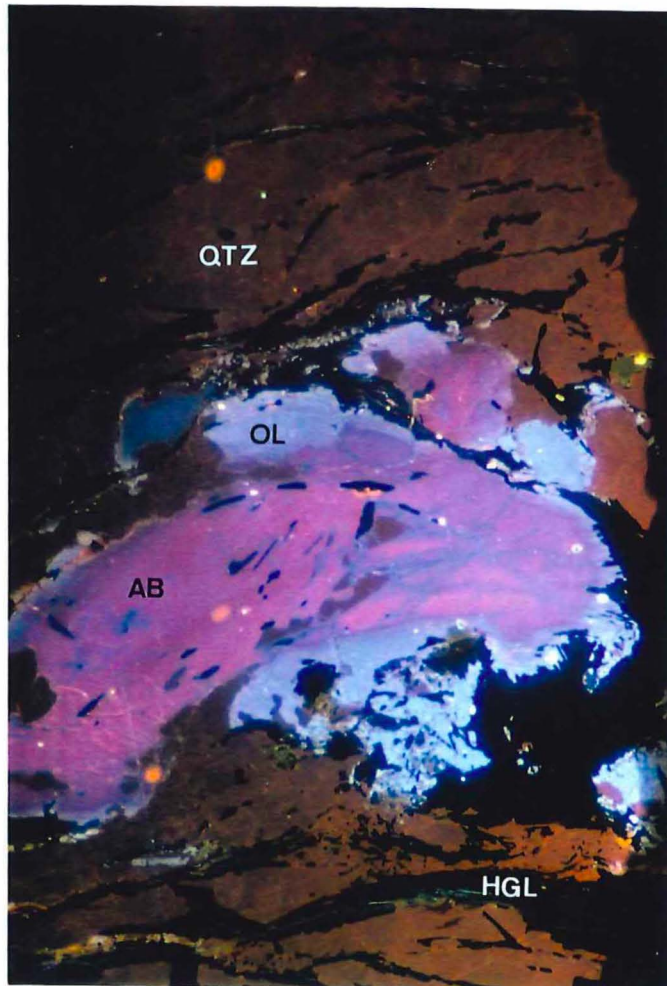
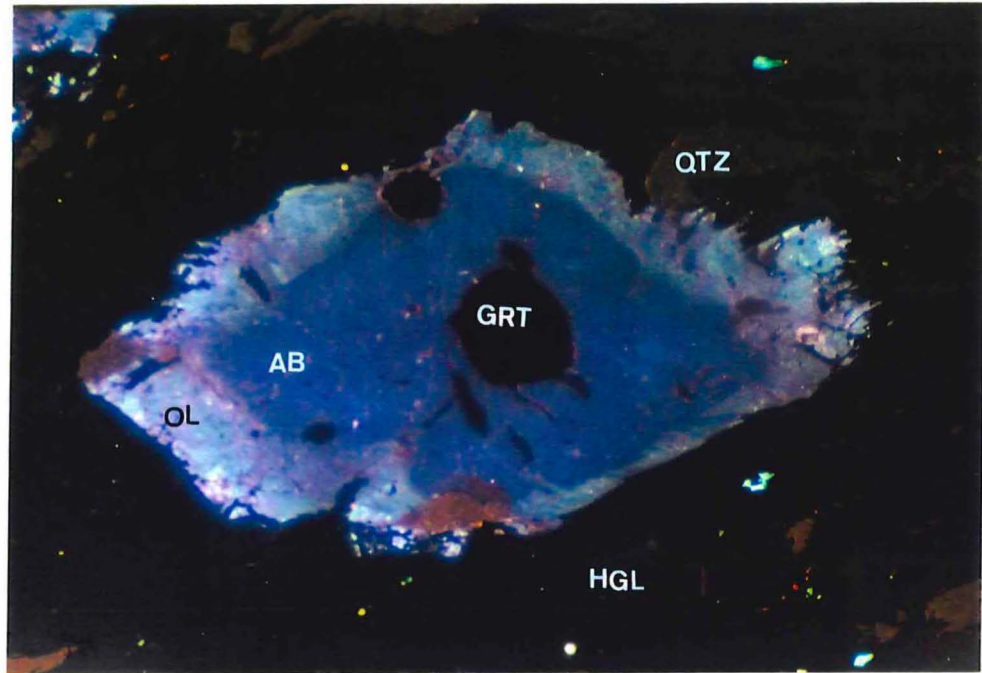


Abb. 45

Abb. 46

Abb. 45: Albitblast (Ab) mit hellerem Oligoklassaum (Ol) und Granateinschlüssen (Grt) umgeben von Quarz (Qtz) und Hellglimmer (Hgl), Kathodolumineszenzaufnahme; Bildbreite 1,5 mm

Abb. 46: Albitblast (Ab) mit unregelmäßig ausgebildetem Oligoklassaum (Ol) neben Quarz (Qtz) und Glimmer (Hgl); Kathodolumineszenzaufnahme; Bildbreite 1,5 mm

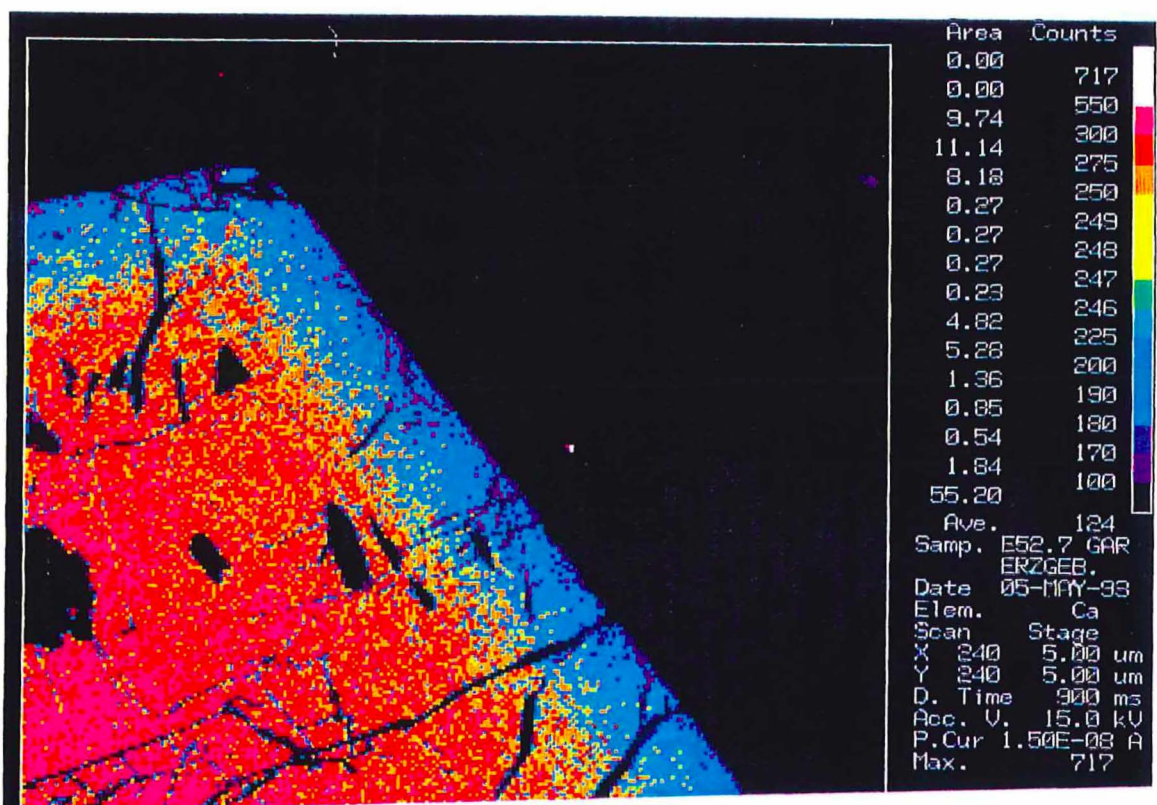
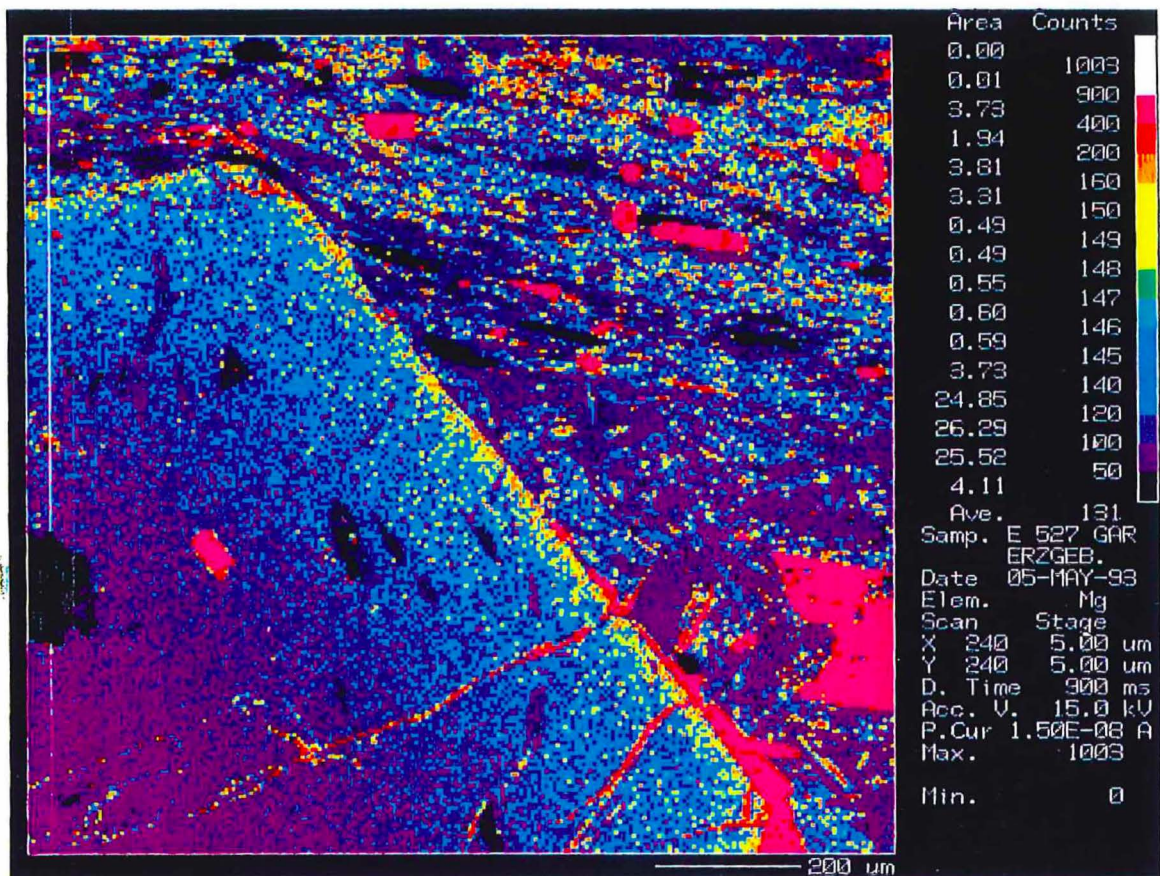


Abb. 47: Flächenraster von Granat (Probe E 52.7); gleiche Farbintensitäten entsprechen Bereichen gleicher Impulsraten von Ca bzw. Mg (Schumacher, R., frdl. persönl. Mitteilung), oben: Zunahme des Pyropgehaltes vom Kern zum Rand, unten: Abnahme des Grossulargehaltes vom Kern zum Rand

7.2.2.3 Ableitung der PT-Daten

Die PT-Daten der granatführenden Glimmerschiefer können mit Hilfe des Granat-Phengit-Thermometers (Green & Hellman, 1982) und des Granat-Klinopyroxen-Thermometers (Krogh, 1988) bestimmt werden. Weitere Möglichkeiten bieten sich durch die Methode von Hoisch (1991) und Berechnung von multivarianten Gleichgewichten mit der Methode von Berman (1991).

Hinweise auf ein frühes Hochdruckstadium in den Glimmerschiefern geben Albiteinschlüsse im Granatkern. Mit der Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) können bei Rechnung mit den Granatkernchemismen und Hellglimmereinschlüssen im Granat bzw. mit Matrixhellglimmer I für das Stadium I Temperaturen von 480 bis 585 °C an verschiedenen Glimmerschieferproben des Westerzgebirges bestimmt werden (Tab. 17).

Für Stadium II wurden an verschiedenen Proben mit der Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) für den Granatrandchemismus und Hellglimmer II Temperaturen im Bereich von 500-650°C ermittelt (Tab. 18). Mit Hilfe der Phengitbarometrie (Massonne, 1990) sind für dieses Stadium Mindestdrücke von 6-8 kbar bestimmt worden.

Quarz und ein Klinopyroxeneinschluß (Jd=10) liegen im Randbereich von Granat eingeschlossen vor. Sie sind zumindest ein Hinweis dafür, daß der PT-Pfad durch das Reaktionsfeld der multivarianten Reaktion $Jd_{(10)} + Qtz = Ab_{(8)}$ verlief.

Die Abschätzung des Druckes ist für den Granatrandbereich mit Hilfe der Jadeitkurve für die Reaktion $Jd_{(10)} + Qtz = Ab_{(8)}$ möglich und weist auf 9 kbar bei einer Temperatur von ca. 600°C hin (Tab. 19). Die Granat-Klinopyroxen-Thermometrie ergibt $600 \pm 10^\circ\text{C}$ (Krogh, 1988).

Ein PT-Punkt für Stadium II von 8 kbar und 620°C wurde außerdem mit Hilfe der TWEEQU-Software (Berman, 1991) für die Paragenese: Granatrand, Hellglimmer II, Biotit, Kalifeldspat, Quarz sowie Rutil und Ilmenit für die Probe E 52.8 ermittelt (Abb.48).

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 25h	(1)	Grt-Kern (1.1/3)	(8)	565
		Hgl I (2.1)	(12)	585
E 25k	(1)	Grt-Kern (4.1/1)	(8)	559
		Hgl I (1.2/4)	(12)	579
E 52.7	(1)	Grt-Kern (6)	(8)	471
		Hgl I (2)	(12)	489
E 52.8	(1)	Grt-Kern (12)	(8)	494
		Hgl I (8.1)	(12)	512

Tab: 17

(1): Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) für Stadium I (Granatkern-Hellglimmer I)

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 25h	(1)	Grt-Rand(1.1/1)	(6)	557
		Hgl II (5.1/1)	(8)	567
E 25k	(1)	Grt-Rand(4.1/2)	(6)	536
		Hgl II(1.2/3)	(8)	546
E 52.7	(1)	Grt-Rand (1)	(6)	508
		Hgl II (2.1)	(8)	518
E 52.8	(1)	Grt-Rand(7)	(6)	645
		Hgl II (8.2)	(8)	656
E 53b	(1)	Grt-Rand(1.2/1)	(6)	561
		Hgl II (10/3.2)	(8)	571

Tab: 18

(1): Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) für Stadium II (Granat-Rand-Hellglimmer II)

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 52	Grt-Cpx-Therm.	Grt (1.2/2)	(8)	591
		Cpx (15)	(12)	603

Tab: 19:

Granat-Klinopyroxen-Thermometrie (Krogh, 1988) für den Klinopyroxeneinschluß im Granat und angrenzenden Granat

Wasserunabhängige Reaktionen:

4. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
5. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
7. $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
8. $\text{Alm} + \text{Ann} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$

Wasserabhängige Reaktionen:

1. $\text{Alm} + \text{Phl} + 3 \text{ Rt} = \text{Prp} + \text{Kfs} + 3 \text{ Ilm} + \text{H}_2\text{O}$
 2. $\text{Ann} + 3 \text{ Rt} = \text{Kfs} + 3 \text{ Ilm} + \text{H}_2\text{O}$
 3. $\text{Ms} + \text{Phl} + 3 \text{ Qtz} = \text{Prp} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
 6. $\text{Alm} + \text{Kfs} + 3 \text{ Rt} + \text{H}_2\text{O} = 3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + 3 \text{ Ilm}$
 9. $3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + \text{Ann} = \text{Alm} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
- $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,8$

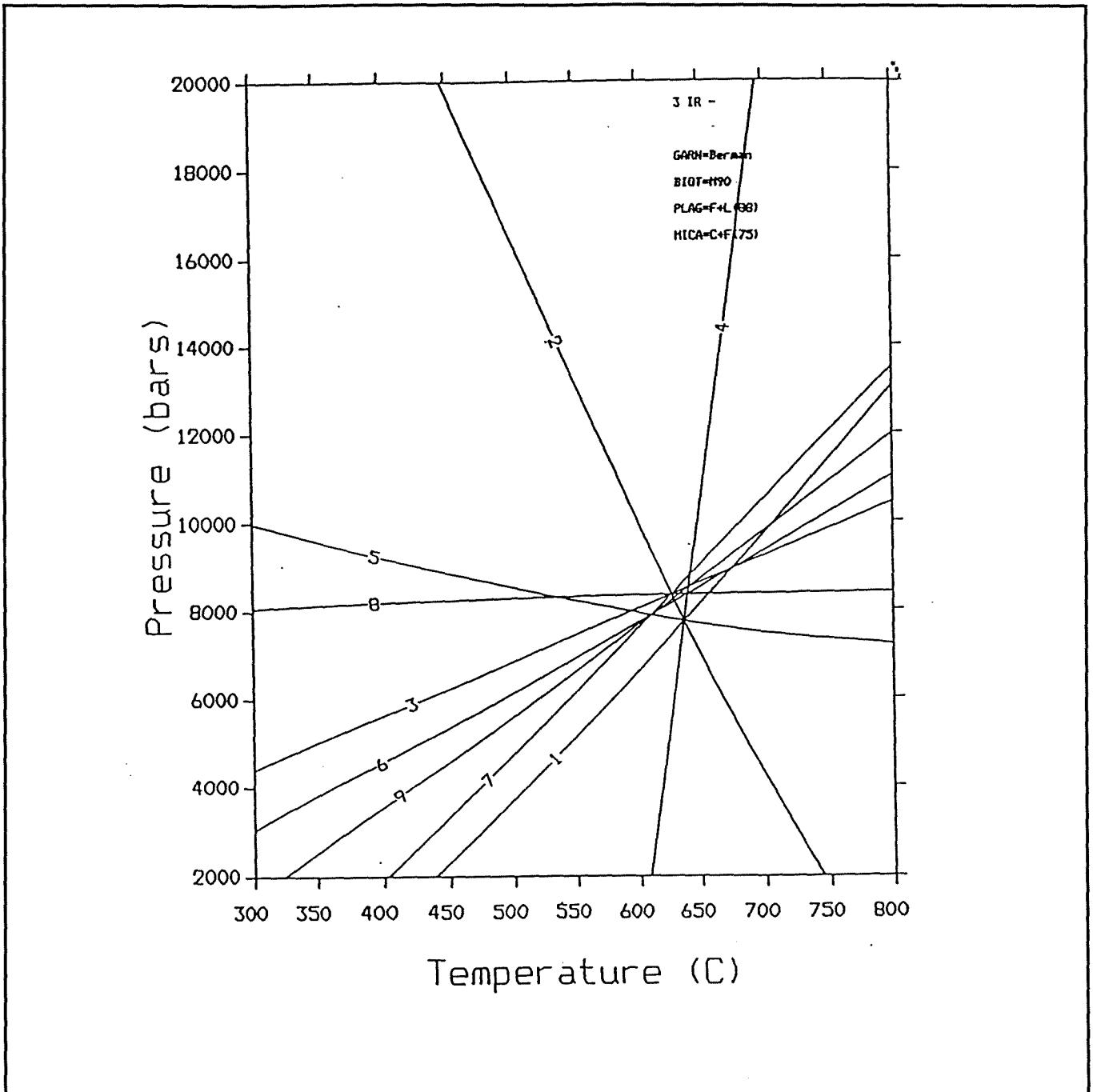


Abb. 48:

PT-Bestimmung für Stadium II mit Hilfe der TWEEQU-Software ; Rechnung mit Kfs, Grt, Ms, Bt, Rt, Ilm, Qtz, Probe E 52.8

In den Proben E 53b und E 251 sind wenige Plagioklase mit An \pm 20 Mol % erhalten geblieben. Wenn diese bei der Ableitung der PT-Daten im TWEEQU-Programm in die Berechnung einbezogen werden, ergeben sich PT-Punkte bei 7 kbar und 500°C (Abb. 49) bzw. 7,5 kbar und 630°C (Abb. 50) für Stadium II.

- Wasserunabhängige Reaktionen:**
1. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
 2. $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
 3. $\text{Grs} + \text{Ms} + \text{Prp} = \text{Phl} + 3 \text{ An}$
 4. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
 5. $6 \text{ Rt} + \text{Ann} + \text{Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{Ms} + 3 \text{ Qtz}$
 6. $6 \text{ Rt} + \text{Grs} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ Qtz}$
 7. $3 \text{ Qtz} + 2 \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm} + \text{Grs} = 2 \text{ Ann} + 3 \text{ An} + 6 \text{ Rt}$
 8. $6 \text{ Rt} + 2 \text{ Prp} + \text{Grs} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
 9. $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{ An}$

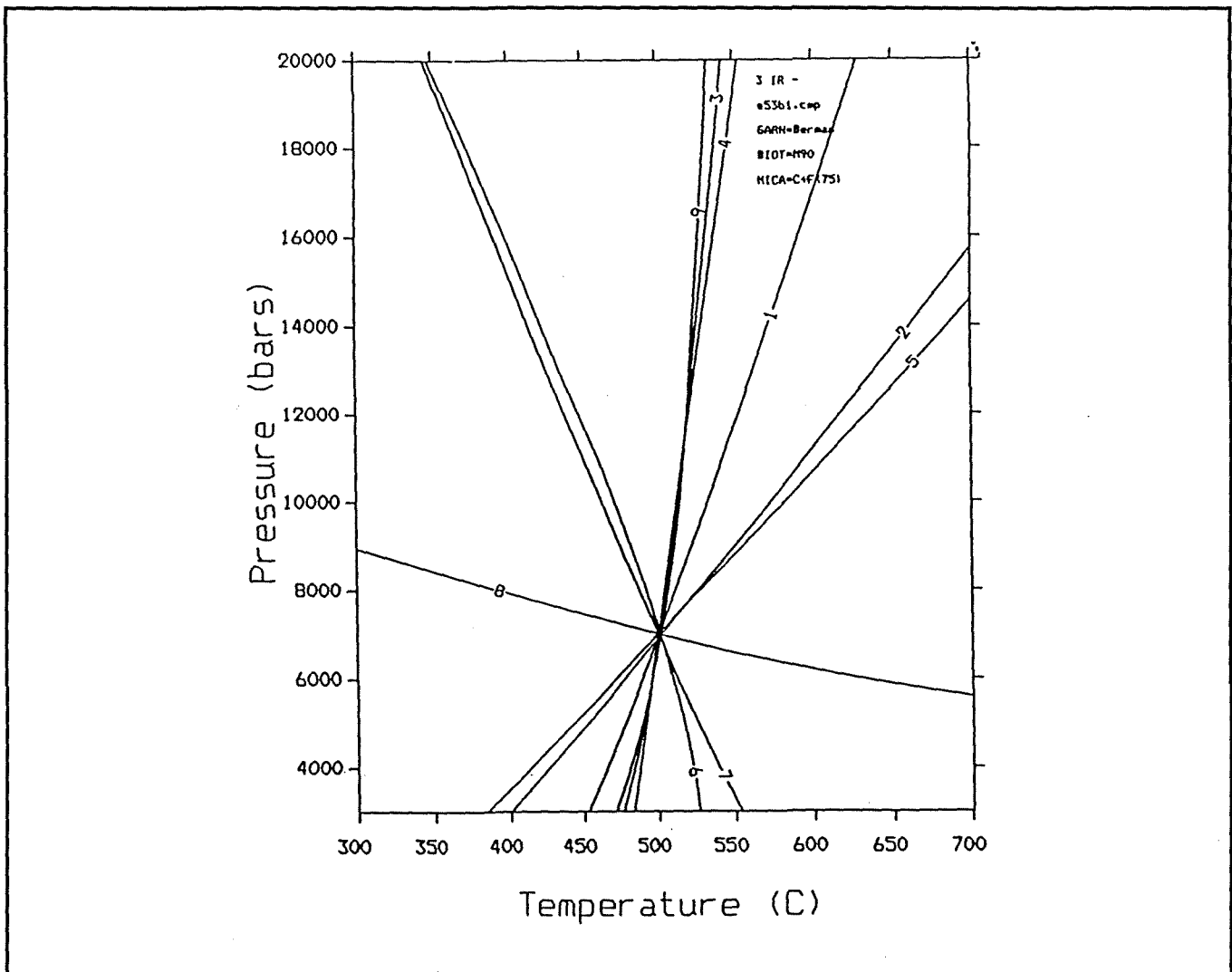


Abb.49:
Bestimmung eines PT-Punktes für Stadium II mit Hilfe der Paragenese Granat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Rutil-Ilmenit-Quarz, Probe, E 53b

Wasserunabhängige Reaktionen:

1. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
2. $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
3. $\text{Grs} + \text{Ms} + \text{Prp} = \text{Phl} + 3 \text{ An}$
4. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
5. $6 \text{ Rt} + \text{Ann} + \text{Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{Ms} + 3 \text{ Qtz}$
6. $6 \text{ Rt} + \text{Grs} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ Qtz}$
7. $3 \text{ Qtz} + 2 \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm} + \text{Grs} = 2 \text{ Ann} + 3 \text{ An} + 6 \text{ Rt}$
8. $6 \text{ Rt} + 2 \text{ Prp} + \text{Grs} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
9. $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{ An}$

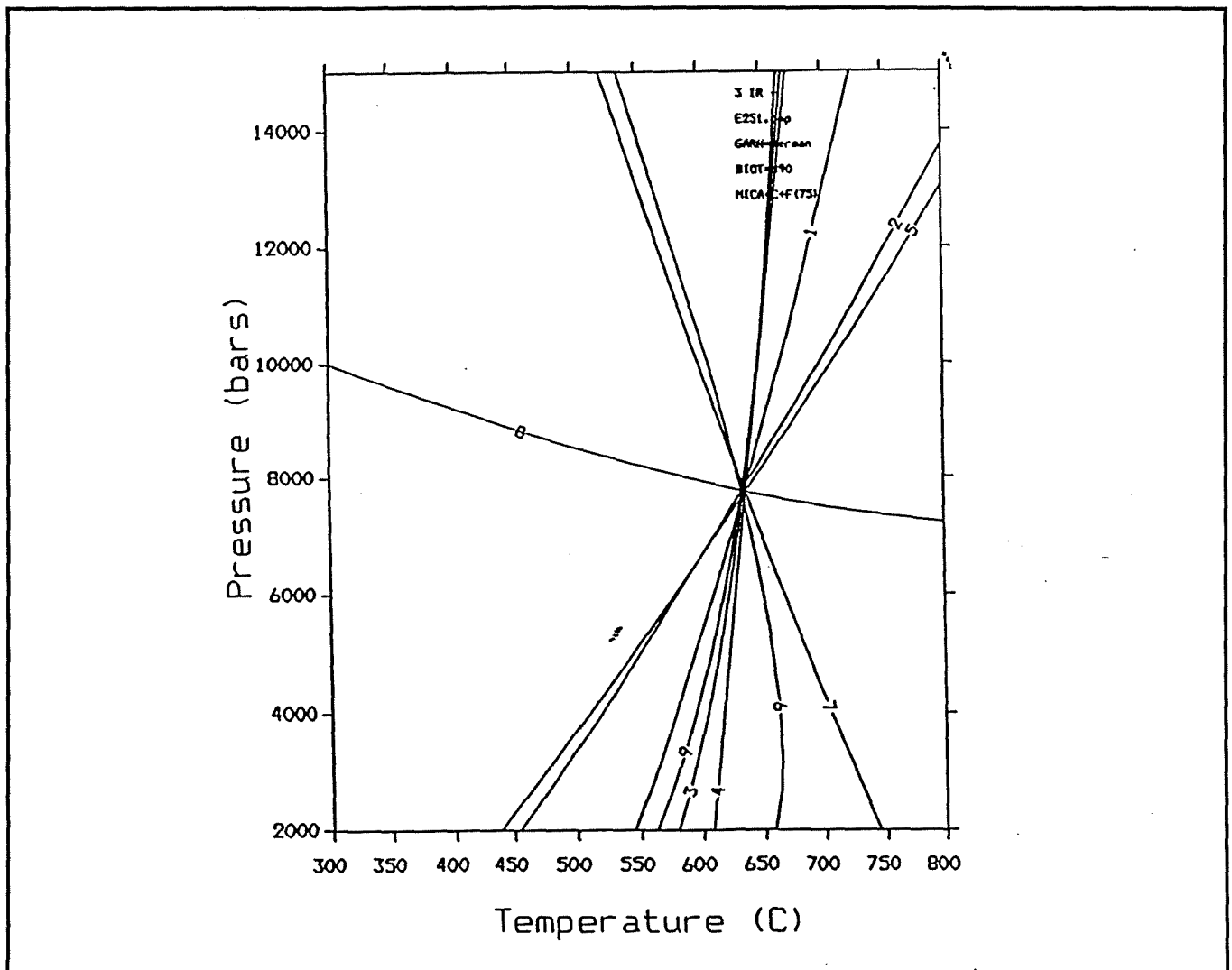


Abb.50:

Bestimmung eines PT-Punktes für Stadium II mit Hilfe der Paragenese Granat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Rutil-Ilmenit-Quarz, Probe, E 251

Werden bei der Berechnung von Stadium II der Probe E 251 Kalifeldspat und Plagioklas II berücksichtigt, erhält man einen PT-Schnittpunkt mit 4 unabhängigen Reaktionen (Abb. 51)

Wasserunabhängige Reaktionen:

5. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
6. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
7. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
9. $6 \text{ Rt} + 2 \text{ Prp} + \text{Grs} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
10. $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
11. $\text{Prp} + \text{Ms} + \text{Grs} = 3 \text{ An} + \text{Phl}$
14. $\text{Alm} + \text{Ann} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
17. $\text{Grs} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Ms} + 3 \text{ Qtz} = 6 \text{ Rt} + 3 \text{ An} + 2 \text{ Ann}$
18. $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{ An}$

Wasserabhängige Reaktionen:

1. $\text{Alm} + \text{Phl} + 3 \text{ Rt} = \text{Prp} + \text{Kfs} + 3 \text{ Ilm} + \text{H}_2\text{O}$
2. $\text{Ann} + 3 \text{ Rt} = \text{Kfs} + 3 \text{ Ilm} + \text{H}_2\text{O}$
3. $\text{Grs} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ Prp} + 2 \text{ H}_2\text{O} = 3 \text{ Qtz} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ An}$
4. $\text{Ms} + \text{Phl} + 3 \text{ Qtz} = \text{Prp} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
8. $\text{Alm} + \text{Kfs} + 3 \text{ Rt} + \text{H}_2\text{O} = 3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + 3 \text{ Ilm}$
12. $\text{Grs} + 2 \text{ Ms} + 3 \text{ Qtz} = 2 \text{ Kfs} + 3 \text{ An} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
15. $3 \text{ Qtz} + \text{Ms} + \text{Ann} = \text{Alm} + 2 \text{ Kfs} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
16. $3 \text{ Rt} + \text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = 3 \text{ An} + 3 \text{ Ilm} + \text{Kfs} + \text{H}_2\text{O}$

a $\text{H}_2\text{O} = 0,8$

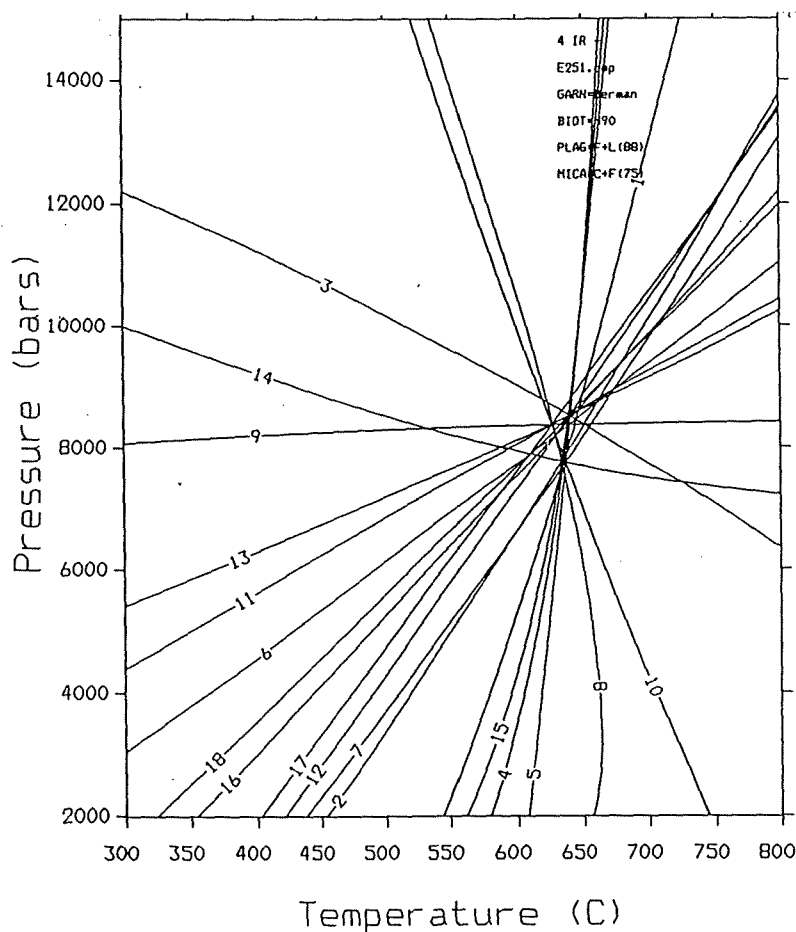


Abb.51:

PT-Bestimmung für Stadium II mit Hilfe der TWEEQU-Software ; Rechnung mit Grt, Pl, Kfs, Ms, Bt, Rt, Ilm, Qtz, Probe E 251

Die Ergebnisse der PT-Bestimmung für Stadium II mit Hilfe der Methode von Hoisch (1991) für die Proben E 53b und E 251 zeigen die Abbildungen 52 bzw. 53.

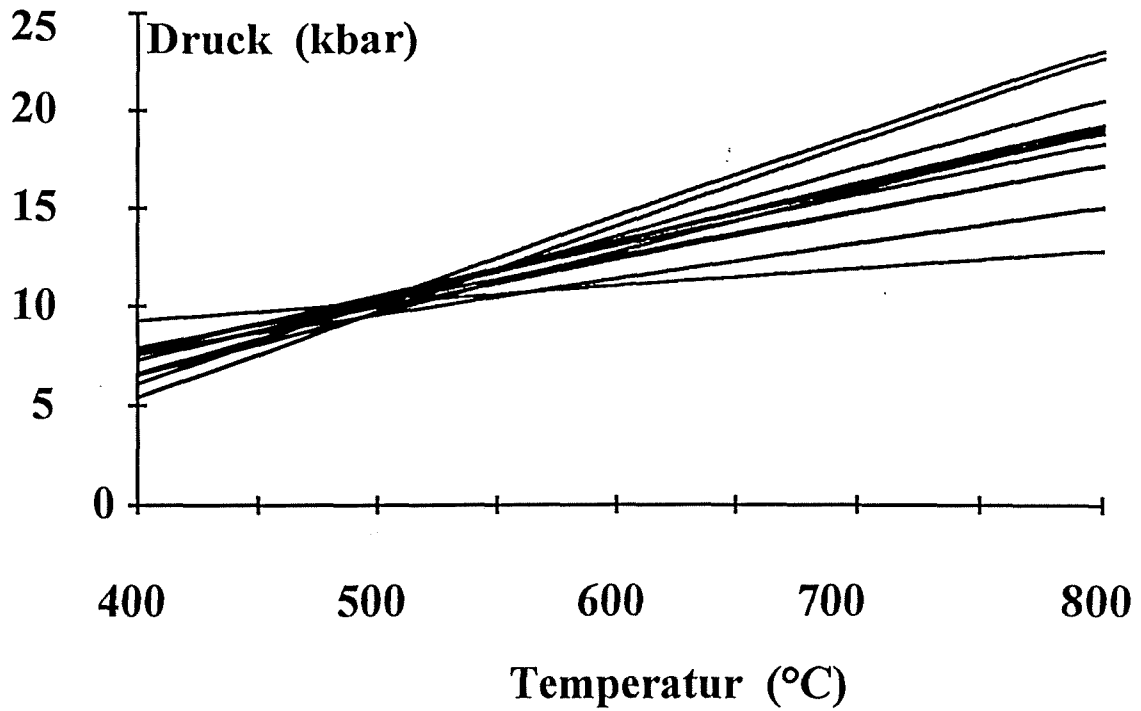


Abb. 52

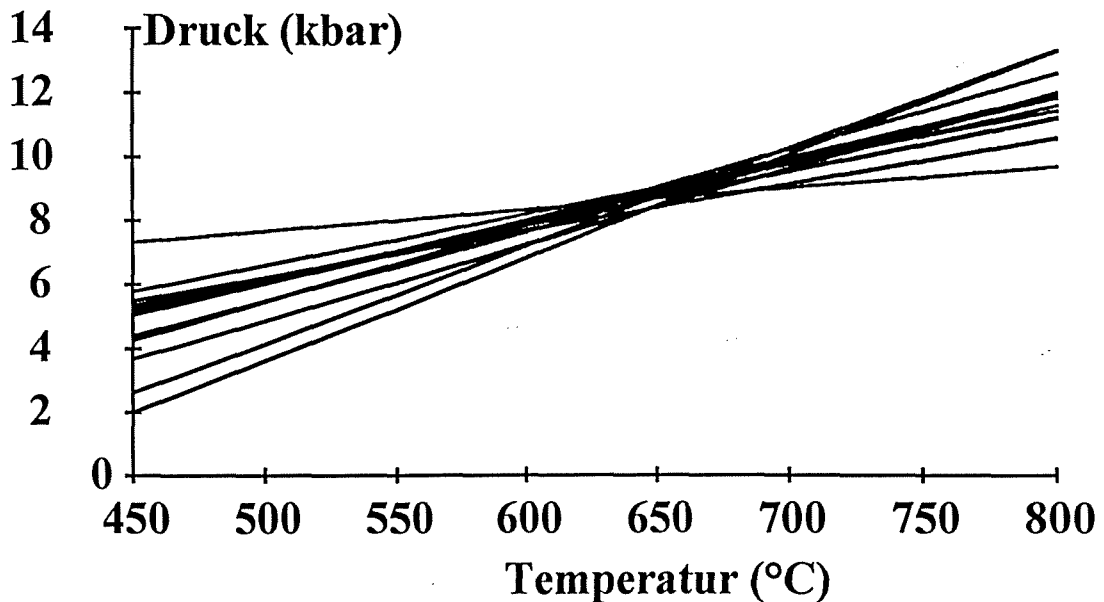


Abb. 53

Abb. 52 : PT-Abschätzung für Stadium II für die Paragenese Granatrand-Hellglimmer II-Biotit-Plagioklas II-Quarz nach der Methode von Hoisch (1991), Probe E 53b

Abb. 53: PT-Abschätzung für Stadium II nach der Methode von Hoisch (1991) für die Paragenese Granatrand-Hellglimmer II-Biotit-Plagioklas, Probe E 251

Schlußfolgerungen:

Die Granatzonierung weist auf eine Temperaturzunahme während des Granatwachstums hin (Yardley, 1989, Tracy, 1982). Der Beginn des Granatwachstums liegt wahrscheinlich noch vor dem Erreichen des Druckmaximums. Zur ersten Paragenese gehören der Granatkernchemismus, Albit-, und Quarzeinschlüsse im Granat, Hellglimmer I und Rutil. Für Stadium I sind PT-Bedingungen von 490-580°C und >9 kbar ermittelt worden. Das weitere Granatwachstum findet wahrscheinlich bei ansteigender Temperatur und bereits sinkenden Drücken statt. Der Grossulargehalt im Granat nimmt vom Kern zum Rand leicht ab. Am äußeren Granatrand zeigt sich mitunter eine diffusionsbedingte retrograde Granatzonierung. In der zweiten Schieferungsfläche sind ein anorthitreicherer Plagioklas II (An 20-25), ein späterer Hellglimmer II und in einigen Glimmerschiefern Kalifeldspat ausgebildet. Rutil wird oft von Ilmenit umsäumt. Mit diesen Mineralphasen erhält man ein zweites PT-Stadium bei 6-8 kbar, 500-650°C. In S₃ rekristallisierte Hellglimmer weisen auf Mindestdrücke von 2-3 kbar hin (Massonne, 1990).

7.2.3 Chloritoidführende Glimmerschiefer

Chloritoidführende Glimmerschiefer sind entlang einer NW-SE-streichenden Zone im Westerzgebirge verbreitet. Sie wurden in Thum, in der Nähe von Ehrenfriedersdorf, am großen Fuchsstein bei Geyer und weiter südlich bei Neudorf, Kretscham-Rothensehma und Oberwiesenthal beprobt (E23, E34, E512, E513, E514, E516).

7.2.3.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Den wesentlichen Mineralbestand der chloritoidführenden Glimmerschiefer machen Granat (Abb.54), Hellglimmer, Chloritoid (Abb. 55, 56), Rutil, Ilmenit, Quarz und Chlorit aus. Nicht in allen untersuchten Proben sind Plagioklas und Biotit anzutreffen. Turmalin und Apatit gehören zu den akzessorischen Mineralphasen. Chloritoid liegt in einigen Proben (E 23b) gemeinsam mit Rutil, Ilmenit und Quarz nur als Einschluß im Granat vor (Abb. 57). In anderen Bereichen zeichnet er aber gemeinsam mit Hellglimmer, Quarz, Rutil und Ilmenit die mikrogefaltete erste Foliation nach. Um diese Mikrofallen ist ein syndeformatives Granatwachstum zu beobachten. Die Granate können alle um D₂ gefalteten Mineralphasen einschließen. Spät syn-D₂ gewachsene Granatkörner sind oft idioblastisch und einschlußärmer. Die Hauptfoliationsrichtung S₂ wird während D₂ parallel zu den Faltenachsenflächen von S₁ gebildet. In ihr sind Hellglimmer, der Biotitränder aufweisen kann, Chloritoid (Abb. 58), Quarz, Rutil, Ilmenit und seltener Plagioklas eingeregelt. Lokale Scherzonen (S₃) schneiden S₂ in einem flachen Winkel. In ihnen rekristallisieren Hellglimmer und Quarz. Noch in S₂ gewachsene Plagioklasblasten liegen in S₃ rotiert vor. Eine schematische Darstellung der Mikrogefügeentwicklung zeigt Abb. 59.

7.2.3.2 Gesamtgesteinschemismus und Mineralchemie

Gesamtgesteinschemismus

Die chloritoidführenden Glimmerschiefer unterscheiden sich in ihrem Gesamtgesteinschemismus von den granat-feldspatführenden Glimmerschiefern (Anhang, Tab. 1) durch ihren erhöhten Al_2O_3 -Gehalt, der um 25 % beträgt und damit die Ausbildung von Chloritoid erklärt. Einige Proben, z.B. E 34, weisen mit 13 % FeO_{tot} und sehr geringen Na_2O - und CaO -Gehalten einen deutlich anderen Gesamtgesteinschemismus als die übrigen chloritoidführenden Glimmerschiefer auf, kommen mit ihnen aber meistens vergesellschaftet vor. Sie werden als Äquivalente der Frauenbach-Schichten des Thüringischen Normalprofils angesehen. Die plagioklas-chloritoidführenden Glimmerschiefer können dagegen eher mit den Phycodenschichten des Thüringischen Normal-Profils verglichen werden (Mingram, 1994).

Mineralchemie

Granat:

Die Granatzonierung korreliert in den untersuchten Proben mit dem Gesamtgesteinschemismus. Almandinreiche, unzonierte Granatkörner sind in den Fe- und Al-reichen feldspatfreien, chloritoidführenden Glimmerschiefern vom Fuchsstein (E 34) ausgebildet. Ihr Almandingehalt schwankt um 90 Mol % , der Pyropgehalt um 10 Mol % . In chloritoidführenden Glimmerschiefern, die zusätzlich Plagioklas führen, wird dagegen eine Zonierung der Granate sichtbar. Besonders idiomorphe Granate weisen ein deutliches Zonierungsmuster mit abnehmenden Spessartin- und Grossulargehalten und zunehmenden Almandin- und Pyropgehalten vom Kern zum Rand auf. In einigen Proben, z.B. E 514, ist in randnahen Zonen eine erneute Zunahme von Grossular und Spessartin und Abnahme von Almandin und Pyrop zu beobachten. Am äußeren Rand nimmt der Grossulargehalt wieder ab (Abb. 60).

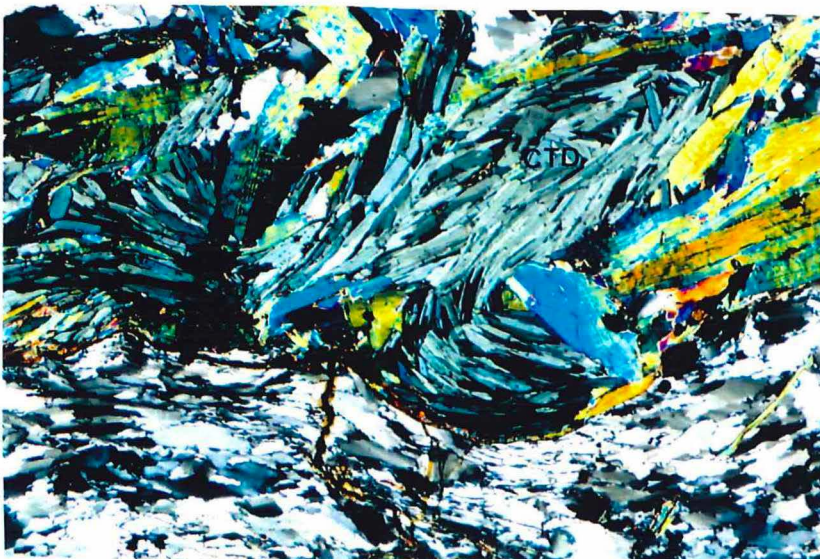
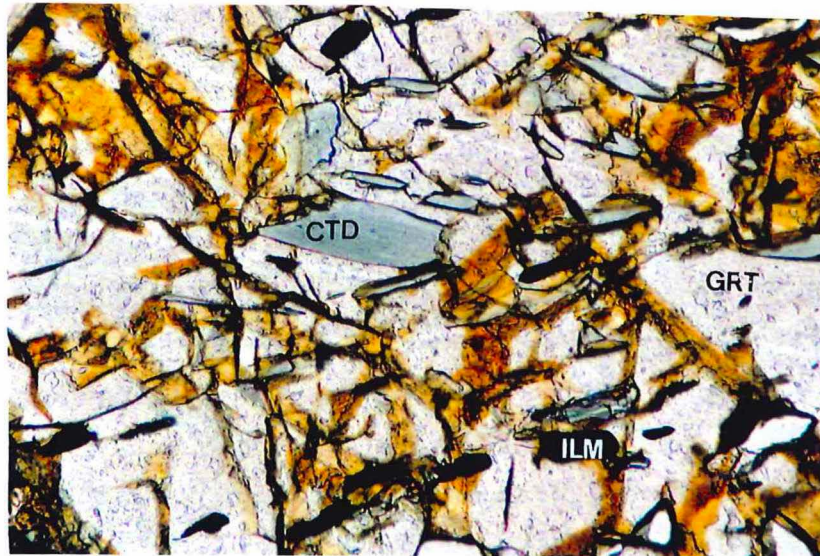


Abb. 54

Abb. 55

Abb. 56

Abb.54: Granat mit Quarzeinschlüssen in einem chloritoidführenden Glimmerschiefer; Probe E 34; Bildbreite 1mm; x Nic.

Abb.55: Chloritoid und Ilmenit als Einschlüsse im Granat; Probe E 34; Bildbreite 0,5 mm; x Nic.

Abb.56: Chloritoidfalten; Probe E 34; Bildausschnitt 4 mm

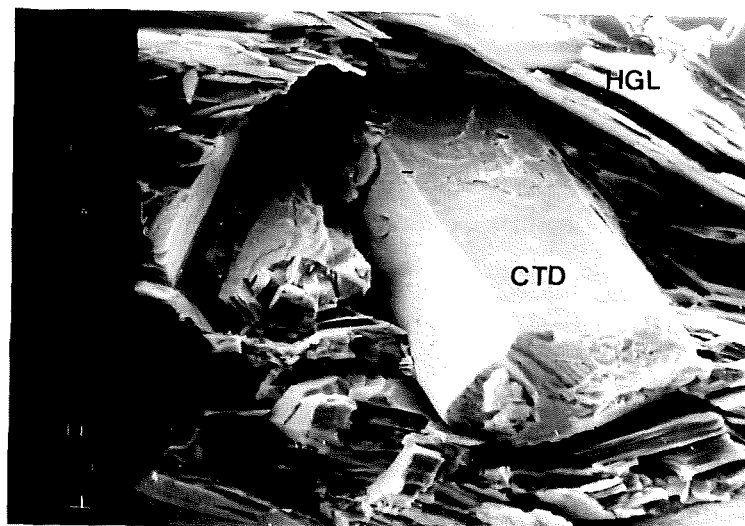
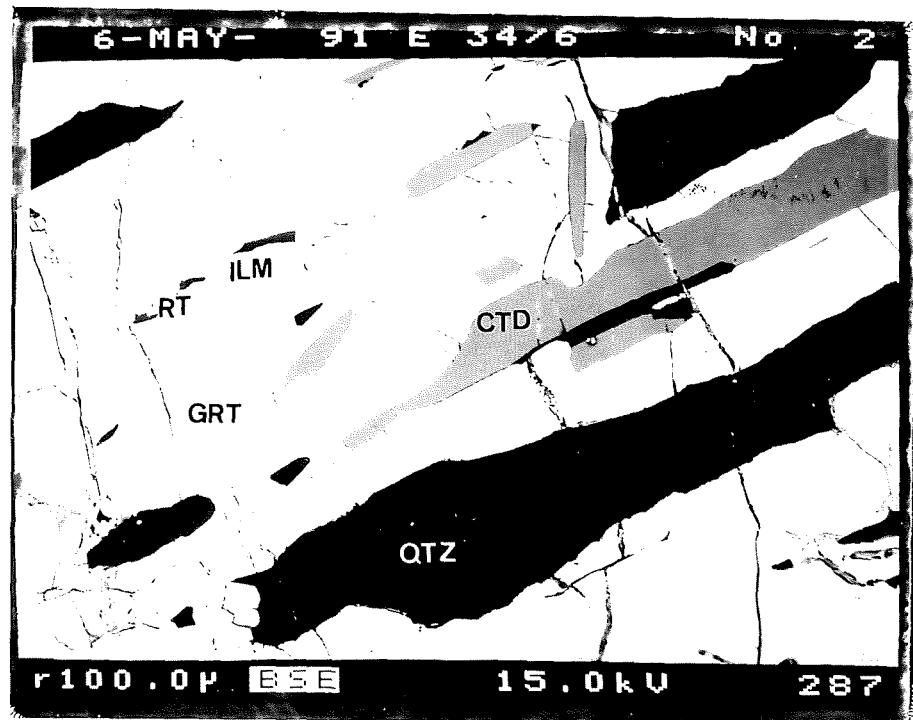


Abb. 57

Abb. 58

Abb. 57: Einschlußphasen von Rutil, Ilmenit, Chloritoid und Quarz im Granat; Probe E 34; BSE-Aufnahme

Abb. 58: Chloritoid umgeben von Hellglimmer in einem chloritoidführenden Glimmerschiefer; Probe E 516; Bildbreite 400 µm

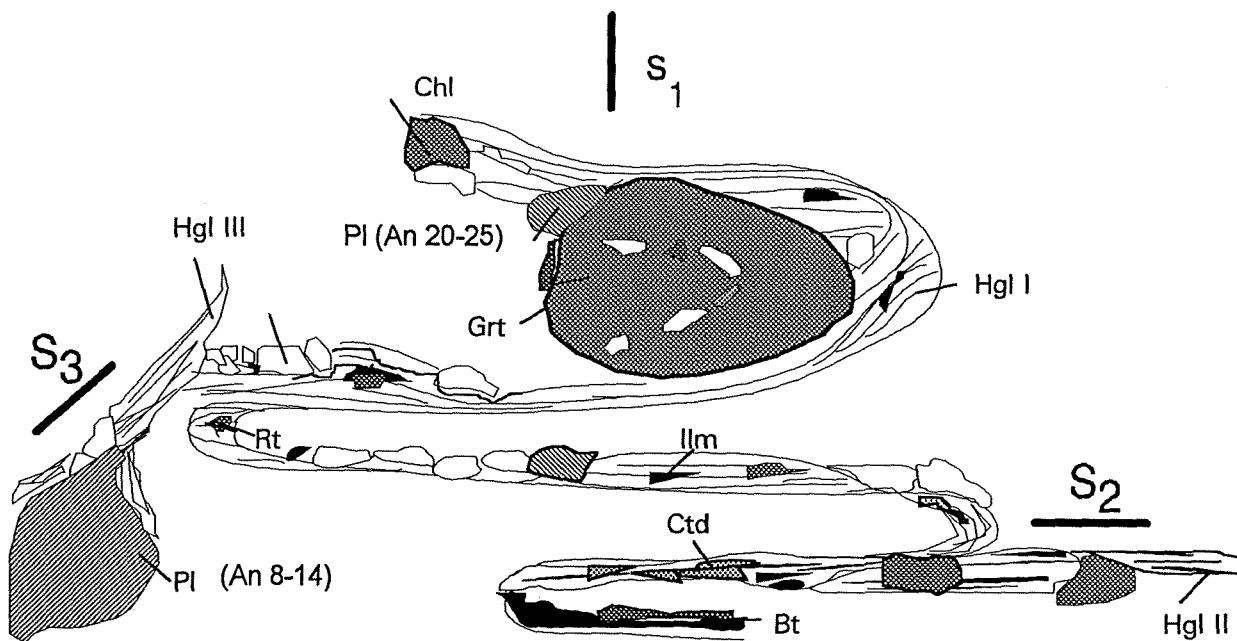


Abb. 59:
Schematische Darstellung der Mikrogefügeentwicklung in den chloritoidführenden Glimmerschiefern

Glimmer:

Wie in fast allen untersuchten Glimmerschiefern ist auch hier eine Korrelation der Hellglimmergenerationen mit ihrem Chemismus möglich. Die maximalen Si-Gehalte in den Kernen der ersten Hellglimmergeneration betragen 6,8 Si/d.F.E.. In s_2 orientierte Hellglimmer weisen Si-Gehalte bis zu 6,6 Si/d.F.E. auf und in s_3 rekristallisierte Hellglimmer zeigen Si-Gehalte um 6,2 Si/d.F.E. bei höheren Paragonitanteilen. In einer Probe ist in der Matrix auch Paragonit anzutreffen (E 520).

Der F-Gehalt der Biotite beträgt im Durchschnitt 0,1 F/F.E (siehe Anhang). Die X_{Mg} -Werte der Probe E 34b liegen mit 0,15-0,32 niedriger als in den übrigen Proben ($X_{Mg}=0,5$).

Chloritoid:

Die Chloritoide sind unzoniert. Ihr X_{Fe}^{3+} ist immer geringer als 0,027. X_{Mg} ist in der Probe E 34 mit Gehalten von 0,125-0,155 noch kleiner als in den übrigen Proben (X_{Mg} 0,2). Die chemische Zusammensetzung der in Granat eingeschlossenen Chloritoide und der Matrix-Chloritoide stimmt nahezu überein.

Chlorit:

Die X_{Mg} -Gehalte der ausnahmslos rhipidolithisch zusammengesetzten Chlorite variiert zwischen 0,3 und 0,45. Die Al^{IV} - und Al^{VI} -Werte betragen etwa 1,3 bis 1,4 und können niedrigen bis mittleren Drücken zugeordnet werden (Laird, 1988).

Plagioklas:

Zum Metamorphosemaximum gehörender albitischer Plagioklas ist als Einschluß im Granat nur in geringem Umfang vorhanden. Auch Plagioklas II mit An-Gehalten um 20 Mol % ist selten. Albitblasten mit Oligoklassäumen bilden die letzte, am häufigsten anzutreffende Plagioklasgeneration. Probe E 34 besitzt aufgrund ihres abweichenden Gesamtgesteinschemismus keinen Plagioklas.

7.2.3.3 Ableitung der PT-Daten

Die Ableitung der PT-Daten für diese Gesteinsgruppe ist mit Schwierigkeiten verbunden. Es gibt nur wenige Proben, in denen eine Mineralparagenese erhalten ist, die für eine Berechnung der PT-Daten mit der TWEEQU-Software oder der Methode von Hoisch (1991) geeignet ist. Mit dem Granatkernchemismus, Hellglimmer I, Plagioklas I, Rutil und Ilmenit (PT-Stadium I) sind zu wenig Mineralphasen vorhanden, um im TWEEQU-Programm drei unabhängige Reaktionen zu berechnen. Das gleiche Problem gilt auch, wenn man die Paragenese Grt_{Rand}-Hgl II-Bt-Pl II-Qtz-Rt-Ilm (PT-Stadium II) zur Berechnung eines zweiten Gleichgewichtspunktes nutzen will. In vielen Proben sind Plagioklas II oder Biotit schon abgebaut.

Als konventionelle Methoden kommen das Granat-Phengit-Thermometer (Green & Hellman, 1982), das Granat-Biotit-Thermometer (Hodges & Spear, 1982) zur Temperaturberechnung (Tab. 20) sowie das Phengit-Barometer (Massonne, 1990) zur Abschätzung der Mindestdrücke in Frage. Eine chloritoidführende Probe (E 514) erfüllt alle Voraussetzungen, um die PT-Daten für Stadium II mit Hilfe der TWEEQU-Software und mit der Methode von Hoisch (1991) berechnen zu können. Im TWEEQU-Programm erfolgte die Berechnung eines PT-Punktes im System K₂O-CaO-MgO-FeO-Al₂O₃-SiO₂-H₂O-TiO₂ mit Hilfe der Endglieder von Alm, Grs, Prp für Granatrand, Ann, Phl für Biotit, Ms für Hellglimmer II, Rutil und Ilmenit sowie Quarz und ergibt 9,5 kbar, 580°C (Abb. 61).

Im Programm von Berman (1988) ist Chloritoid enthalten, der theoretisch zur Paragenese gehört, aber aufgrund der noch unexakten thermodynamischen Daten nur unter Vorbehalt zur Berechnung eines PT-Punktes herangezogen werden sollte. In den meisten Fällen ist eine gute Übereinstimmung mit den chloritoidfreien PT-Punkt-Berechnungen erzielt worden.

Bei Rechnung mit Chloritoid erhält man einen PT-Punkt mit drei unabhängigen Reaktionen (Abb. 62).

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 514	(1)	Grt-Rand(1.1/10)	(6)	567
		Hgl II (27)	(8)	577
E 514	(2)	Grt-Rand(1.1/2)	(6)	514
		Bt (2.5/2)	(8)	525

Tab. 20:(1) Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982), (2) Granat-Biotit-Thermometer (Hodges & Spear, 1982) für Stadium II, Probe E 514

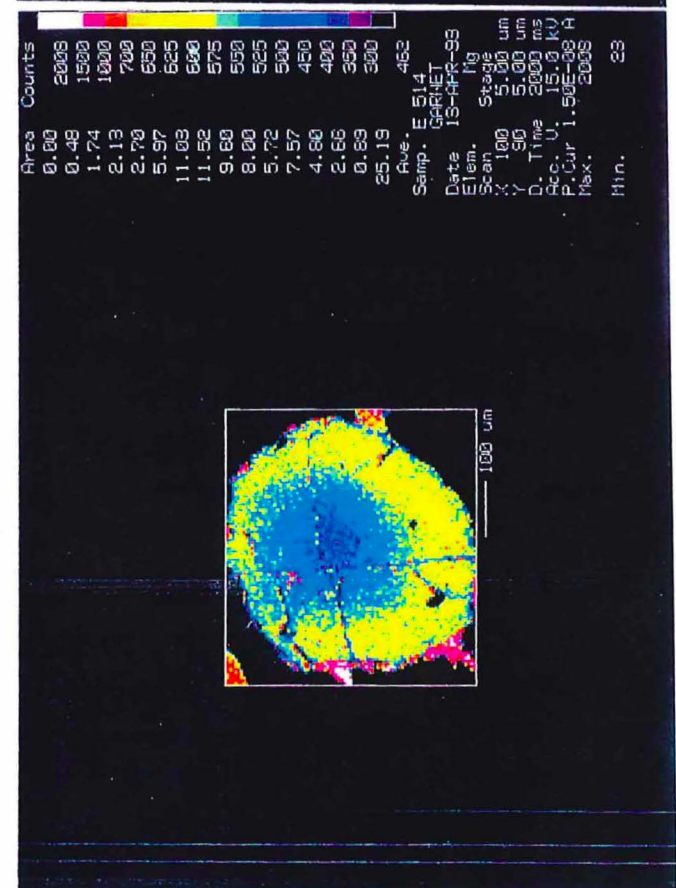
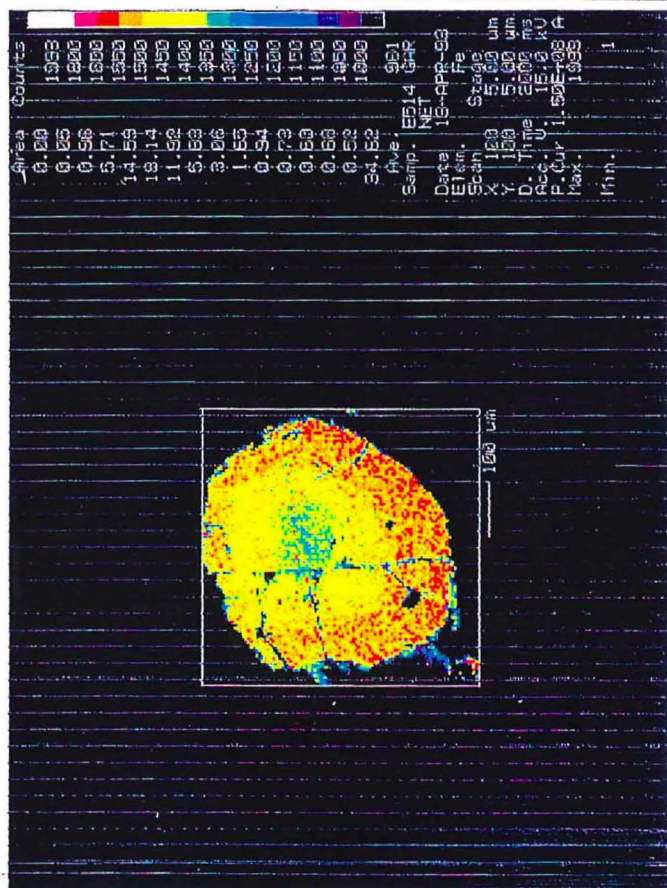
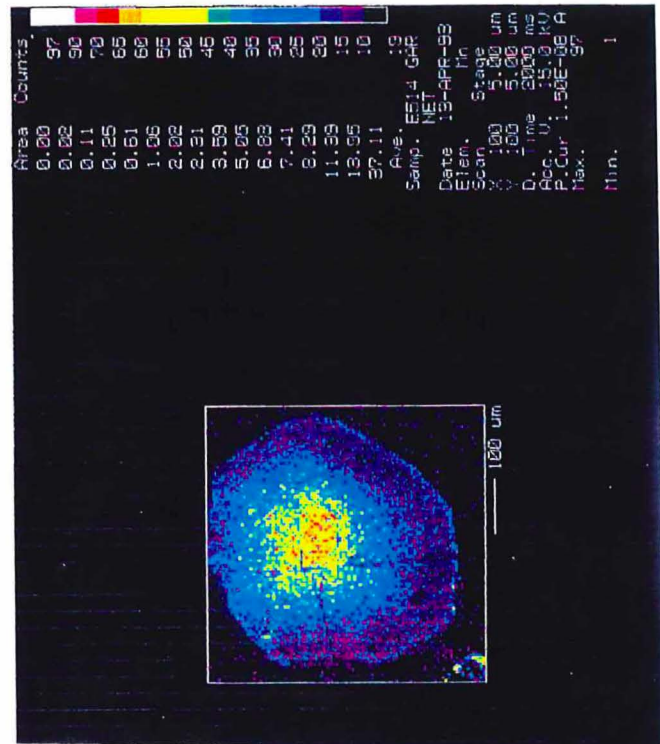
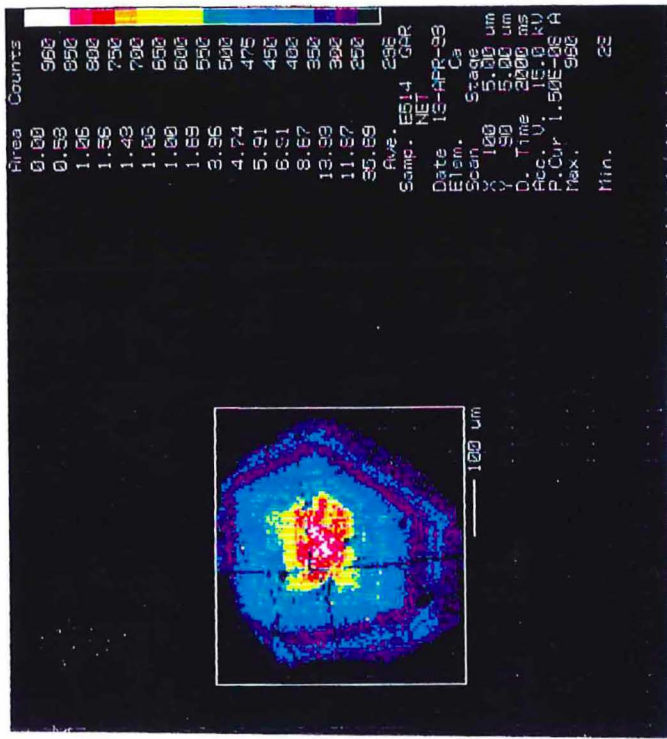


Abb. 60:

Flächenraster zeigt die Elementverteilung von Granat aus einem chloritoid-feldspatführenden Glimmerschiefer; Probe E 514 ; (R. Schumacher, frdl. persönl. Mitteilung) gleiche Farbintensitäten entsprechen Bereichen ähnlicher relativer Impulsraten von Fe, Mg, Ca und Mn

Wasserunabhängige Reaktionen:

1. $2 \text{ Alm} + \text{Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
2. $2 \text{ Ann} + \text{Prp} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{ Ilm}$
3. $\text{Grs} + \text{Ms} + \text{Prp} = \text{Phl} + 3 \text{ An}$
4. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
5. $6 \text{ Rt} + \text{Ann} + \text{Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{Ms} + 3 \text{ Qtz}$
6. $6 \text{ Rt} + \text{Grs} + 2 \text{ Alm} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ Qtz}$
7. $3 \text{ Qtz} + 2 \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm} + \text{Grs} = 2 \text{ Ann} + 3 \text{ An} + 6 \text{ Rt}$
8. $6 \text{ Rt} + 2 \text{ Prp} + \text{Grs} + 2 \text{ Ann} = 3 \text{ An} + 6 \text{ Ilm} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
9. $\text{Ms} + \text{Grs} + \text{Alm} = \text{Ann} + 3 \text{ An}$

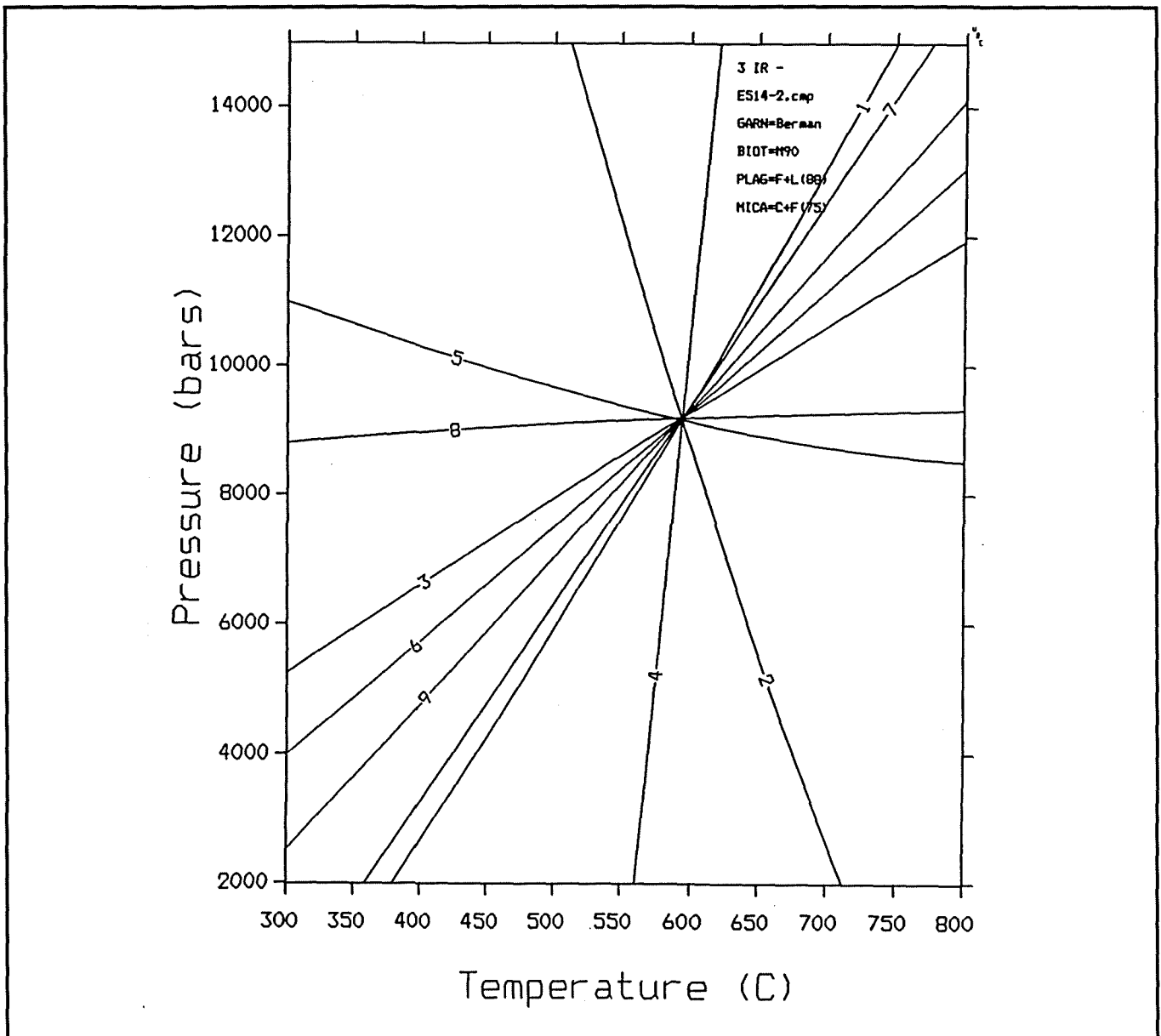


Abb.61:

Ableitung eines PT-Punktes mit der TWEEQU-Software für die chloritoid- und plagioklasführenden Glimmerschiefer des Westerzgebirges anhand der Paragenese Grt-Pl II-Hgl II-Bt-Rt-Ilm im System $\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2$; Probe E 514

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 1) Prp + Ms + Grs = 3 An + Phl
- 2) 6 Rt + Grs + 2 Alm = 3 An + Phl
- 4) 2 Alm + Phl + 6 Rt = 3 Qtz + Prp + Ms + 6 Ilm

Wasserabhängige Reaktionen:

- 3) 3 FCtd + Grs + Qtz = 3 An + Alm + 3 H₂O
 - 5) 3 FCtd + Phl + 3 Qtz = Prp + Ms + Alm + 3 H₂O
 - 6) 2 Rt + Qtz + Grs + 2 FCtd = 3 An + 2 Ilm + 2 H₂O
 - 7) FCtd + 2 Ilm + 2 Qtz = 2 Rt + Alm + H₂O
 - 8) Alm + 3 FCtd + 2 Grs + 6 Rt = 6 Ilm + 6 An + 3 H₂O
 - 9) 2 Rt + Qtz + Phl + 2 FCtd = 2 Ilm + Ms + Prp + 2 H₂O
 - 10) Alm + 3 FCtd + 2 Phl + 6 Rt = 2 Prp + 2 Ms + 6 Ilm + 3 H₂O
- $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,8$

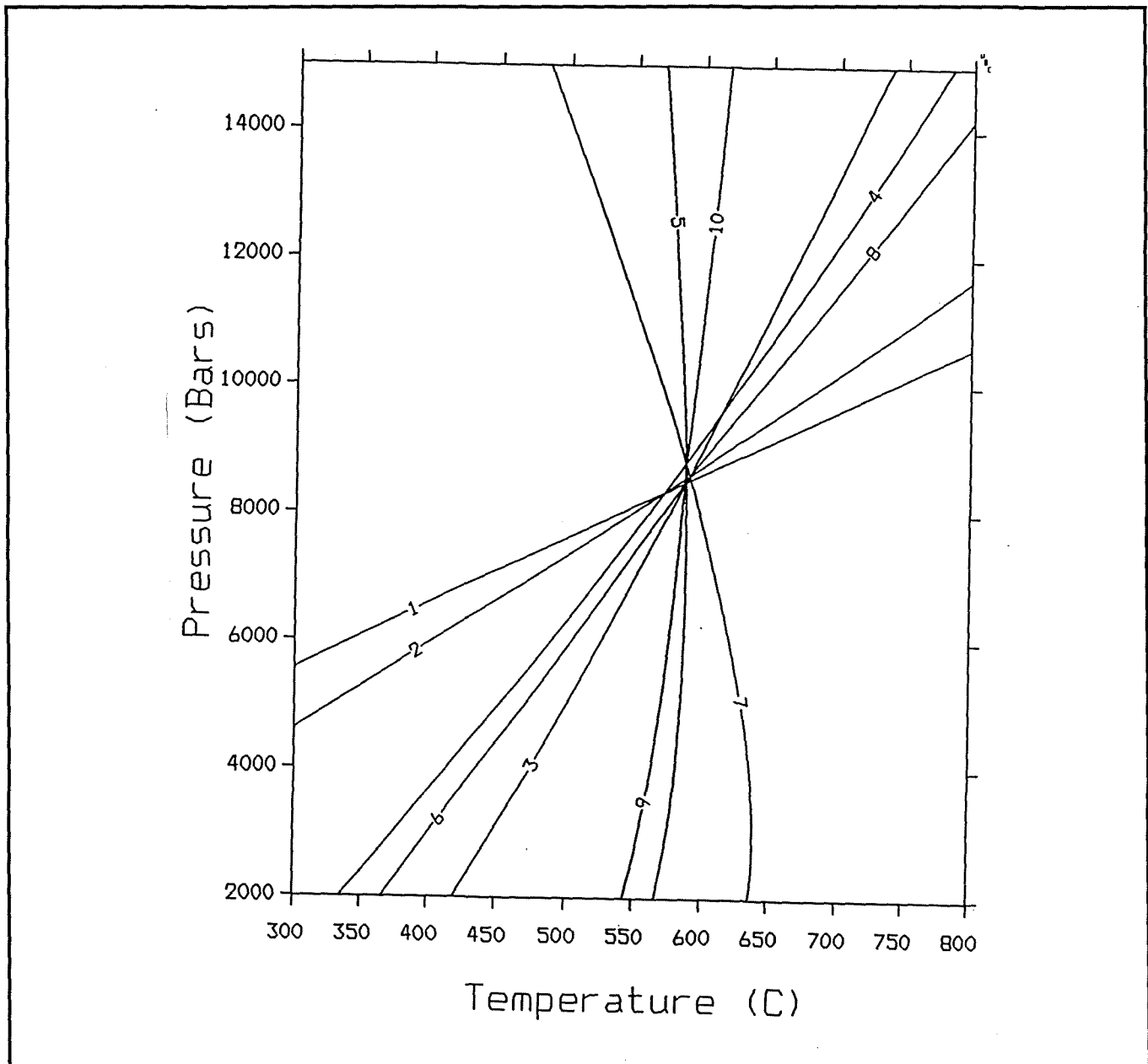


Abb. 62:

Berechnung eines PT-Punktes für chloritoidführende Glimmerschiefer unter Berücksichtigung von Chloritoid im System $\text{K}_2\text{O}-\text{CaO}-\text{MgO}-\text{FeO}-\text{TiO}_2-\text{SiO}_2-\text{H}_2\text{O}$; Probe E 514

Mit der Methode von Hoisch (1991) kann für dieses Stadium der gleiche PT-Punkt ermittelt werden (Abb. 63). Der Schnittpunkt beruht auf der Rechnung mit dem Granatchemismus in Randnähe.

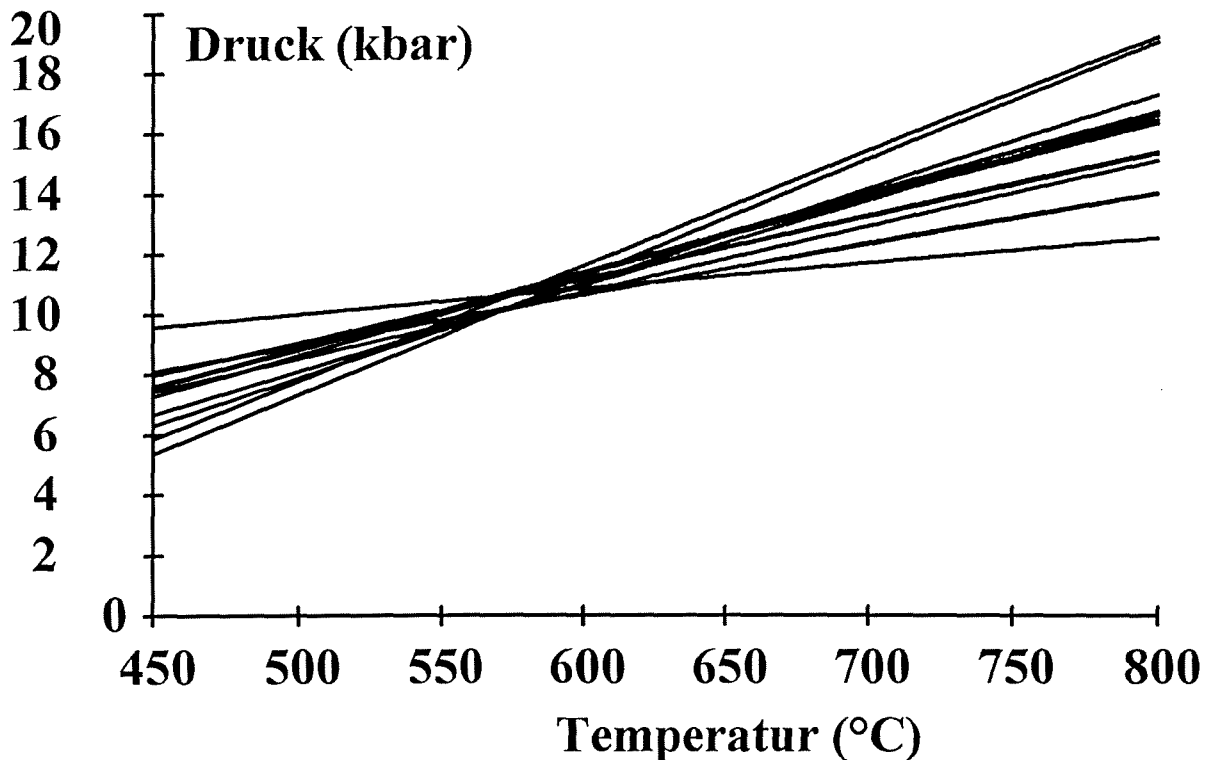
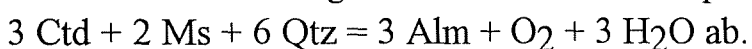


Abb. 63:

Berechnung der PT-Bedingungen für Stadium II in den Glimmerschiefern mit der Methode von Hoisch (1991), Probe E 514

Noch etwas weiter zum Rand schließt sich eine schmale Zone an, in der Grossular wieder zunimmt, aber dann kein Gleichgewicht mehr mit Hellglimmer II, Biotit und Plagioklas II bildet. Temperaturberechnungen mit diesen Mineralchemismen führen bei Anwendung des Granat-Phengit- und Granat-Biotit-Thermometers zu erheblich differierenden Temperaturwerten. Auch bei der Berechnung der multivarianten Gleichgewichte ergeben sich unter Einbeziehung der entsprechenden Granat- und Plagioklaszusammensetzung differierende PT-Bedingungen. Druckabhängige Gleichgewichte, die nur zum Datensatz von Berman gehören, wie z. B. $\text{Prp} + \text{Ms} + \text{Grs} = 3 \text{An} + \text{Phl}$ ergeben im angenommenen Temperaturbereich von 550-600°C Drücke zwischen 12 und 16 kbar. Die Ergebnisse aus den PT-Berechnungen für Stadium II und die stark variierenden Drücke zeigen, daß die Ca-reichen Randzonen nicht mehr mit dem Plagioklas II im Gleichgewicht stehen. Für die Paragenese Granatrand-Hellglimmer II-Plagioklas I-Biotit-Quarz-Rutil-Ilmenit sind mit 9,5 kbar und 580°C höhere Drücke als im Bereich der feldspatführenden Glimmerschiefer bestimmt worden. Chloritoid, Hellglimmer, Rutil, Ilmenit und Quarz blieben als Einschlußphasen im Granat erhalten und die Granatbildung lief wahrscheinlich entsprechend der Reaktion:



In Probe E 520 kann außerdem die Reaktion: $3 \text{Ctd} + 2 \text{Ab} = 2 \text{Pg} + \text{Alm} + \text{H}_2\text{O}$

Wasserunabhängige Reaktionen:

- 1) $2 \text{ Alm} + \text{ Phl} + 6 \text{ Rt} = 3 \text{ Qtz} + \text{ Prp} + \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm}$
- 2) $\text{ Phl} + \text{ Alm} = \text{ Prp} + \text{ Ann}$
- 4) $2 \text{ Ann} + 6 \text{ Rt} + \text{ Prp} = 6 \text{ Ilm} + \text{ Ms} + \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz}$
- 5) $\text{ Ann} + 6 \text{ Rt} + \text{ Alm} = 6 \text{ Ilm} + \text{ Ms} + 3 \text{ Qtz}$

Wasserabhängige Reaktionen:

- 3) $3 \text{ FCtd} + \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz} = \text{ Prp} + \text{ Ms} + \text{ Alm} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
 - 6) $2 \text{ Rt} + \text{ Qtz} + \text{ Phl} + 2 \text{ FCtd} = 2 \text{ Ilm} + \text{ Ms} + \text{ Prp} + 2 \text{ H}_2\text{O}$
 - 7) $\text{ FCtd} + 2 \text{ Ilm} + 2 \text{ Qtz} = 2 \text{ Rt} + \text{ Alm} + \text{ H}_2\text{O}$
 - 8) $3 \text{ FCtd} + 2 \text{ Phl} + 3 \text{ Qtz} = \text{ Ann} + 2 \text{ Prp} + \text{ Ms} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
 - 9) $3 \text{ FCtd} + 3 \text{ Qtz} + \text{ Ann} = \text{ Ms} + 2 \text{ Alm} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
 - 10) $\text{ Ann} + 4 \text{ Rt} + \text{ FCtd} = 4 \text{ Ilm} + \text{ Ms} + \text{ Qtz} + \text{ H}_2\text{O}$
 - 11) $\text{ FCtd} + 2 \text{ Ilm} + \text{ Phl} + 2 \text{ Qtz} = \text{ Ann} + 2 \text{ Rt} + \text{ Prp} + \text{ H}_2\text{O}$
 - 12) $3 \text{ FCtd} + \text{ Phl} + 6 \text{ Rt} + \text{ Ann} = \text{ Prp} + 2 \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
 - 13) $3 \text{ FCtd} + 6 \text{ Rt} + 2 \text{ Ann} = 2 \text{ Ms} + 6 \text{ Ilm} + \text{ Alm} + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,9$

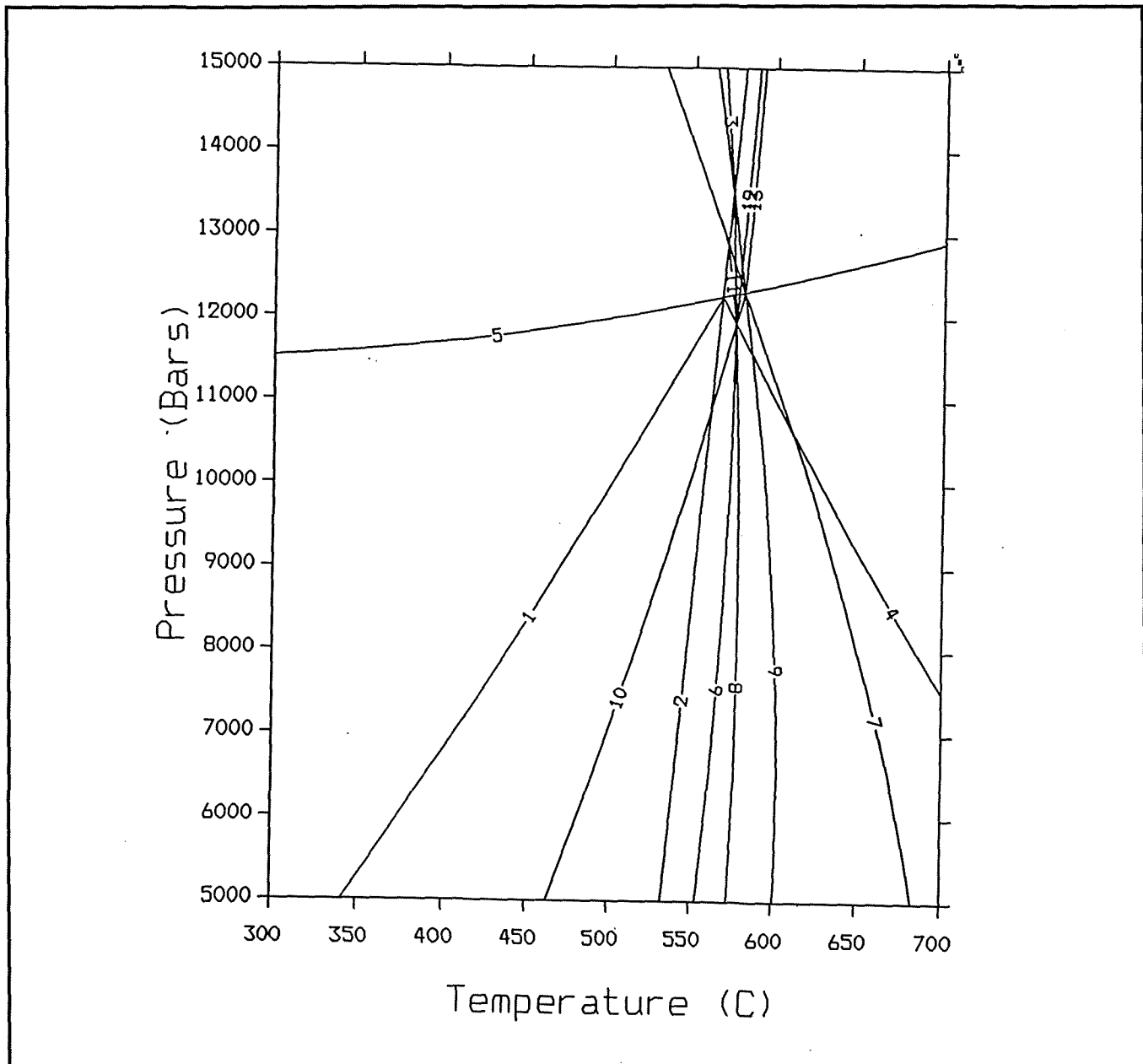


Abb. 65:

Berechnung eines PT-Punktes für die chloritoidführenden Glimmerschiefer mit der TWEEQU-Software, Probe E 34b

7.3 Orthogneise des Westerzgebirges

Innerhalb der Glimmerschieferinheit des Westerzgebirges findet man NW-SE-streichende Areale mit Orthogneisen. NW-SE-streichende Eklogit- und Marmorlinsen sind gemeinsam mit diesen Gneisen zu beobachten. Größere Vorkommen bilden den Orthogneiskomplex von Crottendorf, der eine sich bis an den Fuß des Fichtelberges/Oberwiesenthal erstreckende Zone bildet. Die aus dem südlichen Teil des Westerzgebirges stammenden Orthogneisproben zeigen eine relativ große Vielfalt. Fließende Übergänge von sehr feinkörnigen, mylonitischen- bis zu flasrigen Typen sind zu beobachten.

7.3.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Die Gneise liegen mehrfach deformiert vor. Als ältestes Gefüge blieb eine isoklinal gefaltete Foliation erhalten (S_1). Infolge dieser Verfaltung entsteht parallel zu den Faltenachsenschenkeln eine jüngere Schieferung (S_2), die gefügeprägend wird und ein E-W bis NE-SW gerichtetes Linear aufweist. Die Hauptfoliation wird wiederum von einer dritten Foliation (S_3) geschnitten, die eine Abschiebungskinetik anzeigt.

Die untersuchten Gneise besitzen einen Mineralbestand (Abb. 66), der Granat-Kalifeldspat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz \pm Rutil \pm Ilmenit \pm Titanit \pm Paragonit \pm Zirkon \pm Apatit \pm Chlorit umfaßt. Granat und Biotit sind nicht in allen Gneisen ausgebildet.

Granat:

Wenn Granat auftritt, besitzt er eine hypidioblastische Ausbildung, unterliegt mitunter in Scherzonen einer Umwandlung oder liegt durch Kataklase beansprucht vor. An Granat grenzende Mineralphasen sind vor allem Hellglimmer, Quarz, weniger häufig Plagioklas und Biotit. In stärker retrograd überprägten Proben wird Granat randlich chloritisiert.

Glimmer:

Hellglimmer sind als Reliktfalten in S_1 eingeregelt und als Einschlüsse im Granat anzutreffen. Der Hauptanteil der Hellglimmer liegt in der Hauptfoliation S_2 eingeregelt vor. Eine späte Hellglimmergeneration bildet sich durch die Rekristallisation älterer Hellglimmer in S_3 . Wenig Paragonit liegt gemeinsam mit phengitischen Hellglimmern in S_2 eingeregelt vor. Biotit ist selten an Granat angrenzend oder als Saum um Hellglimmer II zu beobachten.

Feldspat:

Albiteinschlüsse im Granat, kleinere Matrixplagioklase und Matrixalbit machen den Plagioklasbestand dieser Gneise aus. Kalifeldspäte sind vielfach in der Matrix und selten in Granat eingeschlossen vorhanden.

Als opake Mineralphasen sind Rutil, Titanit bzw. Ilmenit vertreten. Zoisit und Epidot kommen in der Matrix nur untergeordnet vor.

7.3.2 Mineralchemie

Granat:

Die analysierten Granate zeigen eine deutliche Zonierung mit einer Abnahme der Ca- und Mn-Konzentration und Zunahme der Mg- und Fe-Konzentration vom Kern zum Rand. Im Kern der Granate beträgt der Grossulargehalt 20-25 Mol %, der Pyropanteil 5-15 Mol %, der Almandingehalt 55-70 Mol % und der Spessartingehalt 4-6 Mol %. Zum Rand nehmen die Grossularkomponente auf 10-20 Mol %, und die Spessartinkomponente auf 1-2 Mol % ab, der Almandinanteil auf 60-80 Mol % und der Pyropgehalt auf 9-18 Mol % zu. Granate mit 20-30 Mol % Grossular und etwa 10 Mol % Pyrop sind nach Turner (1981) charakteristisch für die höhere Blauschieferfazies. Die Mn-Konzentration ist weitgehend von der Gesamtgesteinszusammensetzung abhängig (Turner, 1981, Yardley, 1989). Die Granatbildung ist demnach wahrscheinlich an ein Hochdruckereignis gebunden.

Hellglimmer:

In den Gneisen um Oberwiesenthal besitzen die Phengite die höchsten Si-Gehalte. Sie betragen in der reliktsch erhaltenen ersten Foliation bis zu 7,1/d.F.E. und sind auch in den Granateinschlüssen und in den Kernen der in S₂ orientierten Hellglimmergeneration mit 6,9-7,0 Si/d.F.E. sehr hoch. An Hellglimmer II grenzen schmale, teilweise symplektitische Plagioklassäume (25-34 Mol % An, Abb. 67). In den Randidomänen der zweiten Hellglimmergeneration ist eine Abnahme der Si-Werte bis auf 6,5-6,6 Si/d.F.E. zu beobachten (Abb. 68). Die Unterschiede im Si-, Al-, Fe-, Mg- und Na-Gehalt zwischen Kern und Randidomänen sind auf die HP-Abbaureaktion

$$\text{Ph}_{(\text{Kern})} + (\text{Na}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O})_{\text{fluid}} = \text{Ph}_{(\text{Rand})} + \text{Bt} + \text{Pl} + (\text{K}_2\text{O} + \text{H}_2\text{O})_{\text{fluid}}$$
 nach Franz et al. (1986) zurückzuführen, die in verschiedenen Gesteinstypen des Erzgebirges auftritt. In Hellglimmern, die in Richtung der lokalen Scherzonen orientiert sind, sinken die Si-Gehalte bis auf 6,4 Si/d.F.E.. Daneben sind einzelne Paragonite gemessen worden, die in S₂ orientiert vorliegen und deren Na₂O-Gehalt um 6 % beträgt.

Biotit:

Biotite mit X_{Mg}-Gehalten um 0,5 sind nur untergeordnet ausgebildet.

Feldspat:

Einschlüsse von Albit im Granatkernbereich zeigen An-Gehalte von 4-6 Mol %, kleinere Matrixplagioklase besitzen An-Gehalte zwischen 32 und 36 Mol % und späte Albitblasten von 4-12 Mol %. Die Or-Gehalte der Kalifeldspäte liegen im Bereich von 91-94 Mol %.

7.3.3 Ableitung der PT-Daten

Für diese Gesteinsgruppe ist eine Ableitung der PT-Bedingungen durch die Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982), die Phengitbarometrie (Massonne, 1990) und die Methode von Hoisch möglich. Die unterschiedlichen Phengitgenerationen

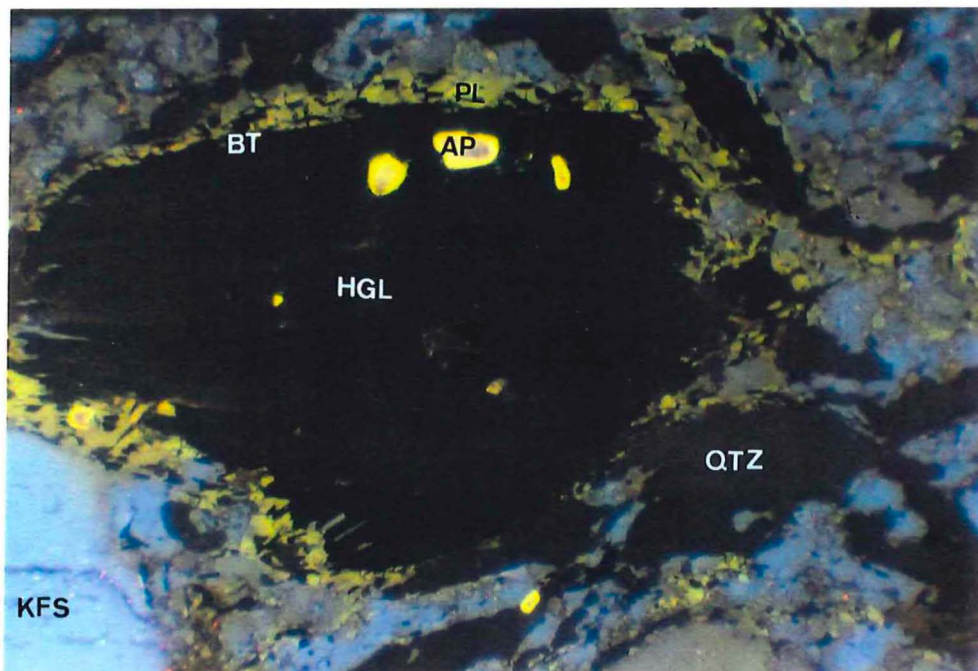
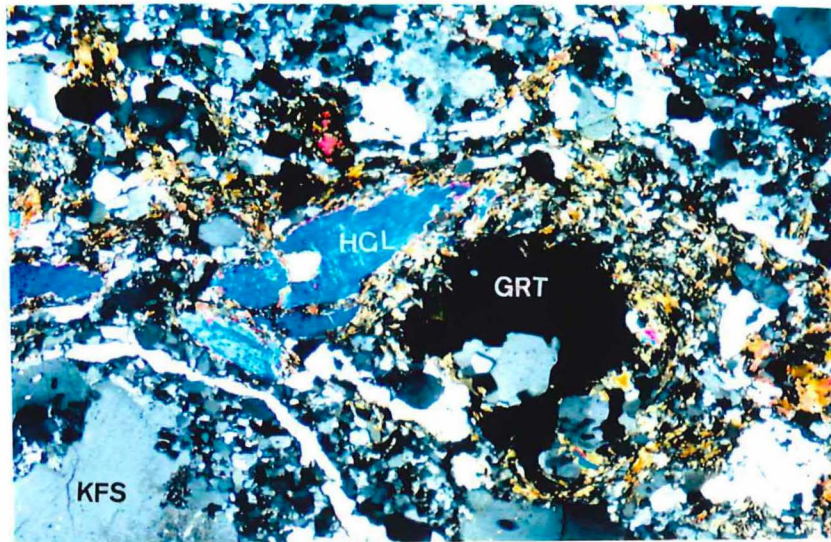


Abb. 66

Abb. 67

Abb. 66: Orthogneisprobe des Westerzgebirges mit Granat (Grt), Hellglimmer (Hgl), Biotit (Bt), Kalifeldspat (Kfs) und Quarz (Qtz), Probe E 210; Bildbreite 5 mm

Abb. 67: Kathodolumineszenzaufnahme eines Hellglimmers (Hgl) mit Biotitsaum (Bt) und angrenzendem z.T symplektitischem Plagioklas (Pl), Kalifeldspat (Kfs), Quarz (Qtz), Probe E 22; Bildbreite 1 mm

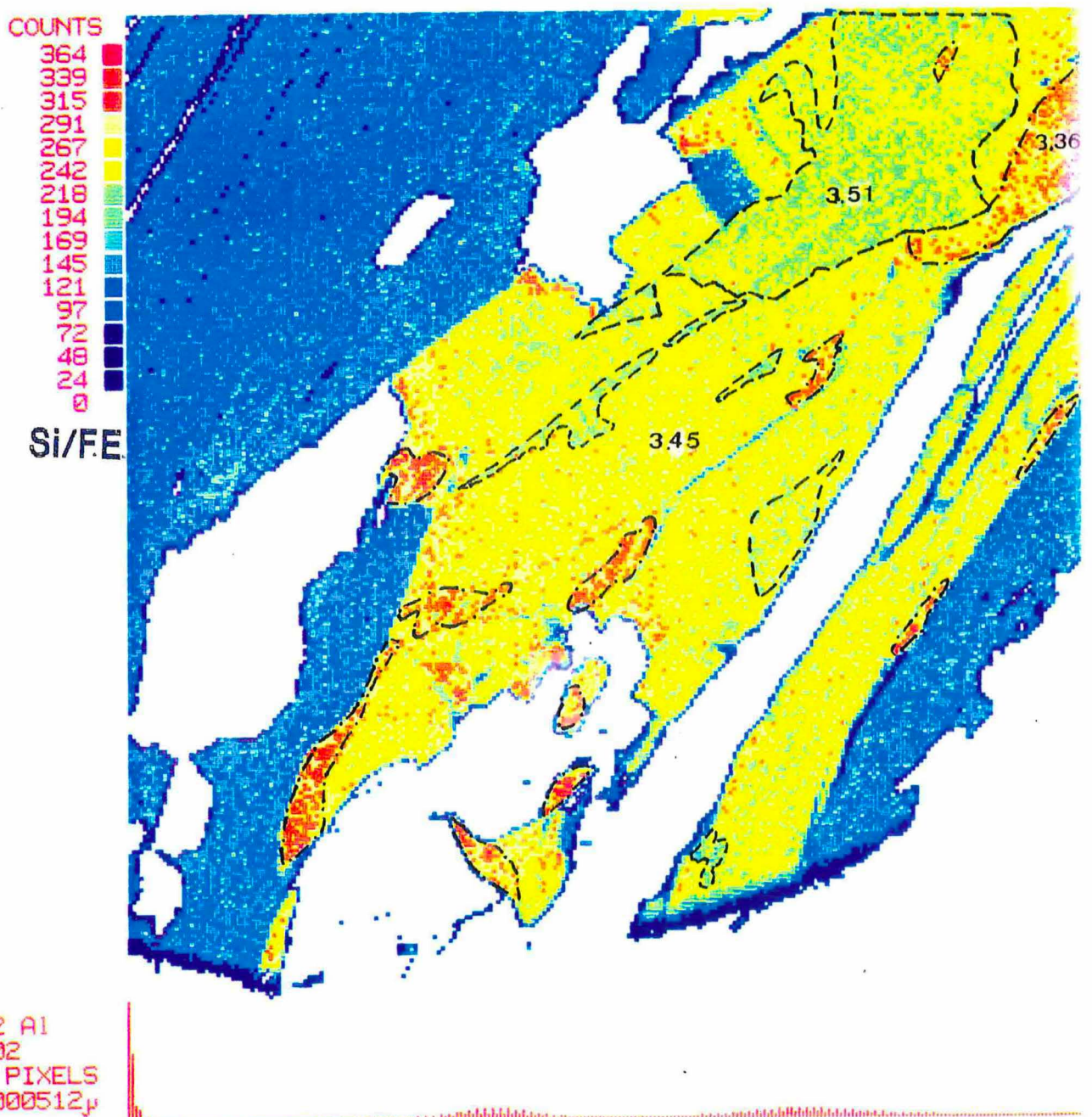


Abb. 68:

Flächenrastreranalyse eines zonierten Hellglimmers; Probe E 210; gleiche Farbintensitäten entsprechen Zonen gleicher relativer Impulsraten von Al; Si-Angaben (3,51/F.E., 3,45/F.E., 3,36/F.E.) sind auf 11 Sauerstoffatome bezogen

können zur Rekonstruktion des PT-Pfades herangezogen werden. Reliktisch erhaltene, syndeformativ während D₁ gebildete Hellglimmer weisen Si-Gehalte um 7,0 Si/d.F.E. auf. Sie spiegeln Druckbedingungen von 12 kbar (Massonne, 1990) bei einer berechneten Temperatur von 530±20°C (Green & Hellman, 1982, Tab. 22) für Stadium I wieder. Die zweite Hellglimmergeneration bildet mit dem Granatrandchemismus, Biotit, Plagioklas II (An 34 Mol %) und Kalifeldspat einen Gleichgewichtspunkt für Stadium II bei 7 kbar und 520±20°C, der mit der Methode von Hoisch (1991) berechnet wurde (Abb. 69).

Probe	Methode	Bemerkung	P (kbar)	T (°C)
E 210	(1)	Grt-Kern(2.1/4)	12	533
		Hgl I(5)	8	514

Tab. 22: Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) für Stadium I in Orthogneisen des Westerzgebirges

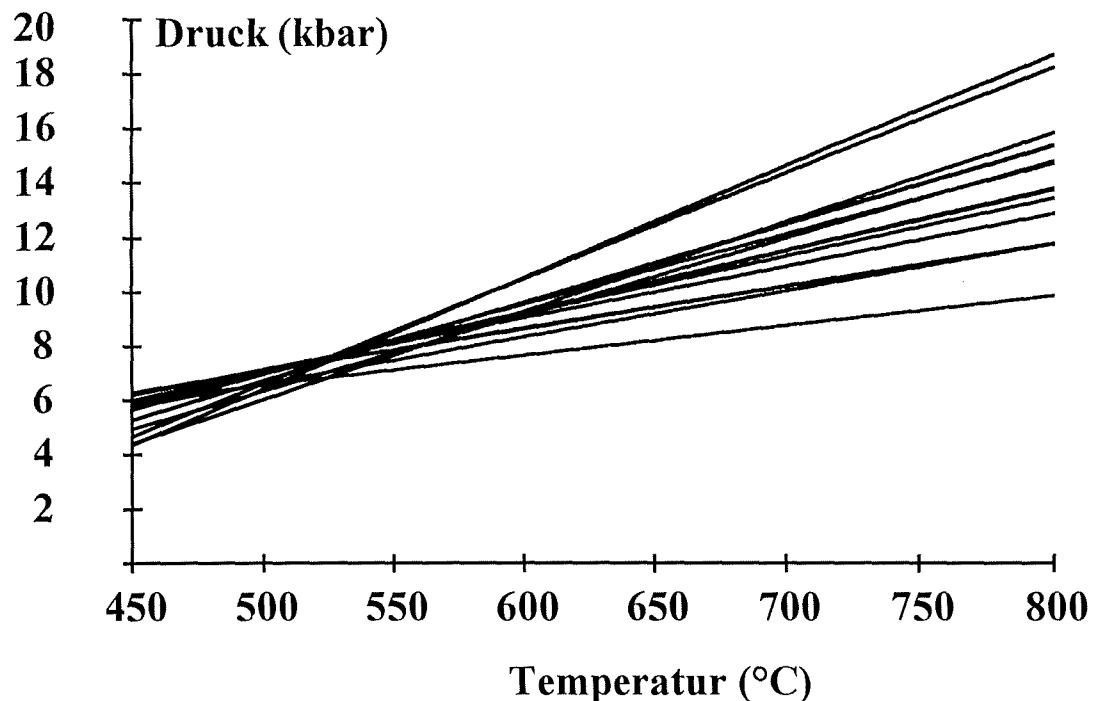


Abb. 69: Ableitung der PT-Bedingungen für Stadium II in Orthogneisen des Westerzgebirges (E 210) mit der Methode von Hoisch (1991)

8. Metamorphoseentwicklung der Granatphyllit-Einheit

Im Westerzgebirge folgt auf die Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit, in westlicher Richtung ein NW-SE streichender schmaler Bereich mit granatführenden Phylliten. Dieser wird im Westen durch geringer metamorph beanspruchte Phyllite begrenzt. Zur metamorphen Einheit der granatführenden Phyllite zählen außerdem feldspatfreie-chloritoidführende Phyllite und Amphibolschiefer. Die granatführenden Phyllite gehören den Phycodenschichten der Thüringischen Fazies an (Mingram, 1994) und sind bei Tellerhäuser, Elterlein sowie reliktsch auch im Osterzgebirge bei Rehefeld verbreitet. Die feldspatfreien chloritoidführenden Phyllite werden als Äquivalente der Frauenbach-Formation angesehen (Mingram, 1994). Sie stehen beispielsweise am Glasbergweg in der Nähe von Elterlein an und zeigen einen extremen Chemismus mit einer Ca- und Na-Verarmung und Fe- und Al-Anreicherung (Mingram, 1994). Vom Chemismus entsprechen sie den in Kapitel 4 behandelten feldspatfreien disthenführenden Glimmerschiefern (z.B. E 602a) und den im Kapitel 7 beschriebenen feldspatfreien chloritoidführenden Glimmerschiefern (z.B. E 34b). In Bereichen mit hohem Scherstrain sind in ihnen wiederum ausschließlich Quarzmobilisationen zu beobachten.

8.1 Granatführende Phyllite

8.1.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Der Mineralbestand umfaßt idioblastisch ausgebildete bis zu 2 mm große Granate. Sie besitzen häufig eine Internfoliation, die durch Ilmenit- und Rutileinschlüsse abgebildet wird (Abb. 70, 71). Einige Granatkörner werden durch Albitblasten eingehüllt. In den Albitblasten setzt sich die Internfoliation, die in den Granatkörnern auftritt, durch Ilmenit, Rutil- und Hellglimmereinschlüsse unverstellt fort. In der Hauptfoliation S_2 sind Hellglimmer, Chlorit, Biotit und Quarz eingeregelt. In einigen Bereichen sind Relikte der ersten Schieferung durch gefaltete Hellglimmer erhalten. Granat unterliegt in Zonen mit stärkerem Scherstrain der teilweisen bis vollständigen Chloritisierung. An den Rändern der Albitblasten ist mitunter Epidot ausgebildet.

8.1.2 Mineralchemie

Granat:

Untersuchungen zur Granatzonierung wurden an verschiedenen Proben durchgeführt. Sie zeigen eine typische Wachstumszonierung vieler Granate. Besonders in den glimmerreichen Lagen sind idiomorphe bis hypidiomorphe Granatkörner ausgebildet. Die Granate zeichnen sich durch eine Abnahme der Spessartingehalte vom Kern zum Rand von 25- auf 17 Mol % aus. Die Grossular- und die Pyropkomponente ändern sich nur geringfügig (Grs 22-20 Mol %, Prp 1,7-1,2 Mol %) vom Kern zum Randbereich.

Dagegen ist ein Austausch von Fe für Mn zu beobachten, der durch die Zunahme der Almandinkomponente zum Rand von 50 auf 58 Mol % deutlich wird. Einen oszillierenden Zonarbau, der sich durch eine erneute Zunahme der Spessartinkomponente in Randnähe äußert, zeigt Abb.72. Oszillierende Zonierungsmuster mit einer erneuten Zunahme von Mn in Granatrandnähe lassen sich wahrscheinlich durch einen Mn-Austausch zwischen Ilmenit und Granat erklären.

Hellglimmer:

In den Hellglimmern ist eine Abnahme des Phengitgehaltes von der ältesten zur jüngsten Generation festzustellen. Die maximalen Si-Gehalte besitzen die ältesten Hellglimmer mit 6,65 Si/d.F.E.. In der Hauptfoliation eingeregelter Hellglimmer zeichnen sich durch Si-Gehalte von etwa 6,6 Si/d.F.E. in den Kernbereichen aus. Zum Rand wird eine unregelmäßige Abnahme bis auf etwa 6,4 Si/d.F.E. erkennbar. Einige dieser Hellglimmer besitzen feine Biotitsäume. Der Si-Gehalt der spät gesprossenen Hellglimmer ist mit 6,2 Si/d.F.E. am geringsten.

Biotit:

In der Hauptfoliation sind Biotitsäume um einige Hellglimmer ausgebildet. Matrixbiotit ($X_{Mg} = 0,3$) koexistiert mit Hellglimmer II, Chlorit, Quarz, Rutil und Ilmenit.

Chlorit:

In der Hauptfoliation eingeregelter Chlorite zeigen meistens etwas höhere X_{Mg} -Gehalte (um 0,5) als die auf Kosten von Granat sprossenden Chlorite. Die Al^{IV} und Al^{VI} -Gehalte von 1,3 bis 1,4 können mittleren Drücken zugeordnet werden (Laird, 1988).

Plagioklas:

In den granatführenden Phylliten sind ausschließlich Albitblasten ausgebildet, die in einigen Bereichen Oligoklassäume besitzen.

8.1.3 Ableitung der PT-Daten

Die Si-Gehalte von 6,6 Si/d.F.E. der Hellglimmer und Granatchemismen in Randnähe lassen Aussagen auf die Metamorphosetemperatur zu, die im Bereich von $470 \pm 20^\circ C$ (Hynes & Forest, 1988) liegt. Nach Massonne (1990) läßt sich ein Mindestdruck von 7 kbar ableiten. Für die Paragenese der Mineralphasen Grt_{Rand} -Hgl II-Bt-Chl-Rt-Ilm ist eine PT-Abschätzung im TWEEQU-Programm (Berman, 1991) möglich (Abb. 73). Für diese Paragenese wurde ein PT-Punkt mit 3 unabhängigen Reaktionen bei $460^\circ C$, 9,5 kbar berechnet. Chlorit mit den höchsten X_{Mg} -Gehalten, der Granatrandchemismus, die in S_2 orientierten Hellglimmer und angrenzender Biotit sowie gemeinsam in der Matrix auftretende Rutil- und Ilmenitkörner sowie Quarz wurden dabei verwendet. In S_2 liegt auch der Wachstumsbeginn der Albitblasten. Anhand der Peristeritlücke (Maruyama et al, 1982) kann man eine Temperatur von $470^\circ C$ für den Beginn des Albitwachstum vorsichtig abschätzen. Der Si-Gehalt der Hellglimmer weist auf Mindestdrücke von 5 kbar hin (Massonne, 1990).

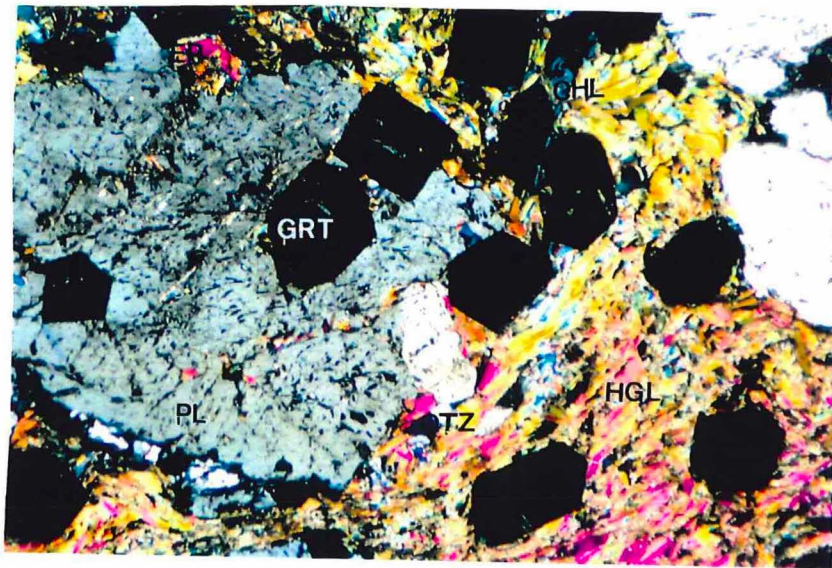
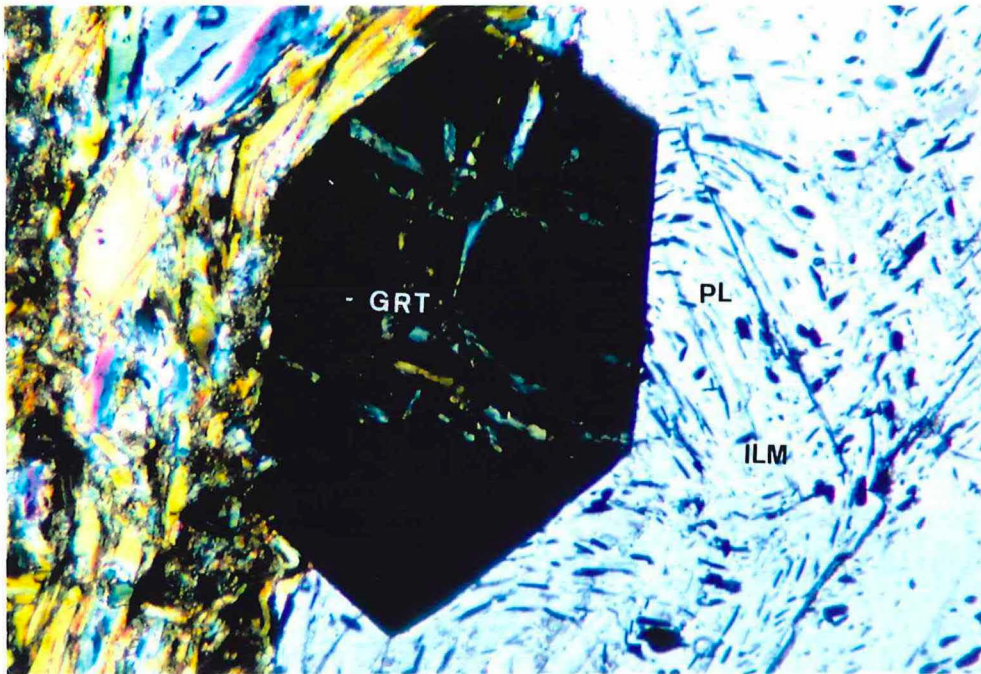


Abb. 70

Abb. 71

Abb. 70: Granatführender Phyllit von Tellerhäuser; Probe E 24b; Albitblast (Pl) mit Ilmeniteinschlüssen (Ilm), die eine Internfoliation nachzeichnen; Bildbreite 0,8 mm, x Nic.

Abb. 71: Zum Mineralbestand der granatführenden Phyllite gehörender Granat (Grt), Plagioklas (Pl), Hellglimmer (Hgl), Epidot (Ep), Chlorit (Chl) und Quarz (Qtz); Probe E 24b; Bildbreite 2,5 mm, x Nic.

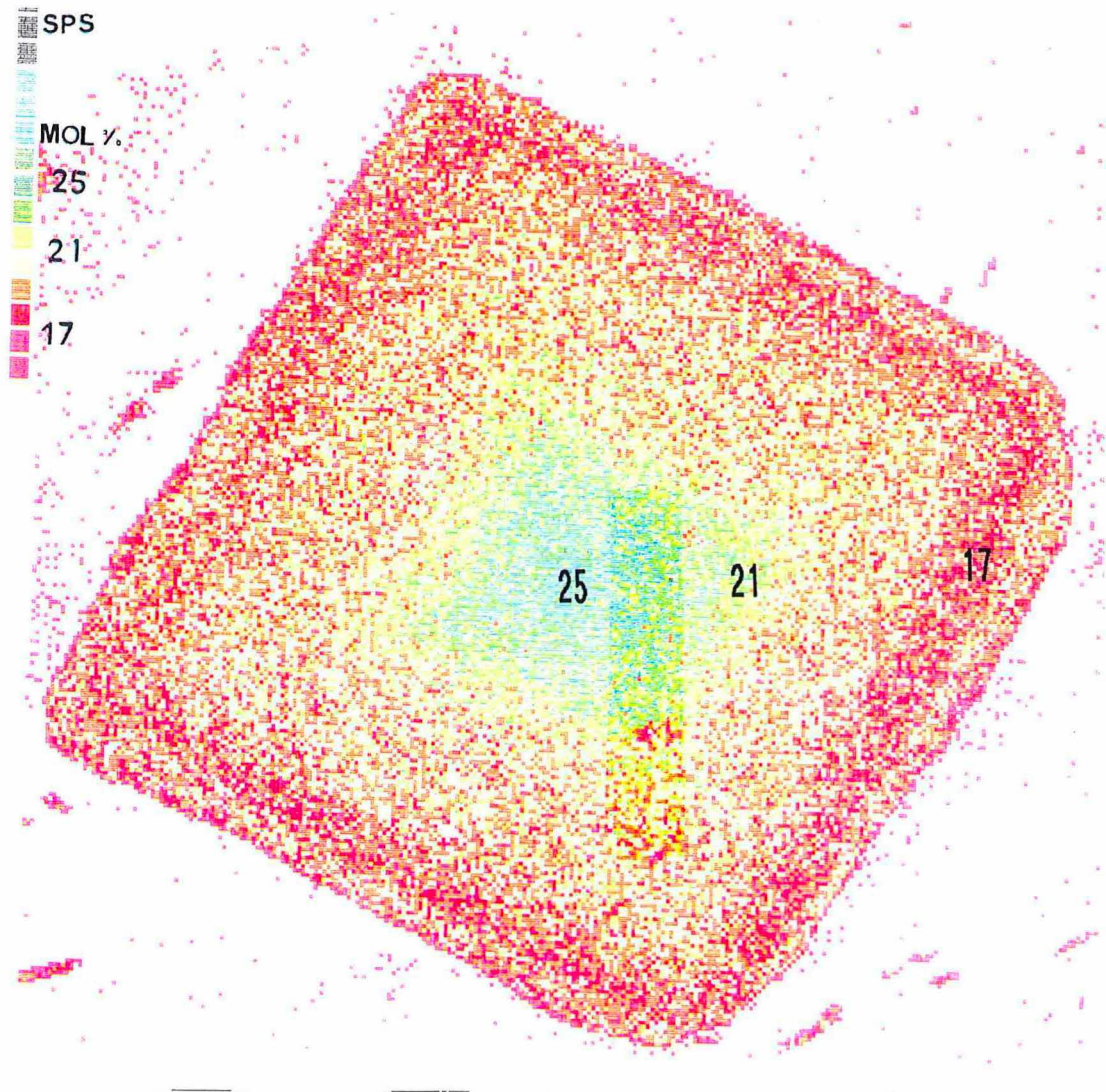


Abb. 72:
 Elementverteilungsbild eines Granats; gleiche Farbtöne zeigen Zonen gleicher Intensitäten von Mn an; Probe E 24b

Wasserunabhängige Reaktionen:

4. $\text{Alm} + \text{Ann} + 6 \text{Rt} = 3 \text{Qtz} + \text{Ms} + 6 \text{Ilm}$
7. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$
9. $2 \text{Alm} + \text{Phl} + 6 \text{Rt} = 3 \text{Qtz} + \text{Prp} + \text{Ms} + 6 \text{Ilm}$
11. $2 \text{Ann} + \text{Prp} + 6 \text{Rt} = 3 \text{Qtz} + \text{Phl} + \text{Ms} + 6 \text{Ilm}$

Wasserabhängige Reaktionen:

1. $3 \text{Alm} + 6 \text{Ilm} + 5 \text{Phl} + 12 \text{H}_2\text{O} = 6 \text{Rt} + 3 \text{Chl} + 5 \text{Ann}$
2. $24 \text{Rt} + 5 \text{Phl} + 8 \text{Alm} + 8 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Chl} + 24 \text{Ilm} + 5 \text{Ms} + 15 \text{Qtz}$
3. $6 \text{Ilm} + 5 \text{Prp} + 12 \text{H}_2\text{O} = 6 \text{Rt} + 3 \text{Chl} + 2 \text{Alm}$
5. $4 \text{Alm} + 5 \text{Phl} + 12 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Qtz} + \text{Ms} + 3 \text{Chl} + 4 \text{Ann}$
6. $8 \text{Ann} + 3 \text{Chl} + 24 \text{Rt} = 9 \text{Qtz} + 5 \text{Phl} + 3 \text{Ms} + 24 \text{Ilm} + 12 \text{H}_2\text{O}$
10. $\text{Phl} + 4 \text{Prp} + 12 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Qtz} + \text{Ms} + 3 \text{Chl}$
12. $\text{Ann} + 5 \text{Prp} + 12 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Qtz} + \text{Ms} + 3 \text{Chl} + \text{Alm}$
13. $6 \text{Rt} + 5 \text{Prp} + 2 \text{Ann} + 12 \text{H}_2\text{O} = 3 \text{Chl} + 6 \text{Ilm} + 2 \text{Ms} + 6 \text{Qtz}$

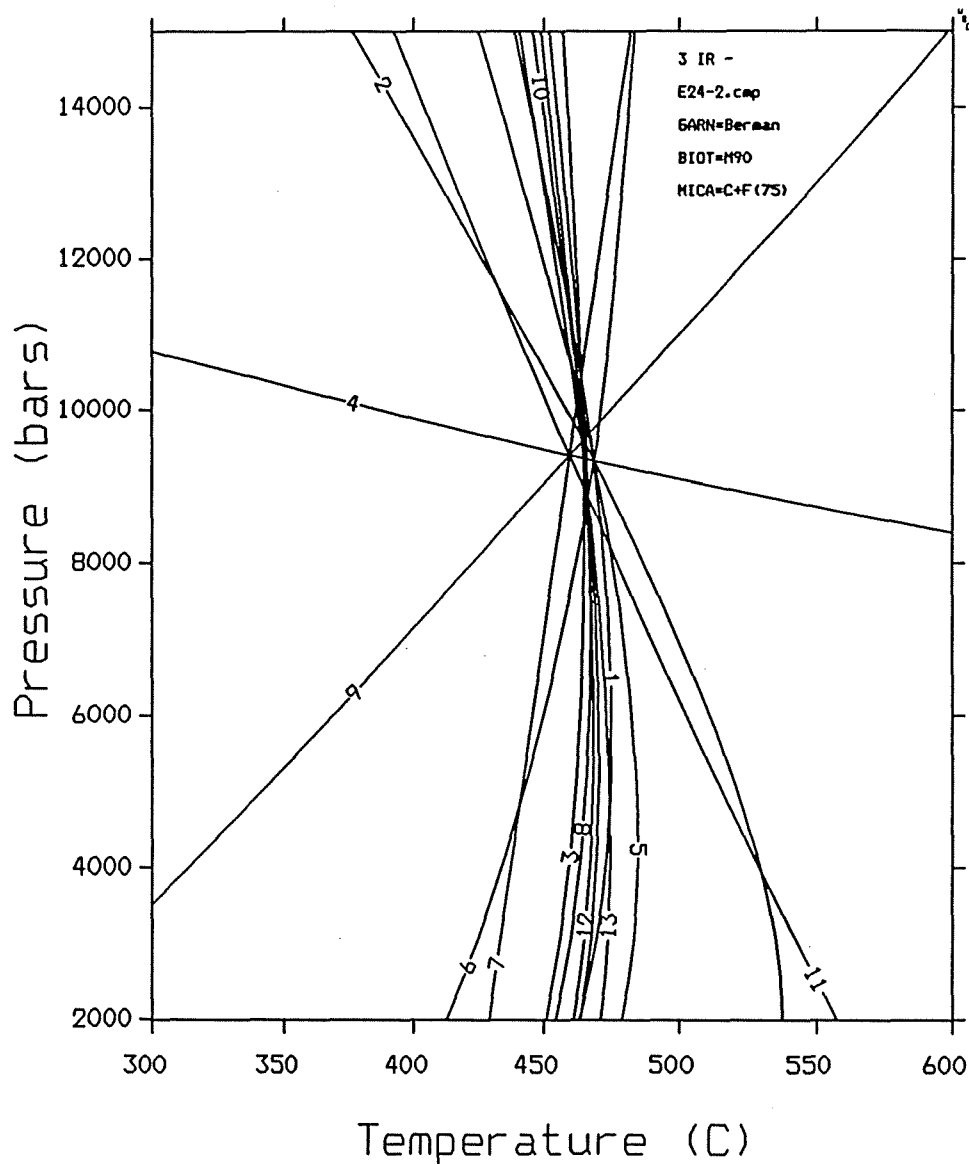


Abb. 73:

Ableitung der PT-Daten mit Hilfe der TWEEQU-Software für die granat-plagioklas-führenden Phyllite, Probe E 24.2

In einigen Proben folgt dem Granatabbau in Scherzonen eine Bildung von Oligoklassäumen um die Albitblasten, wobei die Ca-Komponente von Granat im Plagioklas eingebaut wird. Für diese Säume mit An-Gehalten von 10 Mol % würde sich eine Temperatur um 500°C (Maruyama et. al., 1982) ergeben. Da Plagioklas gemeinsam mit Quarz und Hellglimmer noch in S₃ rekristallisiert, ist die Bildung der Oligoklassäume an die Ausbildung von S₃ gebunden. Mit Hellglimmer III kann durch die Phengitbarometrie (Massonne, 1990) für Si-Gehalte von 6,2/d.F.E. ein Mindestdruck von 2,5 kbar angegeben werden.

8.2 Feldspatfreie chloritoidführende Phyllite

Den gleichen Metamorphosegrad weisen chloritoidführende Phyllite bei Elterlein, Grünhain oder Herold auf. In den Phylliten vom Bethlehemsstift bei Burgstädtel gehören Hellglimmer, Quarz, Rutil, Ilmenit, Chloritoid, Chlorit und Quarz zum Mineralbestand (Abb. 74, 75, 76). Die Ausbildung des Mikrogefüges der chloritoidführenden Phyllite entspricht den granatführenden Phylliten. Vom Chemismus gehören sie zu den Na₂O- und CaO-verarmten Gesteinen, die Äquivalente der Frauenbach-Serie darstellen (Mingram, 1994). Die Hellglimmer dieser Phyllite weisen Si-Gehalte von 6,1 bis 6,64 Si/d.F.E. auf. In der Matrix sind Rutil und Ilmenit gemeinsam vertreten. Die Chloritoide besitzen allgemein einen höheren Fe-Gehalt als in der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit. Pyrophyllit ist nur noch reliktsch anzutreffen. Die Ableitung der PT-Daten für diese Phyllite kann mit Hilfe des Phengitbarometers von Massonne (1990) erfolgen, das die Mindestdrücke widerspiegelt. Die Umwandlungskurve von Pyrophyllit in Alumosilikat (Thompson, 1970) und die Bildung von Chloritoid aus Pyrophyllit und Chlorit lassen eine Abschätzung des Temperaturbereiches zu. Zur Bildung von Chloritoid führt die Reaktion:
$$2 \text{ Chl} + 8 \text{ Prl} = 5 \text{ Ctd} + 28 \text{ Qtz} + 6 \text{ H}_2\text{O}.$$

Die Bildung eines Alumosilikates erfolgt noch nicht, so daß die Temperatur unterhalb der angegebenen Reaktionskurve Pyrophyllit/Alumosilikat, also etwas unterhalb 470°C liegen muß. Der Mindestdruck beträgt 7 kbar (Massonne, 1990) und entspricht damit etwa den Drücken der granatführenden Phyllite. Eine Granatbildung ist in diesen Gesteinen nicht zu beobachten. In den höher metamorphen Äquivalenten dieser Gesteine mit einem extremen Chemismus (Na- und Ca-Verarmung und Fe-Anreicherung, E 34b: feldspatfreier chloritoidführender Glimmerschiefer vom großen Fuchsstein bei Geyer und E 602a: feldspatfreier disthenführender Glimmerschiefer vom Kühberg bei Bärenstein) sind aufgrund des Gesamtgesteinschemismus sehr almandinreiche und nahezu grossularfreie Granate ausgebildet. Bei Temperaturen unterhalb 470°C können sich die almandinreichen Granate noch nicht bilden. Die mit diesen Gesteinstypen vergesellschafteten alkali amphibolführenden Metabasite wurden bei Kraslice/Tschechische Republik durch Soucek et al. (1992) bearbeitet und weisen Druckbedingungen von 8-9 kbar auf. Im Erzgebirge sind sie Gegenstand weiterer Untersuchungen.

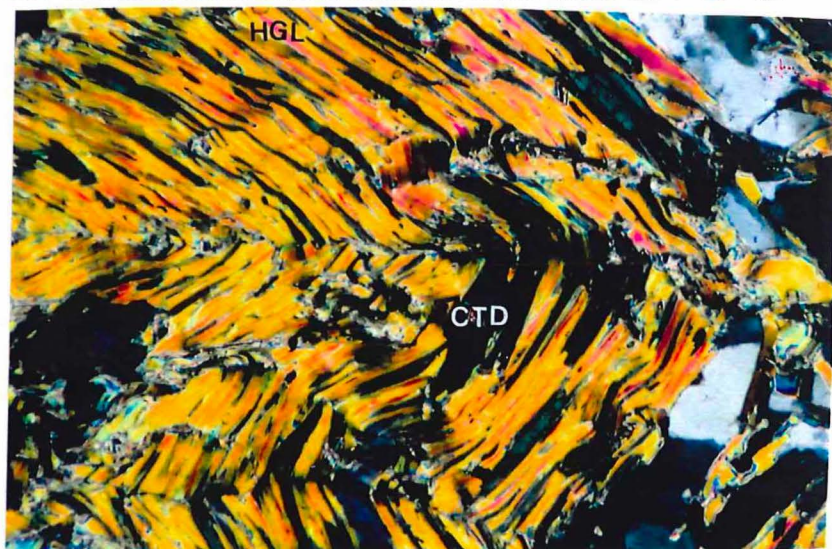
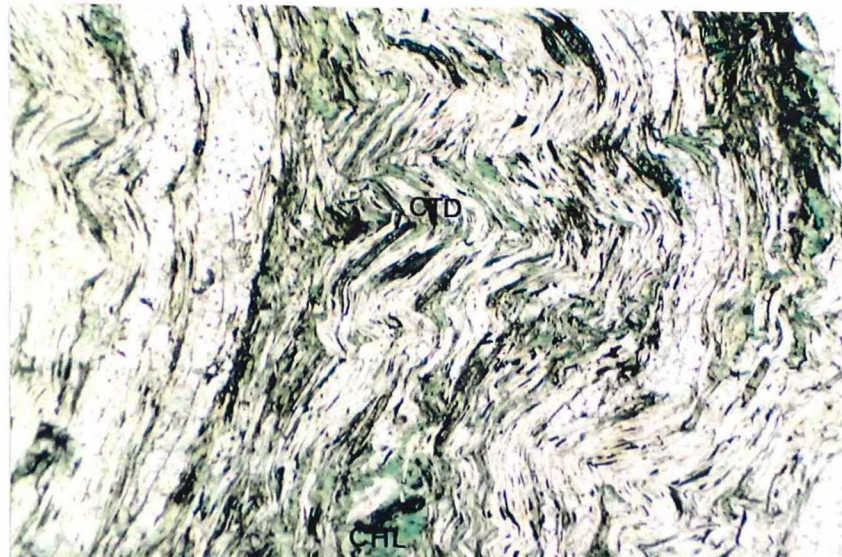


Abb. 74

Abb. 75

Abb. 76

Abb. 74: Chlorit (Chl), Hellglimmer (Hgl) und Ilmenit (Ilm) aus einem feldspatfreien chloritoidführenden Phyllit mit einem Wechsel psammitischer und pelitischer Lagen; Bildbreite 1,2 mm; x Nic.

Abb. 75: Kleinfaltung von Chloritoid (Ctd), Chlorit (Chl) und Hellglimmer (Hgl) in einem feldspatfreien chloritoidführenden Phyllit; Bildbreite 2 mm; II Nic.

Abb. 76: Kleinfaltung von Hellglimmer (Hgl) und Chloritoid (Ctd) in einem feldspatfreien chloritoidführenden Phyllit; Bildbreite 2 mm; x Nic.

9. Metamorphoseentwicklung der Phyllit-Randzone

9.1 Phyllite der Lößnitz-Zwönitzer-Mulde

Die Gesteine der Lößnitz-Zwönitzer-Mulde können aufgrund lithostratigraphischer Vergleiche der Thüringischen Fazies zugeordnet werden. Das Ordovizium wird durch die Frauenbachschichten, Phycodenschichten und die Gräfenthaler Serie abgebildet. Die ebenfalls zum Thüringischen Profil gehörenden Schichtenfolgen des Silur und Devon sind biostratigraphisch belegt. In den nur gering metamorph beanspruchten Phylliten blieb die Schichtung noch reliktsch erhalten (z.B. im Dachschieferbruch Dreihansen). Ein Wechsel verschieden farbiger Bänder im mm- bis cm-Bereich ist typisch. In einigen Fällen liegen die sedimentäre Schichtung SS und die erste Schieferung S_1 als Parallelschieferung ($SS//S_1$) vor. In Abhängigkeit von der Lage zur Faltung tritt aber auch eine Transversalschieferung ($SS^{\wedge}S_1$) auf. Das zu den Faltenachsen gehörende Linear L_1 ist um E-W orientiert. Durch die Schnittkante von SS und S_1 entsteht ein NW-SE streichendes Schnittlinear.

Am NW-Rand der Lößnitz-Zwönitzer-Mulde wurden tonschieferartige stahlgraue, matt glänzende Phyllite z.T. mit Quarz- und Albitbändern aus dem Steinbruch Raum untersucht. In ihnen ist eine ältere Schieferung mit einem Einfallen von 55/72 erhalten. Diese wird durch Quarzbänder abgebildet. In vielen anderen Steinbrüchen zeigt die Schieferung ein Einfallen von 340/60 an. Das dazugehörige Runzelungslinien verläuft mit 76/44 etwa parallel zum Streichen der Schieferung. Eine jüngere Schieferung entstand infolge der Kleinfaltung von S_1 in Richtung der Faltenachsebenen und wird durch Phyllosilikate abgebildet.

Serizit, Paragonit, Illit, Quarz, Chlorit und Albit sind in S_1 eingeregelt. In der jüngeren Schieferung (S_2) sind ausschließlich Phyllosilikate ausgebildet. Die Schieferung erzeugt ein deutliches Runzelungslinien (Abb. 77, 78, 79).

Die maximalen Si-Gehalte der serizitischen Hellglimmer von 6,05-6,1 Si/d.F.E. weisen auf geringe Mindestdrücke von 2 kbar (Massonne, 1990) hin. Durch die Paragenese von Paragonit, Albit, Chlorit und Quarz kann für einen Druck von 2 kbar eine Temperatur von $390 \pm 20^\circ\text{C}$ abgeleitet werden (Zen & Thompson, 1974).

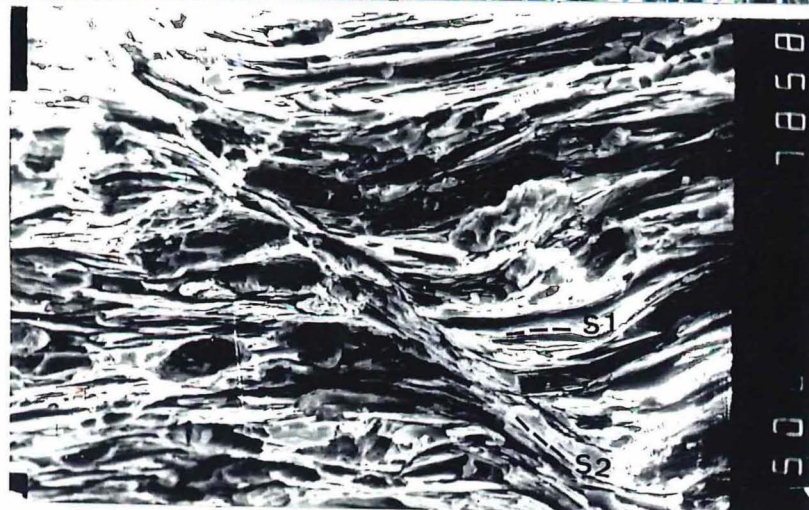
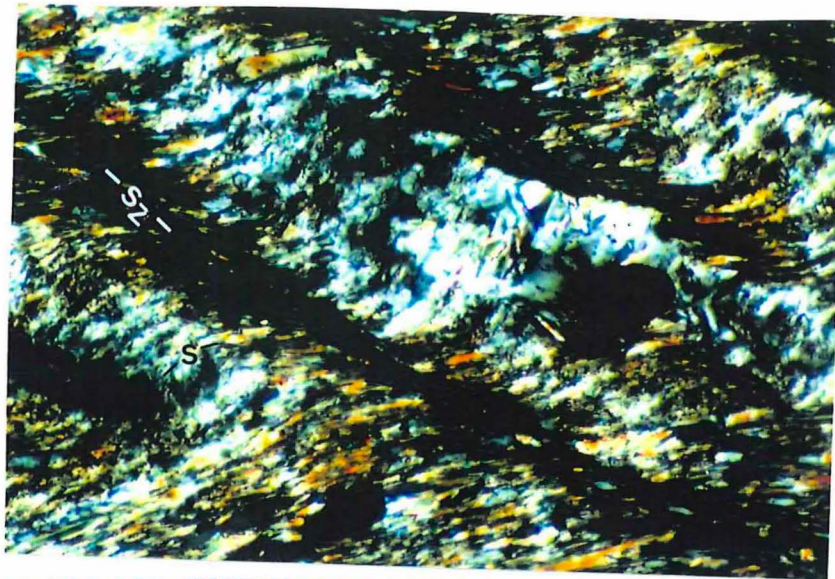


Abb. 77

Abb. 78

Abb. 79

Abb. 77: Kleinfaltung und Ausbildung von S₁ und S₂ in Phylliten der Lößnitz-Zwönitzer-Mulde, Bildbreite 1 mm, x Nic.

Abb. 78: Ausbildung von S₁ und S₂ in Phylliten Lößnitz-Zwönitzer-Mulde, Bildbreite 1mm, x Nic.

Abb. 79: Schieferungsentwicklung in Phylliten der Lößnitz-Zwönitzer-Mulde, REM-Aufnahme, Vergrößerung 500 fach

10. Metamorphite des Erzgebirgsnordrandes

10.1 Mobendorfer Gneise

Im Frankenberger Zwischengebirge sind Augengneistypen ausgebildet, die denen des Erzgebirges sehr ähnlich sind und deshalb hier ebenfalls Erwähnung finden. Nach den mineralogischen und geochemischen Kriterien (Mingram, 1994) (gleicher Mineralbestand und REE- sowie Hauptelementzusammensetzung) könnten sie mit paläozoischen Einheiten des Erzgebirges verglichen werden.

10.1.1 Petrographie und Mineralchemie

Einige Augengneise sind granatführend. Nur selten ist die hypidiomorphe Form der Granate noch erkennbar. Häufig unterliegen sie in Scherzonen einer Kataklyse und retrograden Umwandlung in Biotit oder Chlorit. Die Granatkörner der Mobendorfer Gneise zeichnen sich durch eine Kernzusammensetzung mit 65 Mol % Alm, 15 Mol % Grs, 17 Mol % Sps und 3 Mol % Prp aus (Abb. 80). In den Granatkörnern tritt in Randnähe eine diskontinuierliche Änderung des Zonierungsmusters mit einer sprunghaften Zunahme der Grossularkomponente auf 45 Mol % und Abnahme der Almandingehalte auf 35 Mol % auf.

Kleine schuppige Hellglimmer mit Si-Gehalten bis 6,60 Si/d.F.E. grenzen an Granat oder sind in der Matrix anzutreffen. Die in Granat eingeschlossenen Hellglimmer weisen maximale Si-Gehalte von 6,50 Si/d.F.E. auf. Grobkörnige in S₂ eingeregelt Hellglimmer werden häufig von Kalifeldspat umgeben.

In Plagioklasklasten eingeschlossene unregelmäßig gewachsene Hellglimmer sind durch niedrigere Si-Werte um 6,4 Si/d.F.E. und höhere Paragonitanteile gekennzeichnet. Als Einschlußphasen sind weiterhin Granat, Turmalin und Zirkon zu nennen. Die Plagioklase weisen mitunter myrmekitische Entmischungen auf. In den untersuchten Proben sind nur Plagioklase albitischer Zusammensetzung ausgebildet. Der Or-Gehalt der Kalifeldspäte beträgt 92- bis 94 Mol %. Durch Kataklyse gekennzeichnete Turmaline sind in S₂ gewachsen und liegen jetzt in S₃ eingeregelt vor.

10.1.2 Ableitung der PT-Daten

Mit der Granat-Phengit-Thermometrie erhält man für den inneren Granatbereich und die erste Hellglimmergeneration Temperaturen um 550±20°C. Die Druckabschätzung mit dem Phengitbarometer von Massonne (1990) ergibt etwa 7 kbar für dieses Stadium und 3 bis 4 kbar bei 500°C mit der jüngsten, in S₃ orientierten Hellglimmergeneration.

Die Drücke sind aufgrund des häufigen Fehlens von Biotit als Mindestdrücke anzusehen. Die sprunghafte Zunahme der Grossular- und Abnahme der

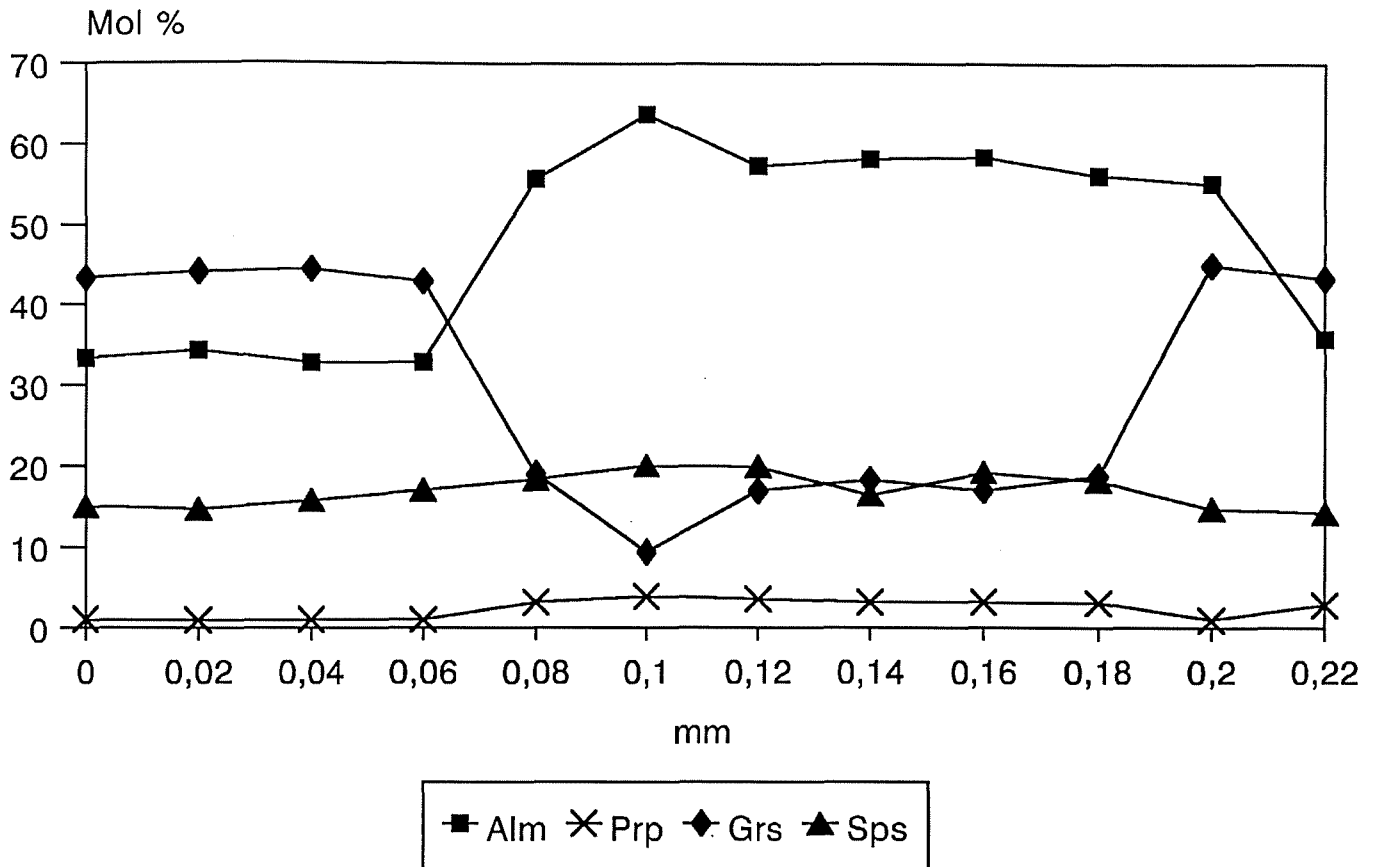


Abb. 80: Granatzonierung der Probe E 359 (Mobendorfer Augengneis)

Almandinkomponente zum Granatrand könnte mit der Bildung verschiedener Plagioklasgenerationen im Zusammenhang stehen.

Ein Ca-reicherer Plagioklas ist nicht mehr nachweisbar. In Scherzonen könnte ein älterer anorthitreicherer Plagioklas einer vollständigen Umwandlung unterlegen haben und durch die Reaktion



die Bildung der Ca-reichen Granatränder erklären. Die Albitkomponente bleibt dabei stabil. Die Myrmekitbildungen in den Albitblasten deuten auf eine Verdrängung von Kalifeldspat durch Albit hin. Damit verbunden ist die Bildung einer jüngeren Hellglimmergeneration, die das Kalium aus dem verdrängten Kalifeldspat einbaut.

10.2 Staurolithführende Glimmerschiefer

10.2.1 Petrographie und Mikrogefügeentwicklung

Am NW-Rand des Erzgebirges stehen staurolithführende Glimmerschiefer in Bräunsdorf und Seifersdorf an. Da die Proben in Seifersdorf sehr schlecht aufgeschlossen und anstehende Bereiche stark verwittert sind, wurden nur die Bräunsdorfer Glimmerschiefer genauer untersucht (Rötzler et al., 1992).

Ihr Mineralbestand umfaßt Granat-Plagioklas-Hellglimmer-Biotit-Quarz-Chlorit-Staurolith±Sillimanit±Korund±Magnetit±Rutil±Ilmenit±Zirkon±Turmalin±Apatit. Die ältesten erhaltenen Phasen sind Staurolith, Hellglimmer, Magnetit, Rutil und Ilmenit. Hellglimmer I blieb als Einschluß im Staurolith erhalten.

Staurolith, Magnetit, Korund, Hellglimmer, Rutil und Ilmenit kommen in Granat eingeschlossen vor. Rutil- und Ilmeniteinschlüsse im Staurolith zeichnen eine Internfoliation (S_1) nach, die in der Matrix nicht mehr erhalten blieb. Die Staurolithe liegen überwiegend in S_2 , der Hauptfoliationsrichtung, gestreckt vor und weisen Merkmale einer Kataklyse auf. An Staurolith und Granat grenzen Biotit und weniger häufig Chlorit. Oftmals liegen die Granate kataklastisch beansprucht vor.

In der Matrix sind weiterhin zwei Plagioklasgenerationen optisch zu unterscheiden. Kleine Plagioklase, die in der Nähe von Staurolith auftreten, blieben nur selten erhalten. In großen Matrixplagioklasen sind Einschlüsse von Hellglimmer, Ilmenit, Rutil und Quarz sowie Magnetit bestimmt worden. Ilmenit umschließt mitunter Rutil. Rutil und Ilmenit sind noch gemeinsam in S_2 ausgebildet. Hellglimmer und Quarz können, wie auch in den übrigen Glimmerschiefern, in S_3 rekristallisiert vorliegen.

10.2.2 Gesamtgesteinschemismus und Mineralchemie

Die staurolithführenden Glimmerschiefer von Bräunsdorf besitzen erwartungsgemäß einen relativ hohen Anteil an Al_2O_3 , der um 24 % liegt. In ihrer chemischen Zusammensetzung sind keine wesentlichen Unterschiede zu den chloritoid-, plagioklasführenden Glimmerschiefern (E 514) anhand der Hauptelementverteilung feststellbar.

Staurolith:

Bei den Staurolithen handelt es sich immer um Fe-reiche Varietäten, die allerdings eine Zonierung mit abnehmenden X_{Mg} -Gehalten vom Kern zum Rand (0,198 bis 0,17) aufweisen. Die Zn-Gehalte liegen im Bereich von 0,08 bis 0,14 /FE bei Rechnung mit 23 <O>.

Granat:

Die Granate zeigen eine Wachstumszonierung mit abnehmenden Spessartin- (38-18 Mol %) und Grossulargehalten (11-4 Mol %) und zunehmenden Almandin- (46-67 Mol %) und Pyropgehalten (5-10 Mol %) vom Kern zum Rand.

Glimmer:

Die Hellglimmer lassen sich durch ihre Si, Na/(Na+K) und X_{Mg} -Gehalte unterscheiden. Die älteste Hellglimmergeneration besitzt mit 6,6 Si/d.F.E. und einem X_{Mg} -Wert von 0,54 die höchsten Gehalte, wobei der Paragonitanteil ca. 9 Mol % ausmacht. Eine zweite Gruppe mit Si-Gehalten um 6,4/d.F.E. zeigt X_{Mg} -Gehalte um 0,5 und X_{Na} -Werte um 0,12. Der größte Anteil der Hellglimmer ist allerdings durch geringe Si-Gehalte im Bereich von 6,0/d.F.E. bis 6,25/d.F.E., X_{Mg} -Werte um 0,25 und erhöhte X_{Na} -Gehalte um 0,22

gekennzeichnet. Das X_{Mg} der Biotite beträgt in Probe E 305 etwa 0,36. In Probe E 529 ist X_{Mg} mit 0,46-0,49 etwas höher. Die Ti-Gehalte liegen im Bereich von 0,11-0,27/FE.

Plagioklas:

Zwei verschiedene Plagioklasgenerationen können auch mineralchemisch nachgewiesen werden. Nur sehr selten sind kleinere Matrixplagioklase mit An-Gehalten von 20 bis 23 Mol % noch erhalten. Häufig dagegen sind wiederum Albitblasten mit Oligoklassäumen.

Chlorit:

Die an Granat bzw. zwischen Granat, Biotit und Staurolith gemessenen Chlorite weisen X_{Mg} -Gehalte von 0,48-0,58 auf. Sie gehören wahrscheinlich zur Paragenese von Granatrand, Hellglimmer II, Biotit, Plagioklas II (An 23) und Quarz. Einige, die Hauptfoliation überwachsene Chlorite, sind eisenreicher. Der Chlorit mit den höheren X_{Mg} -Gehalten um 0,5, der mit den gewählten Phasen im Gleichgewicht steht, wurde nach folgendem idealen ionaren Aktivitätsmodell berechnet:

$$a_{chl} = X_{Si}^4 * X_{Mg}^5 * X_{OH}^8 * 3,1605$$

$$X_{Si} = \frac{Si}{(Si + Al^{VI})}$$

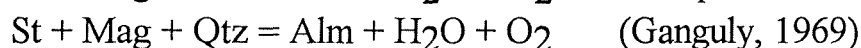
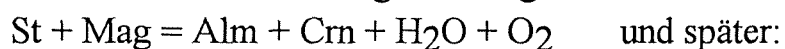
$$X_{Mg} = \frac{Mg}{(Mg + Fe^{2+} + Mn)}$$

$$X_{OH} = \frac{OH}{(OH + F)}$$

Fibrolithischer Sillimanit ist in einem Fall zwischen den Hellglimmerlagen ausgebildet.

10.2.3 Ableitung der PT-Daten

Als älteste Mineralphasen sind in diesem Gesteinstyp Staurolith, Magnetit, Hellglimmer I und Rutil erhalten geblieben, die auch als Einschlüsse im Granat vorkommen. Die PT-Bedingungen für die älteste Paragenese können nicht mehr ermittelt werden. Im Granat treten als weitere Einschlüsse Korund und Ilmenit auf. Aufgrund dieser Beobachtungen könnte die Granatbildung nach folgenden Reaktionen abgelaufen sein:



Das Auftreten von paragonitischem Hellglimmer könnte für eine anschließende Reaktion von $Ab + Crn + H_2O = Par$ sprechen.

Granat zeigt eine Wachstumszonierung, die auf ein Ansteigen der Temperaturen während der Granatbildung hindeutet. Granat und Staurolith grenzen häufig aneinander, so daß ein Mg-Fe-Austausch zwischen ihnen stattfinden konnte, der die Grundlage für die Granat-Staurolith-Thermometrie nach Perchuk (1969) bildet. Durch die Anwendung dieser Methode kann der Temperaturanstieg vom Kern zum Rand von 480°C auf 570°C quantifiziert werden (Probe E 529, Abb. 81). An Staurolith grenzt häufig Biotit, an Granat Chlorit, so daß auch die Reaktion



stattfand, wenn von einem gleichzeitigen Wachstum aller Phasen ausgegangen wird.

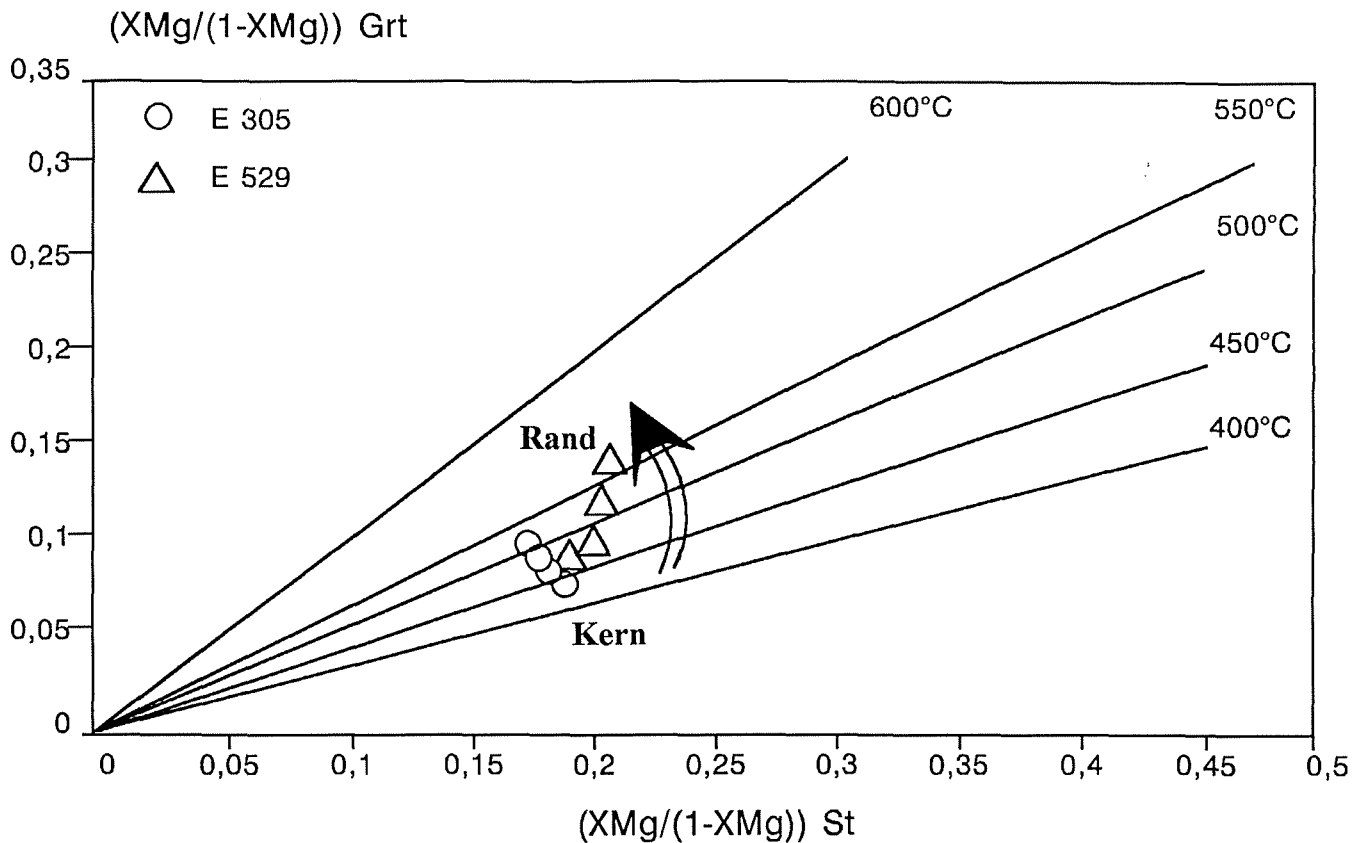


Abb. 81:

Granat-Staurolith-Thermometrie nach Perchuk (1969) für die Proben E 305 und E 529.

Die Phasengleichgewichte im System $K_2O-FeO-MgO-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ reagieren sehr sensibel bei höheren Gehalten von MnO . Nach der Methode von Spear & Cheney (1989) können dabei im System KFMASH anhand von $Mn/(Mn+Fe+Mg)$ von Granat und $Fe/(Fe+Mg)$ von Granat die Temperatur und der Druck abgeschätzt werden. Bei hohem $Mn/(Mn+Fe+Mg)$ verschiebt sich die Stabilitätskurve von $Chl+Grt=St+Bt$ zu höheren Temperaturen. Für $Mn/(Mn+Fe+Mg)$ von 0,23 und $Fe/(Fe+Mg)$ von 0,87 des Granatrandbereiches wurden PT-Bedingungen von 5 kbar /560°C berechnet (Abb. 82).

Die Granat-Phengit-Thermometrie (Green & Hellman, 1982) ergibt für den Granatrandchemismus und Hellglimmer II Temperaturen von $550 \pm 20^\circ C$ bei 5 kbar.

Die Berechnung eines Gleichgewichtspunktes mit Hilfe der Methode von Hoisch (1991) für die Paragenese Granatrand, Hellglimmer II, Biotit, Plagioklas (An 23) und Quarz führt zu einem PT-Punkt bei $580^\circ C$ und 5 kbar (Abb. 83). Im TWEEQU-Programm von Berman (1991) ergibt sich für die Paragenese von Granatrand (Alm, Prp, Grs), Biotit (Ann, Phl), Hellglimmer (Ms), Plagioklas (An), Rutil, Ilmenit, Quarz und Chlorit (KChl)

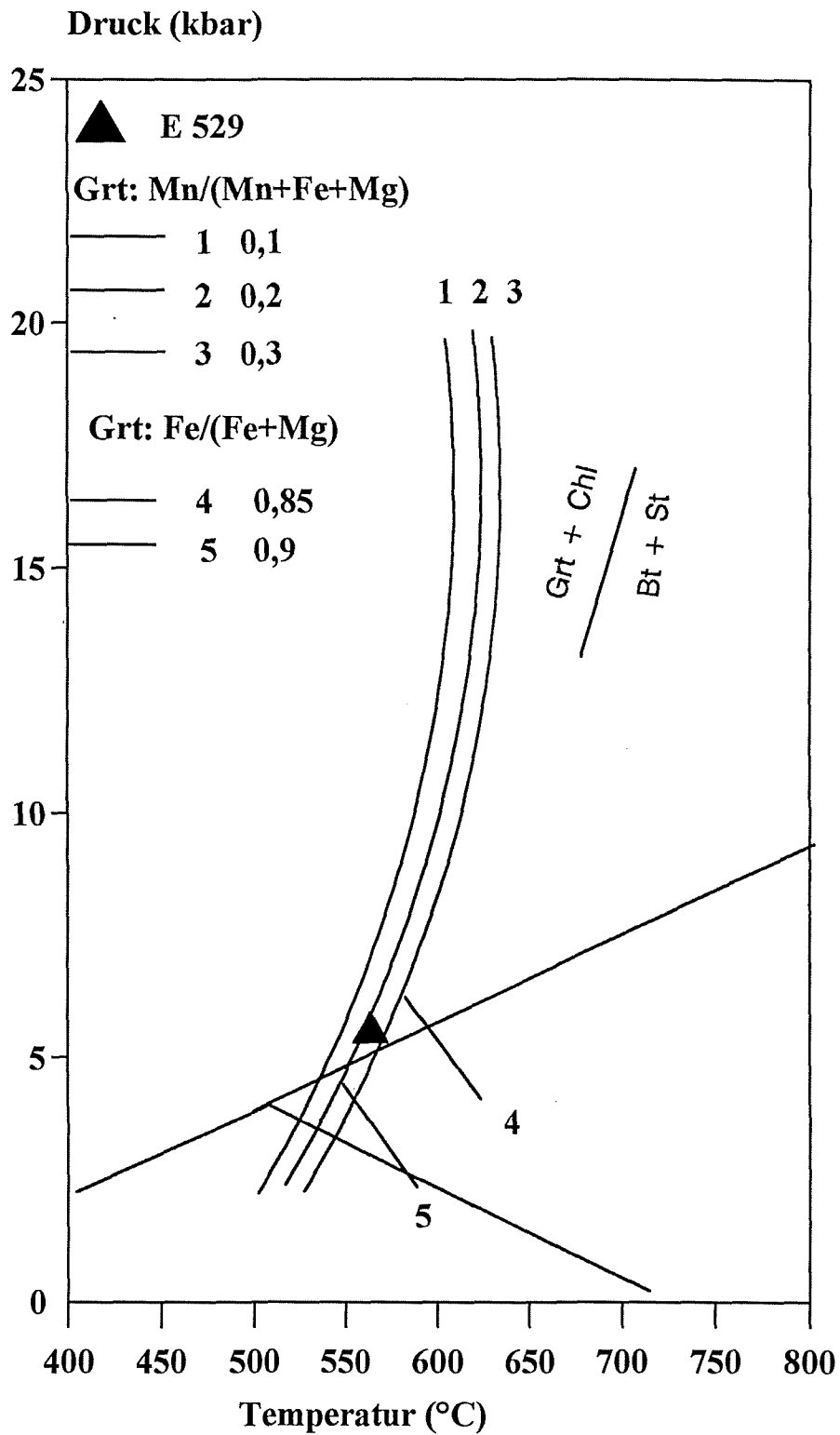


Abb. 82:
 Petrogenetisches Netz (KFMASH) nach Spear & Cheney (1989) mit Isoplethen für Mn/(Mn+Fe+Mg) und Fe/(Fe+Mg) von Granat

und für den Granatrandchemismus der staurolithführenden Glimmerschiefer ein Schnittpunkt mit vier unabhängigen Reaktionen bei 5 kbar, 570°C und $a_{\text{H}_2\text{O}}=0,8$ (Abb. 83).

Obwohl eisenreiche Chlorite vorherrschen, wurde im TWEEQU-Programm mit Klinochlor gerechnet, da keine thermodynamischen Daten für Daphnit vorhanden sind (Abb. 84). Die Aktivitätsberechnung von Staurolith erfolgte nach Holdaway et. al. (1988).

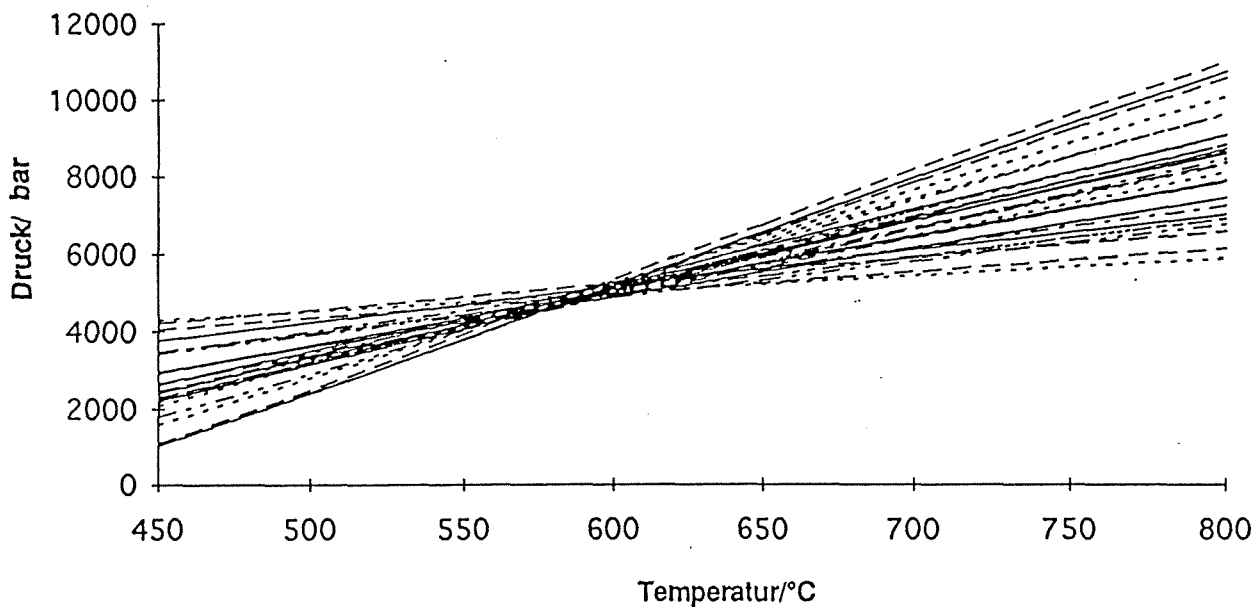


Abb. 83:

Berechnung eines PT-Punktes mit der Methode von Hoisch (1991) für die Paragenese Granatrand, Hellglimmer, Biotit, Plagioklas, Quarz, Probe E 529

Das geringe Auftreten von Sillimanit könnte durch die Reaktion von Staurolith, Chlorit und Hellglimmer zu Sillimanit und Biotit erklärt werden, die auf dem retrograden PT-Pfad nach Überschreiten des Disthenfeldes bei Drücken < 5 kbar ablief.

Zusammenfassung:

In den staurolithführenden Glimmerschiefern ist mit verschiedenen Methoden ein PT-Stadium auf dem retrograden Metamorphosepfad bei 5 kbar, 570°C bestimmt worden. Die Granat-Staurolith-Thermometrie (Perchuk, 1969) und noch erhaltene reliktsche Einschlußphasen im Granat geben Hinweise auf einen PT-Pfad, der auf einen Temperaturanstieg nach Überschreiten des nicht mehr rekonstruierbaren Druckmaximums hinweist. Das Überschreiten des Disthenfeldes während der retrograden Metamorphose wird durch das geringe Auftreten von feinfilzigem Sillimanit angezeigt. Dadurch unterscheidet sich dieser Glimmerschiefertyp wesentlich von den übrigen untersuchten Glimmerschiefern (Kap. 7) des Westerzgebirges.

Wasserunabhängige Reaktionen:	Wasserabhängige Reaktionen:
<p>2. $\text{Alm} + \text{GrS} + 6\text{Rt} = 3\text{Qtz} + 6\text{Ilm} + 3\text{An}$ 7. $\text{Alm} + \text{Phl} = \text{Prp} + \text{Ann}$ 16. $144\text{Rt} + 3\text{Chl} + 56\text{Alm} = 144\text{Ilm} + 5\text{Prp} + 117\text{Qtz} + 6\text{St}$ 19. $6\text{Rt} + 2\text{Prp} + \text{GrS} + 2\text{Ann} = 2\text{An} + 6\text{Ilm} + 2\text{Phl} + 3\text{Qtz}$ 20. $6\text{St} + 90\text{Rt} + 5\text{Phl} + 39\text{GrS} + 27\text{Alm} = 5\text{Ann} + 17\text{An} + 3\text{Chl} + 90\text{Ilm}$ 21. $6\text{St} + 45\text{Qtz} + 5\text{Phl} + 24\text{GrS} = 3\text{Alm} + 5\text{Ann} + 72\text{An} + 3\text{Chl}$ 22. $12\text{St} + 18\text{Rt} + 81\text{Qtz} + 10\text{Phl} + 51\text{GrS} = 10\text{Ann} + 153\text{An} + 6\text{Chl} + 18\text{Ilm}$ 26. $56\text{Ann} + 3\text{Chl} + 51\text{Prp} + 144\text{Rt} = 6\text{St} + 117\text{Qtz} + 56\text{Phl} + 144\text{Ilm}$ 29. $6\text{St} + 90\text{Rt} + 5\text{Prp} + 39\text{GrS} + 22\text{Alm} = 117\text{An} + 3\text{Chl} + 90\text{Ilm}$ 30. $24\text{GrS} + 5\text{Prp} + 45\text{Qtz} + 6\text{St} = 3\text{Chl} + 72\text{An} + 8\text{Alm}$ 31. $6\text{St} + 24\text{Rt} + 33\text{Qtz} + 5\text{Prp} + 28\text{GrS} = 84\text{An} + 3\text{Chl} + 24\text{Ilm}$ 34. $\text{St} + 90\text{Rt} + 27\text{Prp} + 39\text{GrS} + 22\text{Ann} = 117\text{An} + 3\text{Chl} + 90\text{Ilm} + 22\text{Phl}$ 35. $6\text{St} + 45\text{Qtz} + 8\text{Phl} + 24\text{GrS} = 8\text{Ann} + 72\text{An} + 3\text{Chl} + 3\text{Prp}$</p>	<p>1. $6\text{Rt} + 3\text{Chl} + 5\text{Ann} = 3\text{Alm} + 6\text{Ilm} + 5\text{Phl} + 12\text{H}_2\text{O}$ 3. $6\text{Rt} + 3\text{Chl} + 2\text{Alm} = 6\text{Ilm} + 5\text{Prp} + 12\text{H}_2\text{O}$ 4. $\text{Alm} + 46\text{Rt} + 4\text{H}_2\text{O} = 2\text{St} + 30\text{Qtz} + 46\text{Ilm}$ 5. $5\text{Phl} + \text{GrS} + 5\text{Alm} + 12\text{H}_2\text{O} = 5\text{Ann} + 3\text{An} + 3\text{Chl} + 3\text{Qtz}$ 6. $30\text{Rt} + 3\text{GrS} + 6\text{Chl} + 10\text{Ann} = 9\text{An} + 30\text{Ilm} + 10\text{Phl} + 9\text{Qtz} + 24\text{H}_2\text{O}$ 8. $6\text{Rt} + 3\text{Chl} + 2\text{Ann} = 6\text{Ilm} + 2\text{Phl} + 3\text{Prp} + 12\text{H}_2\text{O}$ 9. $144\text{Rt} + 3\text{Chl} + 5\text{Ann} + 5\text{Alm} = 144\text{Ilm} + 5\text{Phl} + 117\text{Qtz} + 2\text{H}_2\text{O}$ 10. $123\text{Alm} + 115\text{Phl} + 288\text{H}_2\text{O} = 6\text{St} + 117\text{Qtz} + 69\text{Chl} + 115\text{Ann}$ 11. $82\text{Rt} + 18\text{Chl} + 30\text{Ann} = 82\text{Ilm} + 30\text{Phl} + 39\text{Qtz} + 2\text{St} + 68\text{H}_2\text{O}$ 12. $5\text{Prp} + \text{GrS} + 12\text{H}_2\text{O} = 3\text{An} + 3\text{Chl} + 3\text{Qtz}$ 13. $2\text{St} + 32\text{Rt} + 13\text{GrS} + 8\text{Alm} = 39\text{An} + 32\text{Ilm} + 4\text{H}_2\text{O}$ 14. $23\text{GrS} + 48\text{Qtz} + 6\text{St} = 69\text{An} + 8\text{Alm} + 12\text{H}_2\text{O}$ 15. $2\text{St} + 8\text{Rt} + 12\text{Qtz} + 9\text{GrS} = 27\text{An} + 8\text{Ilm} + 4\text{H}_2\text{O}$ 17. $69\text{Chl} + 117\text{Qtz} + 6\text{St} = 115\text{Prp} + 8\text{Alm} + 288\text{H}_2\text{O}$ 18. $2\text{St} + 8\text{Rt} + 39\text{Qtz} + 27\text{Chl} = 8\text{Ilm} + 45\text{Prp} + 112\text{H}_2\text{O}$ 23. $6\text{St} + 80\text{Phl} + 39\text{GrS} + 72\text{Alm} + 180\text{H}_2\text{O} = 80\text{Ann} + 117\text{An} + 48\text{Chl}$ 24. $6\text{St} + 144\text{Rt} + 39\text{GrS} + 24\text{Chl} + 40\text{Ann} = 117\text{An} + 144\text{Ilm} + 40\text{Phl} + 108\text{H}_2\text{O}$ 25. $30\text{St} + 216\text{Qtz} + 40\text{Phl} + 123\text{GrS} + 36\text{H}_2\text{O} = 40\text{Ann} + 369\text{An} + 24\text{Chl}$ 27. $6\text{St} + 117\text{Qtz} + 8\text{Phl} + 69\text{Chl} = 8\text{Ann} + 123\text{Prp} + 288\text{H}_2\text{O}$ 28. $46\text{Rt} + 18\text{Prp} + 18\text{Ann} + 4\text{H}_2\text{O} = 46\text{Ilm} + 18\text{Phl} + 39\text{Qtz} + 2\text{St}$ 32. $39\text{GrS} + 80\text{Prp} + 6\text{St} + 180\text{H}_2\text{O} = 48\text{Chl} + 117\text{An} + 8\text{Alm}$ 33. $2\text{St} + 8\text{Rt} + 20\text{Prp} + 13\text{GrS} + 44\text{H}_2\text{O} = 39\text{An} + 12\text{Chl} + 8\text{Ilm}$ 36. $6\text{St} + 72\text{Prp} + 8\text{Phl} + 39\text{GrS} + 180\text{H}_2\text{O} = 8\text{Ann} + 117\text{An} + 48\text{Chl}$ 37. $8\text{Ann} + 13\text{GrS} + 8\text{Prp} + 32\text{Rt} + 2\text{St} = 8\text{Phl} + 32\text{Ilm} + 39\text{An} + 4\text{H}_2\text{O}$ 38. $23\text{GrS} + 8\text{Phl} + 48\text{Qtz} + 6\text{St} = 8\text{Prp} + 69\text{An} + 8\text{Ann} + 12\text{H}_2\text{O}$ $a_{\text{H}_2\text{O}} = 0,84$</p>

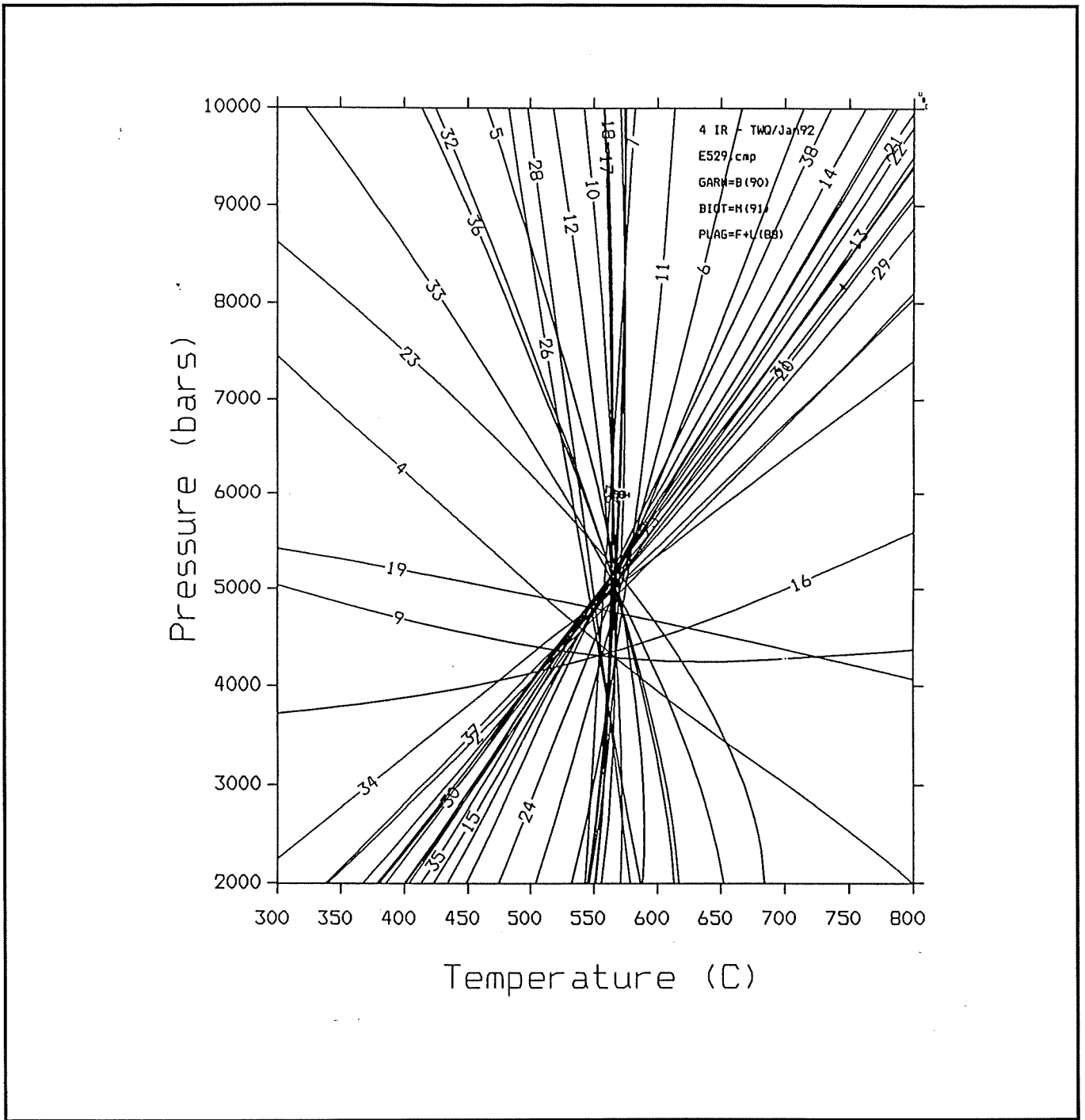


Abb. 84:

Bestimmung eines PT-Punktes für die staurolithführenden Glimmerschiefer von Bräunsdorf (E529) durch die TWEEQU-Software. PT-Schnittpunkt mit vier unabhängigen Reaktionen im System: $K_2O-CaO-MgO-FeO-TiO_2-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$

11. Teilzusammenfassung

Im Westerzgebirge liegen drei unterschiedlich stark metamorph geprägte Einheiten vor.

1. Einige Phyllite der Löbnitz-Zwönitzer-Mulde zeigen mit 2 kbar und ca. 400°C ausschließlich grünschieferfazielle Bedingungen an.

2. An die Löbnitz-Zwönitzer-Mulde schließt sich im Osten die Granat-Phyllit-Einheit an, die beispielsweise bei Burgstädtel durch feldspatfreie chloritoidführende und granat-albitführende Phyllite abgebildet wird. An diesen Phylliten können PT-Bedingungen von 460°C und ca. 9 kbar bestimmt werden.

3. Östlich der Granat-Phyllit-Einheit folgt ein N-S-streichender Bereich, in dem Glimmerschiefer dominieren. In die Glimmerschiefer sind Gneise, Eklogite, Metakarbonate und Metakonglomerate eingeschaltet. An den Glimmerschiefern und Gneisen kann ein PT-Stadium von 10-12 kbar und 490-580°C an verschiedenen Proben nachgewiesen werden.

Im Osterzgebirge findet man Relikte der Granat-Phyllit-Einheit und der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit in Form der granatführenden Phyllite und Glimmerschiefer bei Rehefeld wieder.

Vergleichende geochemische Untersuchungen in den zu unterscheidenden metamorphen Einheiten geben Anhaltspunkte dafür, daß in jedem einzelnen eng verfalteten Komplex die Äquivalente der Thüringischen Fazies des Schwarzburger Antiklinoriums wiederzufinden sind (Mingram, 1994).

Den PT-Pfad der Metamorphite des Westerzgebirges zeigt Abb. 85. Nach Überschreiten des Druckmaximums ist in der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit eine leichte Temperaturzunahme um etwa 100°C bei bereits abfallenden Drücken erkennbar. Ein PT-Stadium von etwa 6-8 kbar, 520-650°C markiert den Bereich der Annäherung der PT-Pfade der Gneis-Eklogit-Einheit mit überwiegender Verbreitung im Mittelerzgebirge und der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit mit überwiegender Verbreitung im Westerzgebirge.

Druck (kbar)

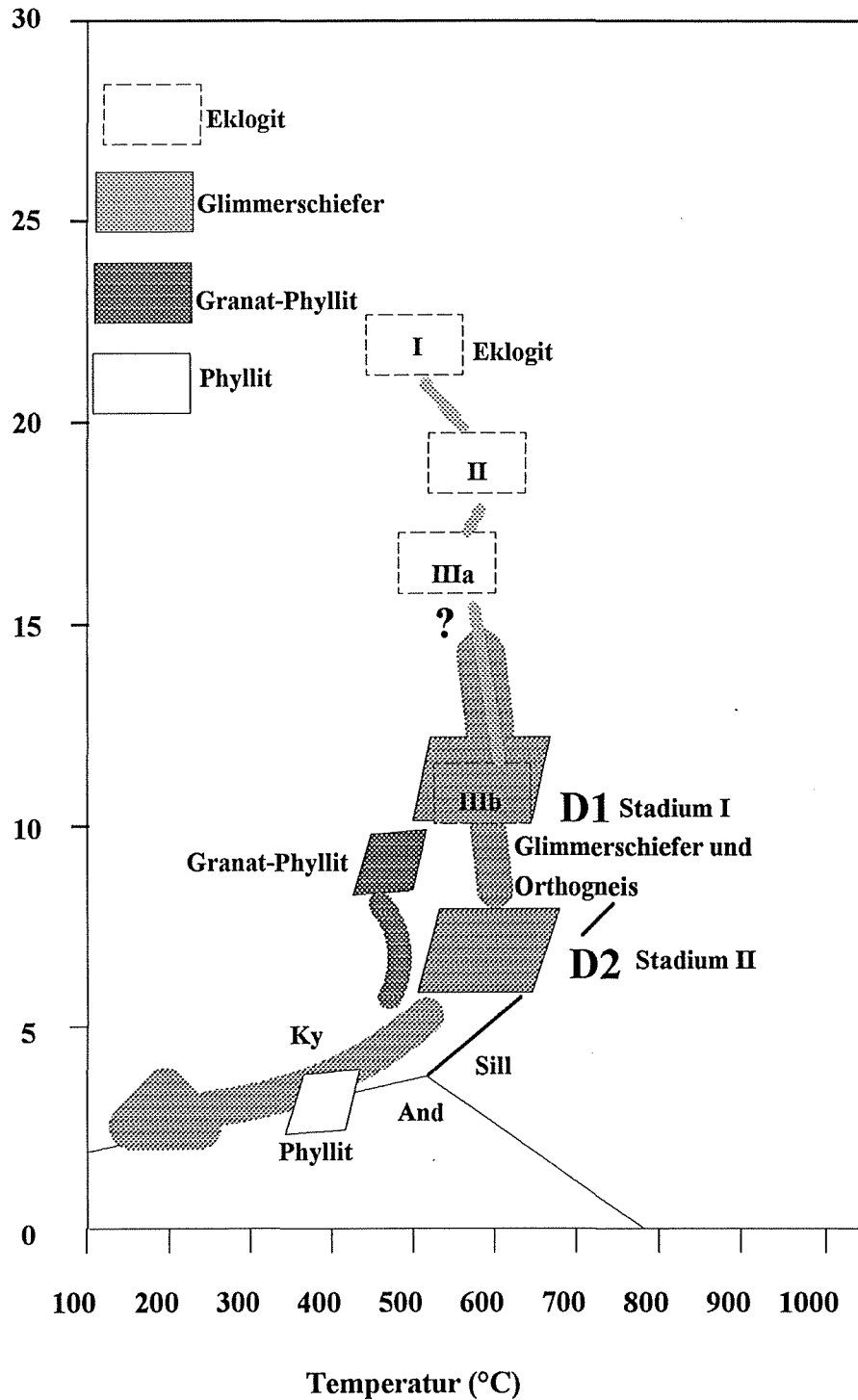


Abb. 85:

PT-Pfad der Metamorphite mit überwiegender Verbreitung im Westergorge unter Einbeziehung der Eklogite : Stadien I, II, IIIa, IIIb, Probe E 25d, Massonne (1992), der Gneise (Stadien I: Grt-Kern, Hgl I, Kfs, Pl I, Qtz ; Stadium II: Grt_{Rand}, Hgl II, Bt, Kfs, Pl II, Qtz, Rt, Ilm), der chloritoidführenden Glimmerschiefer (Stadium I: Grt-Kern-Hgl I; Stadium II: Grt_{Rand}, ± Pl II, Hgl II, Bt, Qtz, Rt, Ilm, ± Ctd) der granat-feldspatführenden Glimmerschiefer (Stadium I: Grt-Kern-Hgl I; Stadium II: Grt_{Rand}, PII, Hgl II, Bt, Qtz; Grt_{Rand}, Pl II, Hgl II, Bt, Kfs, Qtz), der granatführenden Phyllite (Grt_{Rand}, Hgl II, Bt, Chl, Qtz, Rt, Ilm) und der Phyllite (Hgl, Par, Chl, Qtz, ± Pl)

12. Zusammenfassung

Aus den gewonnenen PT-Daten, die für verschiedene Gesteinskomplexe des Erzgebirges ermittelt wurden und unter Berücksichtigung der vorliegenden tektonischen Arbeiten (Krohe & Willner, 1992; Sebastian et al., 1993), der geochemischen Untersuchungen (Mingram, 1994) und jüngerer geochronologischer Daten (Kröner et al., 1991) ergeben sich neue Schlußfolgerungen zur Entwicklung des Erzgebirgskristallins.

Das Erzgebirge läßt sich in verschiedene kristalline Einheiten gliedern, die anhand der Metamorphoseentwicklung, Eduktalter und Lithologie unterschieden werden können.

Zur tektonisch tiefsten Einheit gehören granitische und granodioritische Orthogneise mit eingeschalteten Granatamphiboliten, reliktsch erhaltene Paragneise und ehemalige Kontaktschiefer, die amphibolitfaziell (6-8 kbar/ 580-650°C) überprägt vorliegen und das Basement im Erzgebirge bilden. Für Orthogneise dieser Einheit wurde mit 550 Ma (Kröner et al., 1991) ein in den Varisziden mehrfach datiertes magmatisches Eduktalter bestimmt (Matte, 1986).

Die hochdrucküberprägten Gesteinsassoziationen setzen sich aus einem tektonischen Verband von Metagrauwacken-, Metapeliten mit eingeschalteten Metakonglomeraten zusammen. Dazu gehört auch eine für das gesamte Erzgebirge typische Gesteinsassoziation von Orthogneisen, Metabasiten und Metakarbonaten. Das Eduktalter eines Orthogneises dieser Einheit beträgt 480 Ma (Kröner, frdl. persönl. Mitteilung.). Vergleichbare Alter wurden an Orthogneisen in den Varisziden bereits häufig datiert (Matte, 1986; Teufel et al., 1985). Zur Gesteinsassoziation zählende hochmature Metapelite und Quarzite werden mit der Frauenbach-Formation des Ordoviziums verglichen (Mingram, 1994).

Diese Gesteinsassoziation liegt in verschiedenen metamorph geprägten Einheiten vor, die sich durch ihre unterschiedlichen Druck- und Temperaturmaxima voneinander unterscheiden lassen.

In der Gneis-Eklogit-Einheit weisen reliktsch erhaltene Mineralphasen saurer Granulite maximale PT-Bedingungen von 750-830°C und 18-20 kbar auf. Durch Kotkova` (1993) wurden für ähnliche Granulite aus dem Egertalgraben vergleichbare PT-Maxima bestimmt. Mit Serpentinitten assoziierte Eklogite des Mittelerzgebirges belegen ein PT-Maximum von 28 kbar, 800±50°C (Schmädicke et. al., 1992). Die maximalen PT-Daten weisen auf eine Krustenverdickung > 70 km hin. Der weitere Verlauf des PT-Pfades dieser Einheit spricht für eine nahezu isothermale Dekompression mit anschließender Abkühlung und Hebung.

Im Hangenden folgt die Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit. Für die Glimmerschiefer und Gneise sind bei Temperaturen von 470-580°C und Drücke von < 9 kbar bestimmt worden. Für Eklogite dieser Einheit wurden durch Massonne (1992) Drücke von 22 kbar bei Temperaturen um 500°C abgeleitet. Die maximalen Temperaturen werden erst nach Überschreiten des Druckmaximums erreicht. Die PT-Pfade der Gneis-Eklogit- und der

Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit nähern sich in einem PT-Bereich von 6-8 kbar/550-650°C an und verlaufen anschließend gemeinsam. Erst bei PT-Bedingungen von 2-3 kbar, 450-500°C wird das Disthenstabilitätsfeld verlassen. In diesem PT-Bereich liegt auch das Zusammentreffen des PT-Pfades mit der Granat-Phyllit-Einheit, in denen PT-Bedingungen von 460°C/9 kbar bestimmt worden sind.

Phyllite der Löbnitz-Zwönitzer-Mulde weisen auf PT-Daten von >400°C/ 2 kbar und eine ausschließlich grünschieferfazielle Entwicklung hin.

13. Diskussion

Die abgeleiteten PT-Pfade und die lithologischen Kriterien (Mingram, 1994) deuten darauf hin, daß die Gesteine in unterschiedlichem Maße in einen Subduktionsprozeß einbezogen und bei einer Kontinent-Kontinent-Kollision in unterschiedliche Tiefen und Temperaturbereiche subduziert worden sind. Am ehesten würde sich das heute vorliegende Bild des Erzgebirgskristallins durch das Modell von Platt (1986) erklären lassen. Eine vergleichbare Entwicklung verschieden metamorpher Einheiten in einem kontinentalen Kollisionsregime ist beispielsweise im Tauern Fenster zu finden (Spear, 1993). Im Erzgebirge folgt einer Subduktion eine Deckenstapelung und gleichzeitige Extension, die zur Exhumierung der hochmetamorphen Gesteinsassoziationen wesentlich beiträgt. Eindeutige Anzeichen für eine Extensionskinematik sind gegeben (Krohe, 1991; Sebastian et al., 1993). Eine Zuordnung älterer, dem Kompressionsstadium zugehöriger Gefüge scheint bisher schwierig (Sebastian et al., 1993). Die Phyllit-Einheiten, die überwiegend im Westerzgebirge erhalten blieben aber auch reliktsch noch im Osterzgebirge nachweisbar sind, nähern sich erst später dem PT-Pfad der Gneis-Eklogit-Einheit und der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit an. Bei ca. 480°C, 3 kbar treffen die PT-Pfade der Granat-Phyllit-Einheit und bei <2 kbar 400°C die grünschieferfaziell überprägten Phyllite auf den PT-Pfad der Gneis-Eklogit- und der Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit. Am Ende des Extensionsprozesses erfolgt im Zeitraum von 320-305 Ma die Intrusion der Granitkomplexe (Seltmann & Thomas, 1992). Das heutige Bild des Erzgebirgskristallins ist wesentlich durch den Extensionsprozeß geprägt worden, der beispielsweise zur Schaffung der typischen Domstrukturen von Sayda- und Reitzenhain und zur Freilegung tief subduzierter Einheiten beitrug. Eine Reihe von Blattverschiebungen führten schließlich zu einem horizontalen Versatz metamorpher Einheiten des Erzgebirges (Rajlich, 1987; Rauche, 1991; Voigt, 1992).

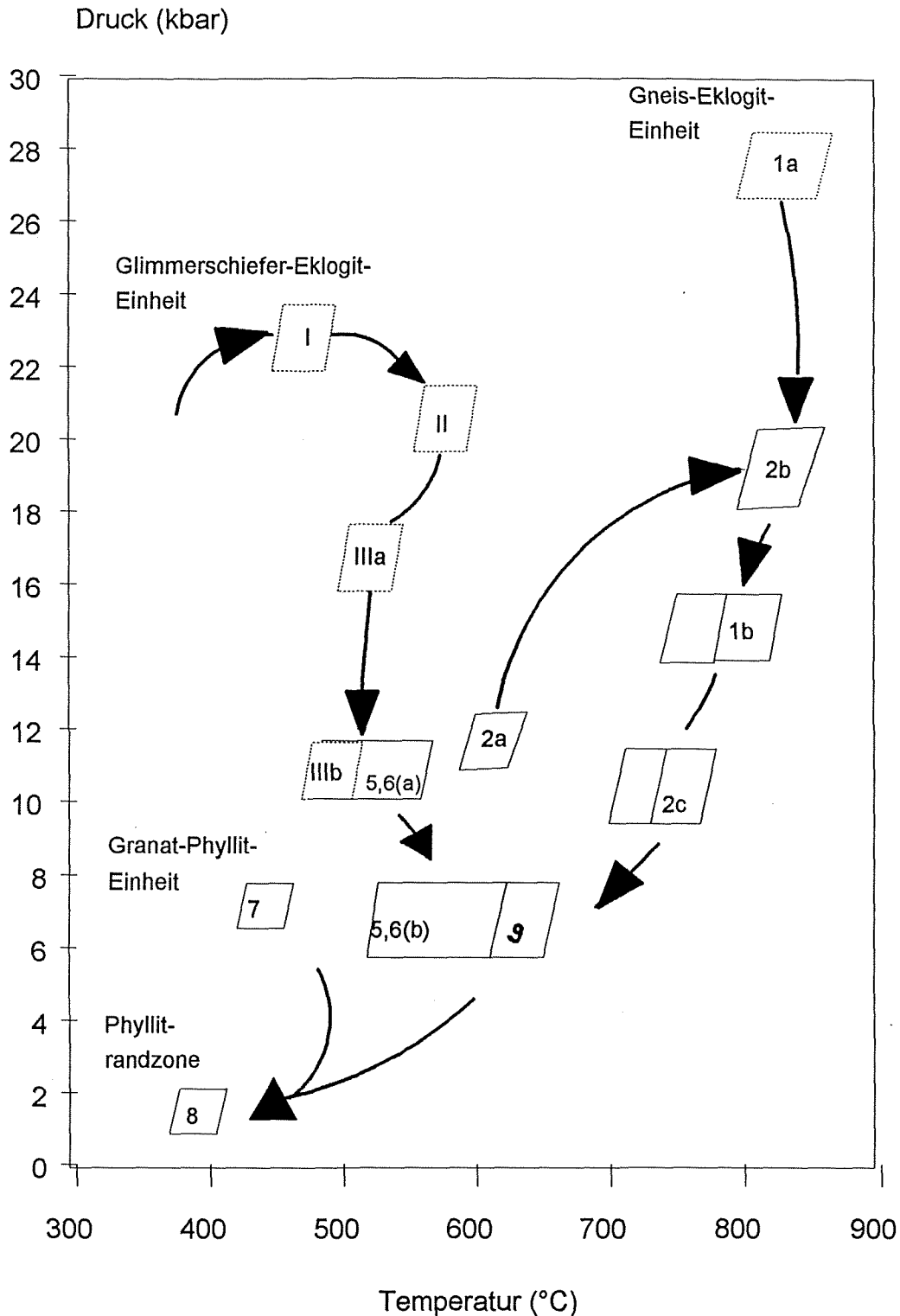


Abb. 86: Synoptisches Diagramm der PT-Pfade der Metamorphite des Erzgebirges

Gneis-Eklogit-Einheit: 1a Eklogite (Schmädicke, 1991), 1b retrogr. PT-Stadium der Eklogite, 2 Granulite (Ky-führend), 3 Granulite (Ky-frei), 4 Ky-führende feldspatfreie Glimmerschiefer; **Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit:** (I-III) PT-Pfad der Eklogite E 25d (Massonne, 1992), 5,6 PT-Pfad verschiedener Glimmerschiefer und der Orthogneise des Westerzgebirges; **Granat-Phyllit-Einheit:** 7 granatführende Phyllite, feldspatfreie Phyllite; 8 **Phyllit**, 9. **Rotgneise:** Granatamphibolite, ältere Orthogneise (550Ma-Eduktalter), Al_2SiO_5 Tripelpunkt nach Holdaway (1971)

Literaturverzeichnis

Bankwitz,P. & Bankwitz,E.(1982): Zur Entwicklung der Erzgebirgischen und Lausitzer Antiklinalzone .-Geol., 28, 511-524.

Bankwitz,E. & Bankwitz,P.(1988): Zur Sedimentation proterozoischer und kambrischer Gesteine im Schwarzburger Antiklinorium.-Zschr. geol. Wiss., 3, 1279-1305.

Behr,H.(1978): Subfluenzprozesse im Grundgebirgsstockwerk Mitteleuropas.-Zschr. dtsh. geol. Ges., 129, 283-318.

Behr,H.-J., Jordan,H. & Weber,W.(1969): Ein paläontologischer Beleg für das Alter der Vergneisung im Erzgebirge-Chitinozoen in den Phyllitarealen von Hermsdorf-Rehefeld.-Mon. Ber. dtsh. Akad. Wiss., 7, 408-415.

Bell, Th.(1986): Foliation development and refraction in metamorphic rocks: reactivation of earlier foliations and decrenulation due to shifting pattern of deformation partitioning.-J. metamorph. Geol., 4, 409-423.

Bell,T.H. & Rubenach,H.J.(1983): Sequential porphyroblast growth and crenulation cleavage development during progressive deformation.-Tectonophysics, 92, 174-194.

Bell,Th., Rubenach,M.J. & Fleming,P.D.(1986): Porphyroblast nucleation, growth and dissolution in regional metamorphic rocks as a function of deformation partitioning during foliation development.-J. metamorph. Geol., 4, 37-67.

Berman,R.G.(1988): Internally-consistent thermodynamic data for minerals in the system Na₂O-K₂O-CaO-MgO-FeO-Al₂O₃-SiO₂-TiO₂-H₂O-CO₂.-J. Petrol., 29, 445-522.

Berman,R.G.(1990): Mixing properties of Ca-Mg-Fe-Mn garnets.-Am. Mineral., 75, 328-344.

Berman,R.G.(1991): Thermobarometry using multi-equilibrium calculations; A new technique, with petrological applications.-Canad. Mineral., 29, 833-855.

Blundy,J.D. & Holland,T.J.B.(1990): Calcic amphibole equilibria and a new amphibole-plagioclase geothermometer.-Contrib. Mineral. Petrol., 104, 208-224.

Bohlen, S.R., Wall, V.J. & Boettcher, A.L. (1983): Geobarometry in granulites, in Saxena, S.K., ed., *Advances in Physical Geochemistry*: v.3, 141-171.

Brause, H. (1970): *Ur-Europa und das gefaltete sächsische Paläozoikum*.-Ber. dtsch. Ges. geol. Wiss., Berlin, 15, 327-361.

Brown, T.H., Berman, R.G. & Perkins, E.H. (1988): Geo-Calc: Software package for calculation and display of pressure-temperature-composition phase diagrams using an IBM or compatible Personal Computer.-*Computer & Geosci.*, 14, 279-289.

Carswell, D.A. & O'Brien, P.J. (1991): High pressure granulites in the Moldanubian Zone, Lower Austria.-*Terra Abstr.*, 3, 93.

Chakraborty, S. & Ganguly, J. (1991): Compositional zoning and cation diffusion in garnets.-in: Ganguly, J. (ed.): *Diffusion, Atomic Ordering, and Mass Transport*.-*Adv. Phys. Geochem.* 8, 120-175.

Chatterjee, N.D. & Froese, F. (1975): A thermodynamic study of the pseudobinary join muscovite-paragonite in the system $\text{KAlSi}_3\text{O}_8\text{-NaAlSi}_3\text{O}_8\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2\text{-H}_2\text{O}$.-*Am. Mineral.*, 60, 985-993.

Chopin, C. (1981): Talc-phengite: A widespread assemblage in high-grade pelitic blueschists of the western Alps.-*J. Petrol.*, 22, 628-650.

Crawford, M.L. (1966): Composition of plagioclases and associated minerals in some schists from Vermont, U.S.A., and South Westland, New Zealand, with inferences about the peristerite solvus.-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 13, 269-294.

Crawford, M.L. (1974): Calcium zoning in almandine: A model based on plagioclase equilibria, in: MacKenzie, W.S. & Zussman, J. (ed.): *The feldspars*; Proceeding of a NATO Advanced Study Institute, Manchester University Press, 629-644.

Crawford, M.L. (1977): Calcium zoning in almandine, Wissahickon Formation, Philadelphia, Pennsylvania.-*Canad. Mineral.*, 15, 243-249.

Ellis, D.J. & Green, D.H. (1979): An experimental study of the effect of Ca upon garnet-clinopyroxene Fe-Mg-exchange equilibria.-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 71, 13-21.

Eskola, P. (1952): On the granulites of Lapland.-*Amer. J. Sci.*, 133-170.

- Fiala,J.(1988): Guide to excursion, Proj.1-Problemn. Kom. mnogost. sotr. AN social. skan. Prague-Inst. Geol. Geotechn. Czechsl. Acad. Sc., 33S.
- Franz,G.(1993): Münchberger Gneismasse und ihr paragener Rahmen.- Exkursionsführer zur 1. Jahrestagung der Gesellschaft f. Geol. Wiss., 1, 1-75.
- Franz,G., Thomas,S. & Smith,D.C.(1986): High pressure phengite decomposition in the Weissenstein eclogite, Münchberger Gneiss Massif, Germany.-Contrib. Mineral. Petrol., 92, 71-85.
- Frischbutter,A.(1985): Zur geologischen Entwicklung der Reitzenhainer Rotgneisstruktur/ Erzgebirge.-Freib. Forsch.-H., C 390, 29-44.
- Frischbutter,A.(1986): Gefügeentregelung entlang intrakristalliner Deformationsbahnen.-Exkursionsführer "Gefüge im Kristallin", Jahrestagung der Ges. Geol. Wiss. DDR, 14-18.
- Frischbutter,A.(1988): Prävariszische Granitoide der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone und ihre Bedeutung für die Krustenentwicklung am Nordrand des Böhmisches Massivs.-Veröff. des Zentralinstituts für Physik der Erde, 69, 1-153.
- Fuhrman,M.L & Lindsley,D.H.(1988): Ternary feldspar modeling and thermometry.- Am. Mineral., 73, 201-215.
- Ganguly,J.(1969): Chloritoid stability and related paragenesis: Theory, Experiments and applications.-Amer. J. Sci., 267, 992-944.
- Ganguly,J.(1979): Garnet and clinopyroxene solid solutions, and geothermometry based on Fe-Mg distribution coefficient.-Geochim. & Cosmochim. Acta, 43, 1021-1029.
- Gäbert,C.(1906): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Freiberg-Langhennersdorf, 45.
- Gäbert,C.(1907): Die Gneise des Erzgebirges und ihre Kontaktwirkungen.-Zschr.dtsch. geol. Ges., 308-376.
- Gäbert,C. & Beck,R.(1903): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Fürstenevalde-Graupen 47.

Gasparik, T. & Lindsley, D.H. (1980): Phase equilibria at high pressure of pyroxenes containing monovalent and trivalent ions. - In: Pyroxenes (ed. Pawitt, C.T.), 309-339, Rev. in Mineral., 7, Mineral. Soc. Amer., Michigan.

Gerstenberger, H., Haase, G. & Tischendorf, G. (1984): Zur Genese der variszisch-postkinematischen Granite des Erzgebirges. - Chem. der Erde, 43, 263-277.

Ghent, E.D., Robbins, D.B. & Stout, M.Z. (1979): Geothermometry, geobarometry, and fluid compositions of metamorphosed calc-silicates, and pelites, Mica Creez, British Columbia. - Amer. Mineral., 64, 874-885.

Ghent, E.D. & Stout, M.Z. (1987): Chloritoid bearing rocks associated with blueschists and eclogites, northern New Caledonia. - J. metamorph. Geol., 5, 239-254.

Gotte, W. & Schust, F. (1986): Existenz und Verteilung von Metahybridgranodiorit in den "Grauen Gneisen" des metamorphen Osterzgebirges. - Exkursionsführer: "Gefüge im Kristallin", Jahrestagung der Ges. Geol. Wiss. DDR, 5-10.

Gotte, W. & Schust, F. (1988): On the genesis of the Erzgebirgian grey gneisses. - Zschr. geol. Wiss., 8, 765-778.

Graham, C.M. & Powell, R. (1984): A garnet-hornblende geothermometer: calibration, testing and application to the Pelona Schist, Southern California. - J. metamorph. Geol., 2, 13-31.

Green, T.H. & Hellman, P.L. (1982): Fe-Mg partitioning between coexisting garnet and phengite at high pressure, and comments on a garnet-phengite geothermometer. - Lithos, 4, 253-266.

Guidotti, C.V. (1984): Micas in metamorphic rocks. - Reviews in mineralogy, micas (ed. Bailey, S.W.) - Mineral. Soc. Amer., 13, 357-456.

Haake, R. (1972): Zur Altersstellung granitoider Gesteine im Erzgebirge. - Geol., 21, 641-676.

Haake, R., Hermann, G. & Pälchen, W. (1973): Zur Altersdatierung der Granitoide der westlichen Lausitz und angrenzender Gebiete. - Zschr. geol. Wiss., 12, 1669-1671.

Hofmann, J. (1974): Petrographische und lithostratigraphische Stellung der Gneise des Osterzgebirges. -Freiberger Forsch.-H., C 292, 1-63.

Hofmann, J., Mathe, G., Pilot, J. et al. (1979): Petrographisch und lithostratigraphische Stellung der Regionalmetamorphose im Erzgebirgskristallin. -Zschr. Geol. Wiss., 7, 1091-1106.

Hoisch, T.D. (1989): A muscovite-biotite geothermometer. -Am. Mineral., 74, 565-572.

Hoisch, T.D. (1991): Equilibria within the mineral assemblage quartz+muscovite+biotite+garnet+plagioclase and implications for the mixing properties of octahedrally-coordinated cations in muscovite and biotite. -Contrib. Mineral. Petrol., 108, 43-54.

Holdaway, M.J. (1971): Stability of andalusite and the aluminiumsilicate phase diagram. -Amer. J. Sci., 271, 97-131.

Holdaway, M.J., Dutro, B.L. & Hinton, R.W. (1988): Devonian and Carboniferous in West-Central Main: The muscovite-almandine geobarometer and the staurolite problem revisited. -Am. Mineral., 73, 20-47.

Holland, T.J.B. (1980): The reaction albite=jadeite+quartz determined experimentally in the range 600-1200 °C. - Am. Mineral., 65, 129-134.

Hoth, K. (1967): Die Gliederung der Joachimsthaler Serie zwischen Oberwiesenthal und Tellerhäuser. -Geol., 1, 528-533.

Hoth, K. (1963): Bemerkungen zur stratigraphischen Stellung der Metasapropelite im Nordostteil der Erzgebirgs-Nordrandzone. -Wiss. Techn. Inf. Dienst d. Zentr. Geol. Inst., 4, 17-21.

Hoth, K. (1983): Die Lithostratigraphie des Proterozoikums im Erzgebirge. -Zschr. angew. Geol., 29, 413-418.

Hoth, K. & Lorenz, W. (1979): Lithostratigraphische Gliederungsmöglichkeiten des regional-metamorphen Jungproterozoikums am Beispiel des Erzgebirges. -Zschr. geol. Wiss., 3, 397-404.

Hynes, A. & Forest, R.C. (1988): Empirical garnet-muscovite geothermometry in low grade metapelites, Selwyn Range (Canadian Rockies). -J. metamorph. Geol., 6, 297-311.

- Ikeda, T. (1993): Compositional zoning pattern of garnet during prograde metamorphism from the Yanai district, Ryoke metamorphic belt, southwestern Japan. - *Lithos*, 30, 109-121.
- Indares, A. & Martignole, J. (1985): Biotite-garnet-geothermometry in the granulite facies: the influence of Ti and Al in biotite. - *Am. Mineral.*, 3/4, 261-277.
- Jamieson, R. A. & O'Beirne-Ryan, A. M. (1991): Decomposition induced growth of albite porphyroblasts, Fleur de Lys Supergroup, western Newfoundland. - *J. metamorph. Geol.*, 9, 433-439.
- Kemnitz, H. (1986): Flächengefüge im Kristallin. - Exkursionsführer: "Gefüge im Kristallin", Jahrestagung der Ges. Geol. Wiss. DDR, 18-20.
- Kemnitz, H. (1988): Beitrag zur Lithologie, Deformation und Metamorphose der Saydaer Struktur (Osterzgebirge). - *Veröff. des Zentralinstituts für Physik der Erde*, 94, 1-89.
- Kleemann, U. (1991): Die PTd-Entwicklung im Grenzbereich zwischen der Zone von Erbendorf-Vohenstrauß (ZEV) und dem Moldanubikum in der Oberpfalz, NE-Bayern. - unveröff. Diss., Ruhr-Universität Bochum, 1-115.
- Kohn, M. J. & Spear, F. S. (1989): Empirical calibration of geobarometers for the assemblage garnet+hornblende+plagioclase+quartz. - *Am. Mineral.*, 74, 77-84.
- Kohn, M. J. & Spear, F. S. (1990): Two new geobarometers for amphibolites with applications to southeastern Vermont. - *Am. Mineral.*, 75, 89-96.
- Kossmat, F. (1916): Über die Tektonik des Gneisgebietes im westlichen Erzgebirge. - *Zbl. Mineral. Geol. Paläont.*, 135-144.
- Kossmat, F. (1925): Übersicht der Geologie von Sachsen., 1-129, Dt. Verl., Leipzig.
- Kotkova, J. (1993): Tectonometamorphic history of lower crust in the Bohemian Massif - example of north Bohemian granulites. - *Czech Geol. Survey special papers 2, Pra`ce Ceske`ho Geol. U`stavu.*, 42 S.
- Koziol, A. M. & Newton, R. C. (1988): Redetermination of the anorthite breakdown reaction and improvement of the plagioclase-garnet-Al₂SiO₅-quartz geobarometer. - *Am. Mineral.*, 73, 216-223.

Kossmat,F.(1925): Übersicht der Geologie von Sachsen., 1-129, Dt.Verl.,Leipzig.

Kotkova',J.(1993): Tectonometamorphic history of lower crust in the Bohemian Massif-example of north Bohemian granulites.-Czech Geol. Survey special papers 2, Pra`ce Ceske`ho Geol. U`stavu., 42S.

Koziol,A.M. & Newton,R.C.(1988): Redetermination of the anorthite breakdown reaction and improvement of the plagioclase-garnet- Al_2SiO_5 -quartz geobarometer.- Am. Mineral., 73, 216-223.

Krentz,O. (1982): Zum Charakter der Metamorphose und zur Altersstellung pelitischer Metamorphite des westlichen Erzgebirges/DDR.-unveröff. Diss., Bergakademie Freiberg, 170S.

Krentz,O. (1984): Temperaturregime und Altersstellung der regionalen Metamorphose im mittleren Erzgebirge .- Freib. Forsch.-H., C 390, 212-228.

Krentz,O. & Thomas,R.(1990): Flüssigkeitseinschlüsse in Quarzen aus Parametamorphiten des Westerzgebirges und ihre Aussagemöglichkeiten zur Regionalmetamorphose.-Zschr. Geol. Wiss., 18, 315-327.

Krogh,E.J.(1988): The garnet-clinopyroxene Fe-Mg geothermometer- a reinterpretation of existing experimental data.-Contrib. Mineral. Petrol., 99, 8-44.

Krohe,A.(1991): Großräumige Krustendehnung im NW-Erzgebirge? Ansätze zu einem neuen Konzept.-Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 28.

Krohe,A. & Willner,A.(1992): Metamorphe Kernkomplexe im Variszikum West- und Mitteleuropas-Ausdruck großräumiger Dehnung im Jungpaläozoikum.-Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 21.

Kroll,H., Evangelakakis,C. & Voll,G.(1993): Two-feldspar geothermometry: a review and revision for slowly cooled rocks.- Contrib. Mineral. Petrol., 114, 510-518.

Kröner,A., Frischbutter,A., Bergner,R. & Hofmann,J.(1991): Zirkon-Evaporationsalter von granitoiden Gesteinen aus dem Erzgebirge und dem Rande der Lausitz und ihre geodynamische Bedeutung.-Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 1, 27.

Kröner, A. & Willner, A. (1995): Magmatische und metamorphe Zirkonalter für Quarz-Feldspat-Gneise der Gneis-Eklogit-Einheit.-Poster-Abstract, Tagung 3/95 des DFG-SPP "Orogene Prozesse-Quantifizierung und Simulation, Jena.

Kupetz, M. (1989): Stratigraphie und regionale Stellung des variszisch gefalteten Altpaläozoikums im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge.- Freib. Forsch.-H., C 415, 45.

Kurze, M. (1966): Die tektonisch-fazielle Entwicklung im Nordostteil des Sächsischen Lineaments.-Freib. Forsch.-H., C 201, 1-58.

Leake, B.E. (1978): Nomenclature of amphiboles.-Am. Mineral., 63, 1023-1053.

Laird, J. (1988): Chlorites: metamorphic petrology: in Bailey, S.W. (ed.): Hydrous phyllosilicates (Exclusive of micas), Reviews in Mineralogy, 19, 405-453.

Lasaga, A.C. (1983): Geospeedometry an extension of geothermometry.- Advances in physical geochemistry, 3, 81-115.

Leake, B.E. (1978): Nomenclature of amphiboles.-Am. Mineral., 63, 1023-1053.

Le Breton, N. & Thompson, A.B. (1988): Fluid-absent (dehydration) melting of biotite in metapelites in the early stages of crustal anatexis.-Contrib. Mineral. Petrol., 99, 226-237.

Loomis, T.P. (1983): Compositional zoning of crystals: A record of growth and reaction history.-Advances in physical geochemistry, 3, 1-60.

Lorenz, W. (1974): Die lithostratigraphische Entwicklung der Paragneis-Glimmerschiefer-folge des mittleren und westlichen Erzgebirges.-unveröff. Diss., Bergakademie Freiberg, 203S.

Lorenz, W. & Hoth, K. (1964): Die lithostratigraphische Gliederung des kristallinen Vorsilurs der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinale.-Geol., 13, Beih. 44, 1-44.

Lorenz, W. & Hoth, K. (1990): Lithostratigraphie im Erzgebirge-Konzeption, Entwicklung, Probleme und Perspektiven.-Abh. Staatl. Museum Mineral. Geol. Dresden, 37, 7-35.

Maruyama, S., Liou, J.G. & Suzuki, K. (1982): The peristerite gap in low grade metamorphic rocks.-Contrib. Mineral. Petrol., 81, 268-276.

Massonne, H.J. & Schreyer, W. (1987): Phengite geobarometry based of the limiting assemblage with K-feldspar, phlogopite and quartz.-Contrib. Mineral. Petrol., 2, 212-224.

Massonne, H.J. (1990): Druck-Temperatur-Entwicklung phengitführender Eklogite.-Mitt.Österr. Mineral. Ges., 136, 55-77.

Massonne (1991): Thermochemical determination of water activities relevant to eclogitic rocks.-in: Water-Rock Interaction, Kharaka, Y.K. & Maest, A.S. (eds.), Balkema, Rotterdam, 1523-1526.

Massonne, H.J. (1992): Thermochemical determination of water activities relevant to eclogitic rocks.-in: Yousif, K., K. & Maest, A.N. (ed.): Water-Rock Interaction, A.A Balkema, Rotterdam.

Mathe', G. (1973): Zur Petrographie und Petrogenese der phyllitischen Gneise von Schlettau, Erzgebirge.-unveröff. Dipl. Arbeit, Bergakademie Freiberg, 85S.

Matte, P. (1986): Tectonic and plate tectonic model for the Variscan belt of Europe.-Tectonophysics, 24, 329-374.

McMullin, D.W., Berman, R.G. & Greenwood, H.J. (1991): Calibration of the SGAM thermometer for pelitic rocks using data from phase equilibrium experiments and natural assemblages.-Canad. Mineral., 29, 889-908.

Mehnert, K.R. (1972): Granulites-Results of discussion II.-N.Jb.Mineral.Mh., 6, 139-150.

Mingram, B. (1994): Lithological and geochemical composition of pressure related metamorphic units in the W-Erzgebirge, Germany.-Abstracts zur Tagung "Basement tectonics 94", Potsdam, 103.

Mirwald, P.W. & Massonne, H.J. (1980): The low high quartz and quartz-coesite transition to 40 kbar between 600°C and 1600°C and some reconnaissance data on the effect of NaAlO₄ component on the low quartz-coesite transition.-J. Geophys. Res., 85, 6983-6990.

Morimoto et. al. (1988): Nomenclature of pyroxenes.-Mineral. Magazine, 9, 535-550.

Newton,R.C. & Haselton,H.T.(1981): Thermodynamics of the garnet-plagioclase-Al₂SiO₅-quartz-geobarometer.-in: Newton R.C. et al. (ed): Advances phys. Geoch., 1, 131-148, New York (Springer).

Newton,R.C. & Perkins,D.(1982): Thermodynamic calibration of geobarometers based on the assemblages garnet-plagioclase-orthopyroxen (clinopyroxene)-quartz.-Am. Mineral., 67, 203-222.

O'Brien,P.J. & Carswell,D.A.(1993): Tectonometamorphic evolution of the Bohemian Massif (Germany).-Geol. Rundschau, 82, 3, 531-556.

Ossenkopf,P.(1977): Mitteilungen über einige Erscheinungen in Verbindung mit dichten Gneisen bei Marienberg und Jöhstadt (Mittelerzgebirge).-Fundgrube, XIII, 1/2, 4-8.

Partzsch,J.(1991): Plagioklasblastese in Abhängigkeit von Druck, Temperatur und Deformation in Metapeliten der Hohen Tauern.-unveröff. Dipl. Arbeit, TU Berlin, 60.

Pattison,D.R.M. & Newton,R.C.(1989): Reversed experimental calibration of the garnet-clinopyroxene Fe-Mg-exchange thermometer.-Contrib. Mineral. Petrol., 107, 87-103.

Perchuk,L.L.(1969): Staurolit-granatbyi termometr.-Doklaguyi Akademii nauk,SSSR.

Pietzsch,K.(1914): Über das Alter der dichten Gneise des sächsischen Erzgebirges.-Zbl. Mineral., 202-211.

Pietzsch,K.(1954): Die Gneise des Sächsischen Erzgebirges.-Geol., 3, 391.

Pietzsch,K.(1962): Geologie von Sachsen. 1-870. VEB Dtsch. Verl. der Wiss., Berlin.

Platt,J.P.(1986): Dynamics of orogenic wedges and the uplift of high pressure metamorphic rocks.-Geol. Soc. of Am. Bull., 97, 1037-1053.

Plyusnina,L.P.(1982): Geothermometry and geobarometry of plagioclase-hornblende bearing assemblages.-Contrib. Mineral. Petrol., 80, 140-146.

Pownceby,M.I. & Wall,V.J.(1989): Activity composition relations in FeTiO₃-MnTiO₃ ilmenite solid solution from EMF measurements at 1050-1300 K.-Contrib. Mineral. Petrol., 103, 216-222.

Pownceby, M.J., Wall, V.J. & O'Neil, H.St.C. (1987): Fe-Mn-partitioning between garnet and ilmenite: experimental calibration and applications.-Contrib. Mineral. Petrol., 97, 116-126.

Rajlich, P. (1987): Variszische duktile Tektonik im Böhmischem Massiv.- Geol. Rundschau, 76, 755-786.

Rauche, H. (1991): Überschiebungstektonik und strike slip am Südrand der Elbezzone.-8. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 36.

Rötzler, K., Schumacher, R. & Maresch, W. (1992): The metamorphic evolution in the Western Erzgebirge.-9. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 42.

Sauer, A. (1879): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Elterlein.

Sauer, A. (1882): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Kupferberg.

Sauer, A. (1884): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Wiesenthal.

Sauer, A. (1885): Mineralogische und petrographische Mitteilungen aus dem sächsischen Erzgebirge.- Zschr. dtsch. geol. Ges., 441-445.

Sauer, A. (1910): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Freiberg.

Sauer, A. (1910): Erläuterung zur geologischen Spezialkarte von Sachsen.- Sektion Brand-Öderan.

Scheumann, K.H. (1932): Über die petrogenetische Ableitung der roten Erzgebirgsgneise.-Tscherm. Mineral. Petrol. Mitt., 42, 413-454.

Schmädicke, E. (1991): Quartz pseudomorphs after coesite in eclogites from the Saxonian Erzgebirge.-Eur. J. Mineral., 3, 231-238.

Schmädicke, E., Okrusch, M. & Schmidt, W. (1992): Eclogite-facies rocks in the Saxonian Erzgebirge, Germany: high pressure metamorphism under contrasting P-T-conditions.- Contrib. Mineral. Petrol., 110, 226-242.

Schreurs,J.(1985): Prograde metamorphism of metapelites, garnet-biotite-thermometry and prograde changes of biotite chemistry in high grade rocks of West Uusimaa, southwest Finland.-Lithos, 18, 69-80.

Schreyer,W.; Abraham,K. & Kulke,H.(1980): Natural sodium phlogopite coexisting with potassium phlogopite and sodium aluminian talc in a metamorphic evaporite sequence from Derag, Tell Atlas, Algeria.-Contrib. Mineral. Petrol., 223-233.

Sebastian,U. & Kroner,U.(1992): Zur Diskussion der Ortho- und Paragneise im Erzgebirge.-8. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 38.

Sebastian,U., Fachmann,S. & Rötzler,K.(1993): Postcompressive structural development in a Variscan reversed reduced metamorphic sequence.-Terra Abstr., 45.

Seltmann,R. & Thomas,R.(1992): Hochfraktionierte Subvulkanite des spätvariszischen Extensionsregimes im Erzgebirge und Kaiserwald.-8. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 39.

Soucek,J. & Frantisek,V.(1992): Blueschist-greenschist metamorphism of metabasites in the western hory (Erzgebirge) Mts.-8. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 41.

Spear,F.S.(1993): Metamorphic phase equilibria and pressure-temperature-time paths.-Min. Soc. Amer. Monograph., 799S.

Spear,F.S. & Cheney,J.T.(1989): A petrogenetic grid for pelitic schists in the system: SiO₂-Al₂O₃-FeO-MgO-K₂O-H₂O.-Contrib. Mineral. Petrol., 101, 149-164.

Stein,E.(1988): Die strukturelle Entwicklung im Übergangsbereich Saxothuringikum/Moldanubikum in NE Bayern.-Geol. Bavarica, 92, 131.

Teufel,S., Ahrendt,H. & Hansen,B.T.(1985): U-Pb-und Rb-Sr-Altersbestimmungen im Übergangsbereich Moldanubikum/Saxothuringikum, NE-Bayern.-Fortschr. Mineral., Beiheft, 63/1, 234S.

Thompson,A.B.(1970): A note of kaolinite-pyrophyllite equilibrium.-Amer. J. Sci., 268, 545-458.

- Thompson, A.B. (1976): Mineral reactions in pelitic rocks: II. Calculations of some PTX (Fe-Mg) phase relations.-*Amer. J. Sci.*, 276, 235-259.
- Thompson, A.B. & Algor, J.R. (1977): Model systems for anatexis of pelitic rocks, 1. Theory of melting in the system $KAlO_2$ - $NaAlO_2$ - SiO_2 - H_2O .-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 63, 247-269.
- Tracy, R.J. (1982): Compositional zoning and inclusions in metamorphic minerals. in: Ferry, J.M. (ed.): *Characterization of metamorphic minerals, Reviews in Mineralogy*, 10, 355-397.
- Triboulet, C. (1983): Uni- and divariant equilibria between staurolite, chloritoid, garnet, chlorite, biotite in medium pressure metaacidites from Lorient-Corncarneau Area (South Brittany, France).-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 82, 195-204.
- Turner, F.J. (1981): *Metamorphic Petrology*.-McGraw-Hill Book Company., 2. Aufl., 524S.
- Voigt, T. (1992): Stratigraphie und regionale Stellung des metamorphen Altpaläozoikums am Nordostrand des sächsischen Erzgebirges.-*Zbl. Geol. Paläont.*, 1, 147-156.
- Vuichard, J.P. & Balleve, M. (1988): Garnet-chloritoid equilibria in eclogitic pelitic rocks from the Sesia zone/Western Alps: their bearing on phase relations in high pressure metapelites.-*J. metamorph. Geol.*, 6, 135-157.
- Walther, K. (1972): Die mineralfazielle und tektonische Entwicklung der Annaberger und Marienberger Gneise.-*Freib. Forsch.-H.*, C 269, 1-101.
- Wang, P. & Spear, F.S. (1981): A field and theoretical analysis of garnet+chlorite+chloritoid+ biotite assemblages from the tri-state (MA, CT, NY) area, U.S.A.-*Contrib. Mineral. Petrol.*, 76, 217-235.
- Werner, C.D. (1981): Outline of the evolution of the magmatism in the G.D.R.-*Exkursionsführer: "Ophiolites and initialites of the northern border of the Bohemian Massif"*.-PK IX, 2, Potsdam/Freiberg, 17-68.
- Wienholz, R., Hofmann, J. & Mathe, G. (1979): Über die Metamorphose, Tiefenbau und regionale Position des Erzgebirgskristallins.-*Zschr. Geol. Wiss.*, 3, 385-395.

Willner,A.P., Krohe,A., Maresch,W.V.(1992): Mehrphasige Exhumierungsgeschichte des Erzgebirgskristallins/Sachsen-petrologische und struktureologische Belege aus Orthogneisen des mittleren Erzgebirges.-8. Rundgespräch: Geodynamik des europäischen Variszikums, 48.

Willner,A., Rötzler,K., Krohe,A., Maresch,W.V., & Schumacher,R.(1994): Druck-Temperatur-Deformationsentwicklung verschiedener Krusteneinheiten im Erzgebirge: Eine Modellregion für die Exhumierung von Hochdruckgesteinen.-Terra Nostra, 3/94, 104-106.

Winkler, H.G.F.(1967): Die Genese der metamorphen Gesteine.-Springer Verlag, 1967, 1-237.

Yardley, B.W.D.(1989): An introduction to metamorphic petrology.- Longman Scientific & Technical, Harlow, Essex, England, 1-248.

Zen, E. & Thompson,A.B.(1974): Low grade regional metamorphism: mineral equilibrium reactions.-Annual Review of Earth and Planetary Science, 2, 179-212.

Anhang	Seite
1. Probenverzeichnis	154
2. Mineralabkürzungen und sonstige Abkürzungen	157
3. Verwendete Aktivitätsmodelle	157
4. Geochemische Analysen der Hauptkomponenten	158
5. Berechnung der CIPW-Norm	159
6. Ergebnisse der Fluideinschlußuntersuchungen	160
7. Strukturformeln ausgewählter Mikrosondenanalysen	164
7.1 Amphibol	164
7.2 Biotit	165
7.3 Chlorit	169
7.4 Chloritoid	171
7.5 Feldspat	172
7.6 Granat	187
7.7 Hellglimmer	207
7.8 Ilmenit	217
7.9 Klinopyroxen	219
7.10 Pyrophyllit	219
7.11 Staurolith	220

1. Probenverzeichnis

1) Phyllit-Einheit, 2) Granat-Phyllit-Einheit, 3) Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit, 4) Gneis-Eklogit-Einheit, 5) Rotgneis-Einheit, 6) Glimmerschiefer am N-Rand des Erzgebirges

Meßtischblatt	Metamorphe Einheit	Probe / Lokalität
129	4	E1 Auflässiger Stbr. E' Ansprung im Ostteil des Serpentinbruch von Zöblitz
129	4	E2 Großer Stbr. E' Ansprung, W' E1
129	4	E3 Stbr. am E' Ortsausgang von Zöblitz
129	4	E4 Kleiner Stbr. im Wald und Felsklippen 500 m NW Grundau
129	4	E5 Felsklippen 100m NE' Ortsausgang Zöblitz am Eingang ins Knesebachtal
129	3	E6 Wegaufschlüsse im unteren Lauterbachtal, ca. 1,5 km E' Lauterbach
129	3	E7 Lesesteine über der Eklogitlinse in der Waldgemarkung Knoblauchwiese 3 km E' Lauterbach
129	4	E8 Weg- und Bahntrassenaufschlüsse an der Kreuzung der Straße Pockau-Rittersberg SE' des Kinderheims
129	4	E9 Stbr. auf der Höhe 521 m im nördlich Pockau-Wald ca. 1 km SW' Pockau
129	4	E10 Lesesteine und kleiner Stbr. im W-Hang der Schwarzen Pockau, 50-200 m vom Ufer 750 m, SE' Rittersberg
129	4	E11 nördliche Klippenformation am unteren Wildsberg SE' Rittersberg
129	4	E12 Am unteren Wildsberg, SE' Rittersberg
128	4	E13 Lesesteine im Bereich der großen Eklogitlinse am NE' Ortseingang von Gelobtland / Waldrand
128	3	E14 Bahneinschnitt am Schlettenberg 250 m S' Marienberg
100	4	E15 Lesesteine und Klippen 300 m NE' Klappermühle / 1,5 km S' Obercarsdorf
100	4	E16 Klippen und Lesesteine im E-Hang der Roten Weißeritz gegenüber Unternauendorf
100	4	E17 Felsklippen im W-Hang der Roten Weißeritz 250 m W' Schmiedeberg
100	4	E18 Klippen in Schmiedeberg 100 m W' der Straße nach Niederpöbel
147	3	E20 Lesesteine am Waldweg 1km NE' Zettelhaus im NW-Hang des Pohlbaches NE' Oberwiesenthal
147	3	E21 Felsklippen im NE-Hang des Eisenberges N' Oberwiesenthal
147	3	E 210 Felsklippen im NE-Hang des Eisenberges N' Oberwiesenthal
147	3	E21 Felsklippen im NE-Hang des Eisenberges N' Oberwiesenthal
147	3	E22 Große Klippen im Wald 1 km W' des Morgenberges W' Neudorf
147	3	E23 Kleiner Stbr. im Wald 2 km N' Bozi Dar W' Oberwiesenthal
147	2	E24 Klippen am Ameisenberg 2 km WNW' Tellerhäuser
128	3	E25 Lesesteine im weiten Areal zwischen Lauta und Heinzebank / 750 m NW' Lauterbach/ E' Straße E174/ Nähe Heinzebank
129	4	E26 W-Hang der Pockau N' Einmündung des Lauterbaches
129	4	E27 50 m N' E 26
129	4	E26 W-Hang der Pockau N' Einmündung des Lauterbaches
129	4	E27 50 m N' E 26
129	4	E28 W-Hang der Pockau/ S' Ortsausgang Pockau/ oberhalb der Eisenbahnbrücke
129	4	E29 Bahntrassenaufschluß W' des Burgberges / E' Niederlauterstein
126	1	E32 kleiner Stbr. W' der Straße F 169 / 500 m NW' von Löbnitz
126	1	E33 Hasenschwanzbruch E' der Straße F 169, 500 m NW' von

Meßtischblatt	Metamorphe Einheit	Lößnitz	Probe / Lokalität
127	3	E34	Großer Fuchsstein / Klippen im Wald 300 m SE` der Straße Elterlein-Geyer
147	3	E35	Stbr. am Kalkberg 5 km NNW` Neudorf
147	3	E36	W-Hang des Zschopautals gegenüber E 2
129	4	E37	Kammlinie des Gifhüttenberges 5 km N` Oberwiesenthal
116	4	E41	Wegaufschluß am Burgberg NW` Zöblitz
116	4	E42	Nordufer des SE-Arms der Saidenbachtalsperre, 1800 m NW` der Hauptkreuzung in Forchheim
116	4	E44	Wegaufschluß Ranzensteig / 500 m S` Wünschendorf
116	4	E45	Schloß Rauenstein, (35/4/R) 100 m E` E 45
116	4	E51	Stbr. NW` der Staumauer der Saidenbachtalsperre
115	3	E52	Klippen SE` Ortsausgang Scharfenstein
115	3	E53	Klippen oberhalb des Bahnhofes Wilischtal
127	3	E56	Pinge Geyer
129	4	E57	E` am Ende des Bahnhofes Zöblitz
129	4	E58	150 m S` vom Bahnhof Zöblitz/ Klippen unterhalb der Straße
129	4	E157	Knesebachtal E` des Burgberges und Schloßberges
129	4	E158	Am Ufer der Knese
129	4	E159	N` Ortsausgang Zöblitz alter Stbr. am Ostufer der Knese
129	4	E161	Bahnhof Zöblitz/Rittersberg /100 m oberhalb der Straße
139	3	E251	Tunnel hinter Bahnhof Bärenstein, Klippen vor der Tunneleinfahrt
79	6	E305	Bräunsdorf Weg an der Langen Strieges
78	?	E359	Mobendorf
78	?	E500	Räuberschenke bei Hartha / verwachsener Stbr. 400 m W`Räuberschenke
120	?	E501	Oelsen Lesesteine S` des Ortsausganges
98	6	E510	Glück-Auf-Schacht Langenau
98	6	E511	Vertrau auf Gott-Schacht 1 km S` Langenau
126	1	E512	Stbr. 750 m W`Raum
127	3	E513	Thum / Georgenstein / 1 km E` des Marktes / oberhalb der Straße nach Ehrenfriedersdorf
126	2	E515	NE` Betlehemsstift bei Burgstädtl
127	3	E514	Straße von Thum nach Ehrenfriedersdorf anstehende Klippen oberhalb der Straße
147	3	E516	Kretscham Rothenshema / 400 m S` vom Bahnhof
147	3	E517	Zechengrund Str. zum Hotel S` Oberwiesenthal
127	3	E518	Thum / Weg vom ehemaligen Bhf. zum Reitplatz, Klippen im Wald, 200 m E` des Reitplatzes
127	3	E519	Weg vom Reitplatz in Thum Richtung Ehrenfriedersdorf / am Abzweig zum Urlauberdorf / Lesesteine im Wald
127	3	E520	Ortsausgang von Thum Richtung Herold Klippen im Wald oberhalb der Straße
147	3	E521	Straße von Cranzahl nach Neudorf / 50 m oberhalb der Kleinbahnstrecke
147	3	E522	Lesesteine an der Straße von Kühberg in Richtung Brettmühle / 1 km N` von Kühberg / oberhalb des Pohlbaches
139	4	E523	Weg von Brettmühle entlang des Concuppelbaches / Lesesteine am Bach
139	4	E526	Straße von Streckenwalde nach Mauersbach/ Felsen an der Straße 100 m S` Streckenwalde
139	4	E527	Stbr. an der Straße von Streckenwalde nach Mauersberg im Preßnitztal
139	4	E528	anstehende Klippen am Berg Höhe 601,1 m W` von Mauersberg /Abzweig nach der Kirche
79	6	E529	Klippen oberhalb der Langenstrieges am Sportplatz in Bräunsdorf

Meßtischblatt	Metamorphe Einheit	Probe / Lokalität
140	5	E530 1,5 km N` Kühnhaide
129	4	E531 Talkanzel unterhalb vom Burgberg bei Zöblitz
129	4	E532 Rauenstein am km-Stein 35 der DR
129	5	E533, 21-5-1 Vogeltöffelfelsen bei Zöblitz
129	4	E534 Morgensternhöhe bei Ansprung
129	4	E535 Morgensternhöhe bei Ansprung
117	4	E537 Mittelsaida
129	4	E538 Tälchen bei Sorgau
140	5	E539 Natzschungtal
127	3	E540 Profil Zschopautal (Wolkenst.)
		E541
		E542
		E543
		E544
139	3	E545 Profil bei Bärenstein
		E546
		E547
		E548
		E549
129	4	E550 Altpöhlaer Straße / W` Rittersberg Bahntrassenaufschluß
147	2	E601 Wanderweg von Oberwiesenthal nach Tellerhäuser
139	4	E602 1 km N`Bärenstein, Weg Richtung Kühberg
		E602a,b,d 500 m NW` der Straße von Bärenstein nach Kühberg im Wald
117	4	130/90 Sayda

Beprobte Kernbohrungen:

Hochwert	Rechtswert	
1 5662335	4505015	Elterlein
2 5660902	4500520	Elterlein
3 5606432	4563155	Elterlein
4 5660664	4509504	Geyer
6 5603669	4566618	Buchholz
7 5603669	4566618	Elterlein
8 5602705	4566804	Elterlein
10 5602790	4547740	Raschau, Nähe Schaubergwerk "Frisch Glück"

2. Mineralabkürzungen und sonstige Abkürzungen

Mineralabkürzungen	Sonstige Abkürzungen		
Albit	Ab	Druck	P
Al-Celadonit	Acel	Temperatur	T
Almandin	Alm	Hochdruck	HP
Annit	Ann	Hochtemperatur	HT
Anorthit	An	Mitteldruck	MP
Apatit	Ap	Mitteltemperatur	MT
Biotit	Bt	Niedrigdruck	LP
Calcit	Cal	Niedrigtemperatur	LT
Chlorit	Chl	pro Formeleinheit	F.E.
Chloritoid	Ctd	pro doppelte Formeleinheit	d.F.E.
Diopsid	Di		
Epidot	Ep		
Fe-Chloritoid	Fe-Ctd		
Granat	Grt		
Graphit	Gr		
Grossular	Grs		
Hedenbergit	Hd		
Hellglimmer	Hgl		
Jadeit	Jd		
Kalifeldspat	Kfs		
Klinopyroxen	Cpx		
Korund	Crn		
Magnetit	Mag		
Muskovit	Ms		
Oligoklas	Ol		
Omphazit	Omp		
Orthoklas	Or		
Paragonit	Pg		
Pargasit	Prg		
Phlogopit	Phl		
Plagioklas	Pl		
Prehnit	Prh		
Pyrop	Prp		
Pyrophyllit	Prl		
Quarz	Qtz		
Rutil	Rt		
Sillimanit	Sil		
Spessartin	Sps		
Staurolith	St		
Titanit	Ttn		
Tremolith	Tr		
Zirkon	Zrn		
Zoisit	Zo		

3. Verwendete Aktivitätsmodelle:

Granat	Berman (1990)
Biotit	Mc Mullin et al. (1991)
Feldspat	Fuhrman & Lindsley (1988)
Hellglimmer	Chatterjee & Froese (1975)
Ilmenit	Hugh et al. (1989)
Klinopyroxen	Massonne (1991)
Chlorit	Holdaway et al. (1988)
Chloritoid	Vuichard & Balleve (1988)
Staurolith	Holdaway et al. (1988)

4. Geochemische Analysen der Hauptkomponenten

Geochemische Gesamtgesteinsanalysen ausgewählter Proben des Erzgebirges														
Probe	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	Summe
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
E 33	62,470	0,880	17,070	6,540	1,740	0,060	1,560	0,230	0,510	4,790	0,140	2,680	0,340	99,01
E 34b	46,030	2,620	25,040	8,390	5,380	0,110	2,320	0,170	0,370	4,000	0,210	4,390	0,510	99,54
E 53	69,720	0,703	13,290	1,670	2,910	0,129	1,930	0,420	1,960	4,120	0,245	1,900	0,300	99,29
E 251	61,940	0,870	16,540	4,790	3,090	0,053	2,200	0,320	1,730	3,040	0,314	3,680	0,980	99,55
E 25 I	59,590	0,995	16,820	5,040	2,150	0,143	1,840	1,770	2,660	3,680	0,634	2,940	0,270	98,54
E 510	57,490	1,600	16,270	5,450	4,620	0,364	1,960	1,420	0,390	3,990	0,425	3,400	1,670	99,04
E 305	52,680	1,214	23,560	4,570	3,770	0,191	2,170	0,320	1,660	4,920	0,143	3,570	0,370	99,14
E 41e	72,400	0,380	12,870	0,620	2,520	0,065	0,930	0,780	2,190	4,720	0,319	1,190	0,350	99,34
E 501	74,120	0,047	13,650	0,000	0,820	0,095	0,100	0,660	4,100	4,570	0,559	0,470	0,320	99,52
E 45	66,030	0,910	13,690	1,910	4,490	0,081	2,270	1,680	2,410	3,140	0,374	2,060	0,690	99,73
E 512.2	48,680	3,207	13,610	5,510	9,070	0,193	5,860	3,900	3,670	0,560	0,670	3,690	1,000	99,62
E 308	57,060	1,534	17,320	2,520	4,610	0,630	2,850	0,660	0,490	6,830	0,406	3,310	0,290	98,50

5. Berechnung der CIPW-Norm

	E42g	E 29a	E 42i	E29a	E 29g
SiO2	67,04	72,80	66,54	72,17	70,10
TiO2	0,69	0,24	0,78	0,34	0,47
Al2O3	15,73	14,10	14,93	13,94	14,46
Fe2O3	4,61	2,09	5,31	2,57	3,10
MnO	0,06	0,03	0,07	0,04	0,04
MgO	1,47	0,46	1,73	0,74	1,03
CaO	2,02	0,97	2,04	1,21	1,46
Na2O	2,71	2,90	3,03	2,92	2,83
K2O	4,31	5,05	3,48	4,19	4,34
P2O5	0,16	0,19	0,19	0,20	0,20
H2O+	0,85	1,56	1,68	1,07	1,33
H2O-	0,23	0,04	0,42	0,09	0,34
Sum	99,98	100,43	100,20	99,48	99,70
Q	25,32	32,78	25,27	34,09	30,66
or	25,47	29,84	20,57	24,76	25,65
ab	22,93	24,54	25,64	24,71	23,95
an	8,98	3,57	8,88	4,70	5,94
c	3,32	2,55	2,92	2,88	2,93
hy	11,10	4,64	12,90	6,08	7,56
il	1,31	0,46	1,48	0,65	0,89
ap	0,37	0,44	0,44	0,46	0,46
An	28,13	12,70	25,72	15,97	19,87

6. Ergebnisse der Fluideinschlußuntersuchungen

Ergebnisse der thermometrischen Untersuchungen

1. Flüssigkeitseinschlüsse

Proben- bezeichn.	$-t_c$ (°C)	$-t_g$ (°C)	n	t_H (°C)	n
E. 3.1	$21,8 \pm 0,6$	6,9	5	244 ± 9 307 357 ± 7	10 3 12
E 22.2	5,6	0,9	2	271 ± 3	10
E 25.4	23,5	$7,3 \pm 0,3$	10	249 ± 3 316 $384 \pm 6^*$	10 3 10
E 26	21,1	5,0	10	248 ± 3	10
E 29.e	n.b.	n.b.		296 ± 10 334 ± 9 $371 \pm 4^*$	12 15 8
E 29.8	n.b.	n.b.		208 ± 6 266 ± 10 302 ± 6 339 ± 8 416^*	10 20 15 10 1
E 34.6	n.b.	n.b.		347 ± 10	10
E 40.1	n.b.	0,5	6	284 ± 2	6
E 41.1	n.b.	0,5	3	216 ± 5	10
E 52.8	n.b.	n.b.		186 ± 1 264 ± 14	5 10
E 57	n.b.	n.b.		247 299 ± 16	3 22

* Homogenisierung mit kritischen Erscheinungen (t_{HK})

2. CO₂-Einschlüsse

Probenbezeichnung	Tripelpunkt (°C)	Homogenisierungstemperatur (°C) [*]	n
E. 3.1	-59,9	14,5 ± 0,2	10
E. 34.6	-57,5	19,8 ± 0,25	10
E 52.8	-58,1	8,4 ± 2,1	10
	-57,9	17,8 ± 1,0	14

^{*} die CO₂-Einschlüsse homogenisieren in der flüssigen Phase

Isochorengleichungen (Bottinga und Richet):

14,5°C: $d = 0,826 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 4,605 * t + 169,933$

19,8°C: $d = 0,776 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 3,977 * t + 121,133$

8,4°C: $d = 0,873 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 5,185 * t + 331,643$

17,8°C: $d = 0,797 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 4,219 * t + 138,200$

Homogenisierungstemperatur-Gruppen:

1. $t_H = (207 \pm 11)^\circ\text{C}$ $n = 25$ t_H - Homogenisierungstemperatur
2. $t_H = (276 \pm 22)^\circ\text{C}$ $n = 131$ t_e - eutektische Temperatur
3. $t_H = (342 \pm 11)^\circ\text{C}$ $n = 50$ t_S - Eisschmelzpunkt
4. $t_H = (378 \pm 6)^\circ\text{C}$ $n = 18$ d - Lösungs-Dichte

$P(\text{Bar})$ - Druck in Bar

Isochorengleichungen (Flüssigkeitseinschlüsse) nach Zhang und Frantz:

$t_H = 207^\circ\text{C}$, $t_S = -7,3^\circ\text{C}$ $d = 0,944 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 16,703 * t - 3442,9$

$t_H = 276^\circ\text{C}$, $t_S = -5,0^\circ\text{C}$ $d = 0,839 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 12,591 * t - 3.419,0$

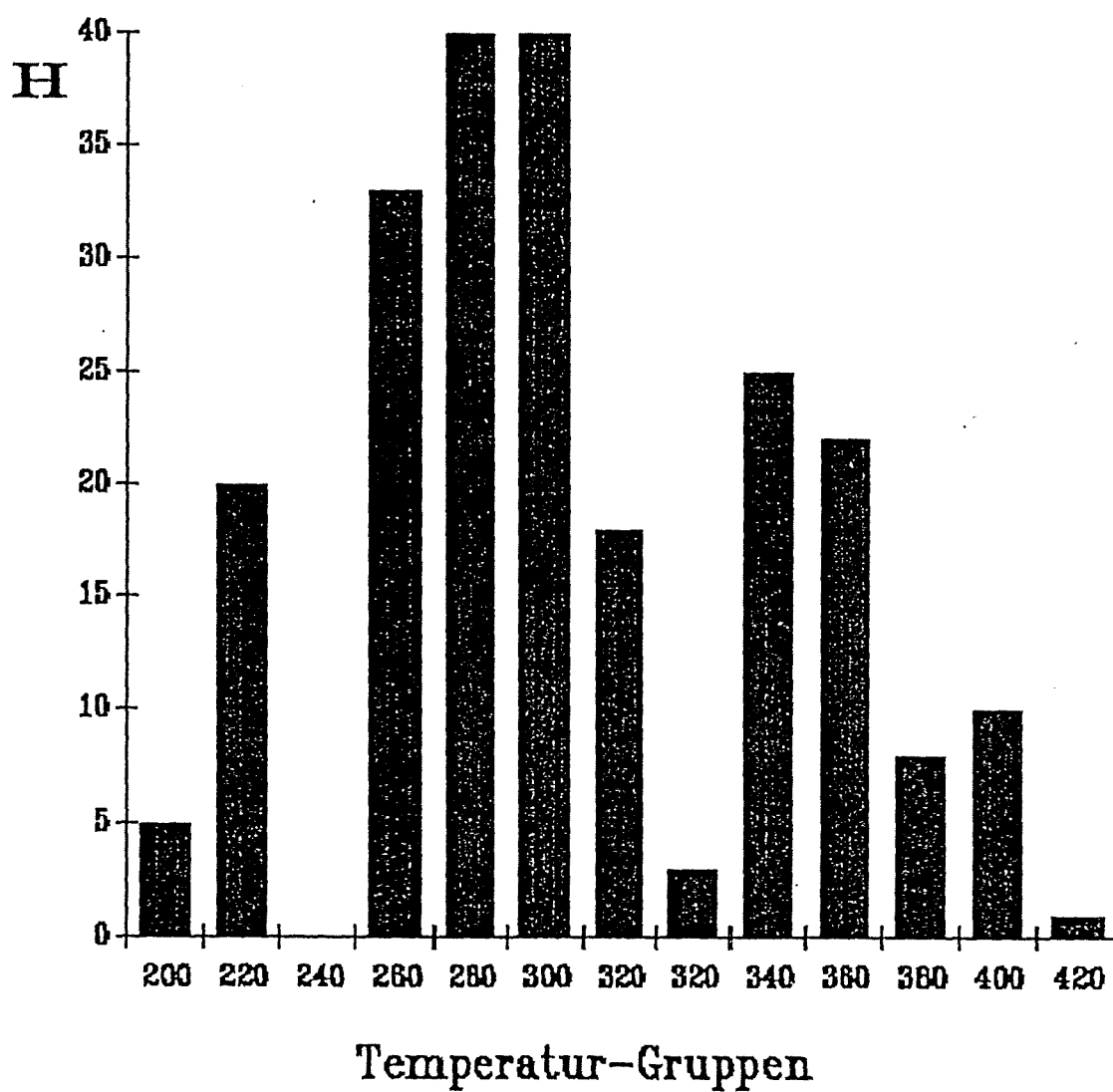
$t_H = 276^\circ\text{C}$, $t_S = -6,9^\circ\text{C}$ $d = 0,867 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 12,948 * t - 3517,4$

$t_H = 342^\circ\text{C}$, $t_S = -0,9^\circ\text{C}$ $d = 0,611 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 7,965 * t - 2581,0$

$t_H = 378^\circ\text{C}$, $t_S = -0,9^\circ\text{C}$ $d = 0,505 \text{ g/cm}^3$ $P(\text{Bar}) = 5,920 * t - 2022,0$

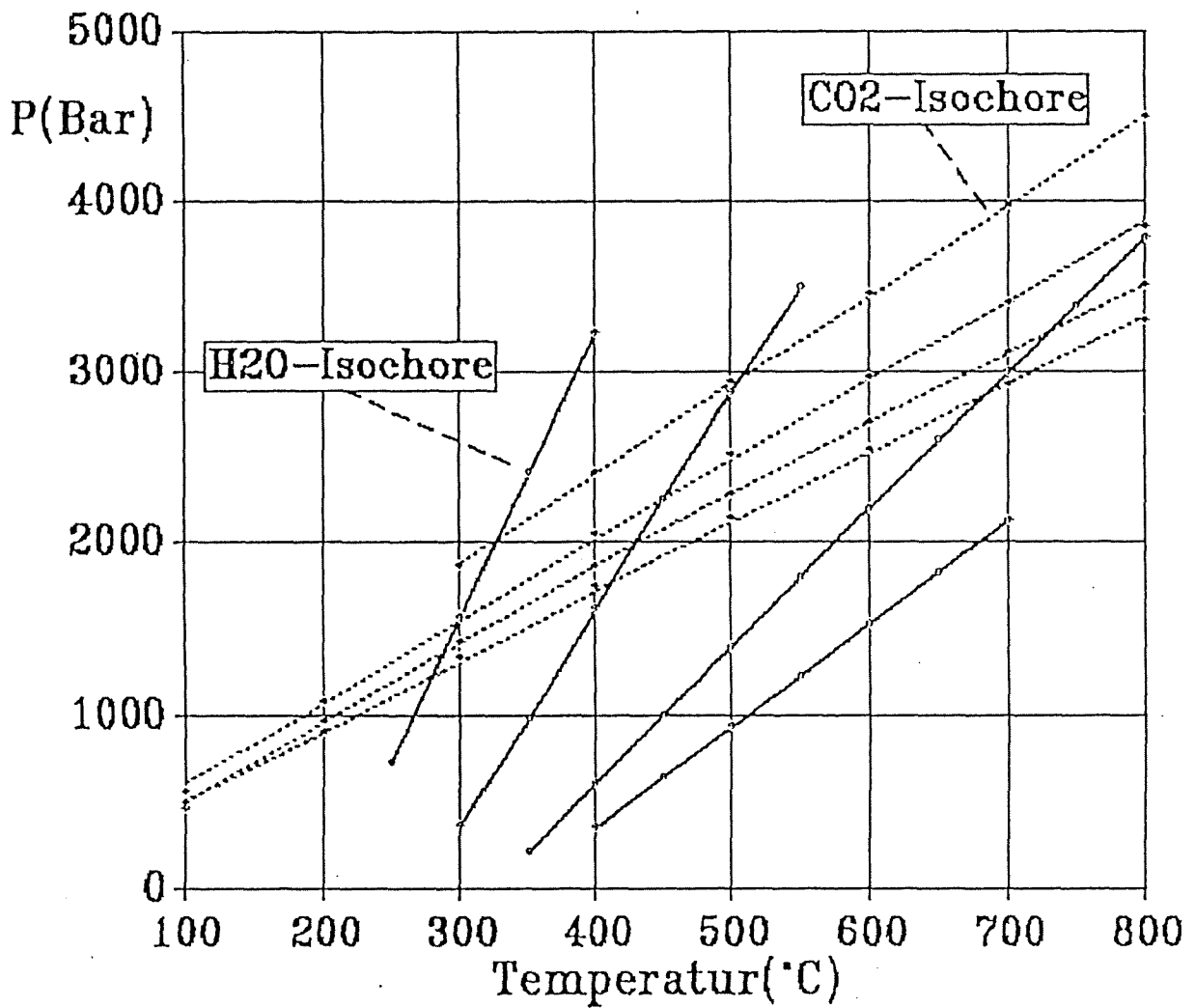
Häufigkeitsanzahl jeweils gemessener Temperaturgruppen von Flüssigkeitseinschlüssen

Histogramm



Isochoren-Diagramm zur Darstellung der CO₂- und H₂O-Isochoren zur Ableitung der PT-Bedingungen kogenetisch gebildeter CO₂- und H₂O-Einschlüsse

Isochoren-Diagramm



7. Strukturformeln ausgewählter Mikrosondenanalysen

7.1 Amphibol

Strukturformeln ausgewählter Amphibole		1) Gneis-Eklogit-Einheit, 2) Rotgneis-Einheit, 3) Phyllit-Einheit		1		2		2		2		2		2		2		2		2		2		3	
Probe	E 57	E 57	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 542	E 601	E 601	
Analyse	1	2	198	199	177	146	147	149	121	131	142	131	142	131	142	131	142	131	142	131	142	131	7	36	
Si-T	3.016	3.079	3.217	3.409	2.350	2.403	2.425	2.486	2.554	2.913	2.511	2.554	2.511	2.554	2.913	2.511	2.554	2.913	2.511	2.554	2.913	2.892	2.977		
Al-T	0.994	0.921	0.783	0.591	1.650	1.597	1.575	1.514	1.446	1.087	1.189	1.087	1.189	1.087	1.189	1.087	1.189	1.087	1.189	1.087	1.189	1.108	1.023		
Fe3+-T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Si-T2	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000		
Summ	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000	8.000		
Al-M2	0.517	0.519	0.446	0.398	0.954	1.013	0.859	0.786	0.842	0.548	0.687	0.548	0.687	0.548	0.687	0.548	0.687	0.548	0.687	0.548	0.687	0.591	0.604		
Fe3+-M2	0.000	0.358	0.022	0.080	0.309	0.099	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.184		
Ti-M2	0.063	0.022	0.035	0.032	0.064	0.055	0.055	0.034	0.050	0.041	0.034	0.050	0.041	0.034	0.050	0.041	0.034	0.050	0.041	0.034	0.050	0.041	0.018		
V-M2	0.000	0.000	0.091	0.006	0.008	0.000	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.000		
Cr-M2	0.007	0.004	0.008	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mg-M2	1.175	1.098	0.735	0.878	0.353	0.451	0.356	0.416	0.356	0.350	0.350	0.356	0.416	0.356	0.350	0.350	0.356	0.416	0.356	0.350	0.350	0.343	0.398		
Fe2+-M2	0.238	0.000	0.544	0.606	0.309	0.382	0.202	0.164	0.214	0.164	0.164	0.202	0.164	0.214	0.164	0.164	0.202	0.164	0.214	0.164	0.164	0.151	0.188		
Mg-M13	2.492	2.995	1.673	1.718	1.567	1.891	1.881	1.943	1.905	1.669	2.203	1.905	1.669	2.203	1.905	1.669	2.203	1.905	1.669	2.203	1.905	2.070	2.027		
Fe-M13	0.506	0.000	1.239	1.185	1.369	1.347	1.070	0.999	1.093	1.070	0.999	1.093	1.070	0.999	1.093	1.070	0.999	1.093	1.070	0.999	1.093	0.909	0.956		
Mn-M13	0.002	0.004	0.088	0.097	0.064	0.060	0.049	0.059	0.059	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.021	0.017		
Summ	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000		
Mg-M4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Fe-M4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Mn-M4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000		
Ca-M4	1.932	1.667	1.930	1.960	1.881	1.946	1.816	1.819	1.818	1.732	1.732	1.816	1.819	1.818	1.732	1.732	1.816	1.818	1.732	1.732	1.732	1.640	1.532		
Na-M4	0.068	0.333	0.070	0.040	0.119	0.054	0.184	0.181	0.135	0.268	0.268	0.184	0.181	0.135	0.268	0.268	0.184	0.135	0.268	0.268	0.268	0.360	0.468		
Summ	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000		
Na-A	0.405	0.227	0.074	0.066	0.217	0.320	0.141	0.140	0.204	0.046	0.046	0.141	0.140	0.204	0.046	0.046	0.141	0.204	0.046	0.046	0.046	0.452	0.015		
Summ	0.113	0.055	0.023	0.017	0.150	0.109	0.111	0.113	0.124	0.113	0.113	0.111	0.113	0.124	0.113	0.113	0.111	0.124	0.113	0.113	0.113	0.043	0.043		
VAC	0.482	0.718	0.903	0.917	0.633	0.571	0.748	0.738	0.672	0.841	0.841	0.748	0.738	0.672	0.841	0.841	0.748	0.672	0.841	0.841	0.841	0.505	0.942		
OH	0.000	0.000	1.979	1.949	1.909	1.877	1.923	1.927	1.915	1.933	1.933	1.923	1.927	1.915	1.933	1.933	1.923	1.915	1.933	1.933	1.933	1.988	1.927		
F	0.000	0.000	0.017	0.047	0.091	0.120	0.074	0.073	0.082	0.066	0.066	0.074	0.073	0.082	0.066	0.066	0.074	0.082	0.066	0.066	0.066	0.000	0.067		
Cl	0.000	0.000	0.004	0.004	0.000	0.003	0.003	0.000	0.003	0.001	0.000	0.003	0.000	0.003	0.001	0.000	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.012	0.008		
Summ	15.518	15.283	15.097	15.083	15.367	15.429	15.252	15.262	15.328	15.159	15.262	15.252	15.262	15.328	15.159	15.262	15.328	15.262	15.328	15.262	15.262	15.029	15.058		

Strukturformeln ausgewählter Biotite																					
PROBE	ANALYSE	SI	TI-IV	AL-IV	SUMM	Ti-VI	AL-VI	V	CR	MG	MN	FE2+	SUMM	CA	NA	K	SUMM	OH	F	CL	SUMM
E 534	45	5,543	0,000	2,457	8,000	0,252	0,861	0,017	0,007	2,583	0,008	1,876	5,604	0,005	0,035	1,812	1,852	3,563	0,432	0,005	15,456
E 534	46	5,557	0,000	2,443	8,000	0,164	0,960	0,007	0,002	2,233	0,006	2,254	5,826	0,004	0,044	1,839	1,887	3,905	0,090	0,005	15,513
E 534	47	5,489	0,000	2,511	8,000	0,258	0,919	0,007	0,005	2,392	0,013	2,004	5,538	0,000	0,038	1,831	1,869	3,923	0,077	0,000	15,467
E 534	48	5,567	0,000	2,433	8,000	0,234	0,892	0,011	0,001	2,553	0,005	1,928	5,624	0,000	0,060	1,750	1,810	3,872	0,123	0,005	15,434
E 534	49	5,586	0,000	2,414	8,000	0,170	0,950	0,007	0,000	2,150	0,016	2,359	5,652	0,004	0,044	1,758	1,806	3,856	0,139	0,005	15,458
disthentführende feldspatfreie Glimmerschiefer																					
E 602a	6	5,380	0,000	2,620	8,000	0,147	1,496	0,000	0,000	1,485	0,006	2,364	5,498	0,000	0,086	1,749	1,835	3,613	0,353	0,034	15,333
E 602a	57	5,579	0,000	2,421	8,000	0,153	1,043	0,000	0,000	1,839	0,000	2,570	5,605	0,000	0,041	1,821	1,862	3,517	0,431	0,052	15,467
E 602a	60	5,619	0,000	2,381	8,000	0,184	1,004	0,000	0,000	1,965	0,007	2,451	5,611	0,000	0,077	1,712	1,789	3,495	0,456	0,050	15,400
E 602a	68	5,464	0,000	2,536	8,000	0,066	1,110	0,000	0,000	1,737	0,000	2,854	5,787	0,001	0,031	1,725	1,757	3,575	0,388	0,037	15,524
Übergang Eklogit-Gneis																					
E 57	2.3/2	5,593	0,041	2,366	8,000	0,313	0,532	0,024	0,000	2,914	0,020	1,878	5,681	0,001	0,024	1,798	1,823	3,927	0,073	0,000	15,504
E 57	37	5,480	0,247	2,273	8,000	0,161	0,540	0,021	0,005	2,527	0,023	2,546	5,823	0,038	0,016	1,647	1,701	3,926	0,074	0,000	15,524
E 57	39	5,578	0,204	2,218	8,000	0,127	0,510	0,027	0,002	3,050	0,028	2,121	5,865	0,007	0,015	1,670	1,692	3,963	0,037	0,000	15,557
E 57	40	5,630	0,107	2,263	8,000	0,052	0,526	0,008	0,006	3,088	0,021	2,242	5,943	0,007	0,006	1,714	1,727	3,907	0,093	0,000	15,670
Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit																					
Granat-feldspatführende Glimmerschiefer																					
E 251	21	5,481	0,000	2,519	8,000	0,194	0,875	0,017	0,000	2,393	0,007	2,227	5,713	0,000	0,033	1,781	1,814	3,910	0,090	0,000	15,527
E 25e	18	5,598	0,000	2,402	8,000	0,281	0,805	0,000	0,004	2,013	0,025	2,461	5,589	0,005	0,038	1,804	1,847	3,829	0,171	0,000	15,436
E 25e	19	5,627	0,000	2,373	8,000	0,377	0,666	0,000	0,004	1,728	0,019	2,761	5,555	0,000	0,022	1,817	1,839	3,879	0,121	0,000	15,394
E 25e	20	5,631	0,000	2,369	8,000	0,353	0,725	0,000	0,007	1,707	0,026	2,758	5,576	0,005	0,025	1,747	1,777	3,819	0,181	0,000	15,353
E 25e	28	5,622	0,000	2,378	8,000	0,250	0,868	0,003	0,000	1,980	0,025	2,505	5,631	0,015	0,019	1,694	1,728	3,783	0,217	0,000	15,359
E 25h	1.3/2	5,528	0,000	2,472	8,000	0,177	0,960	0,000	0,000	2,054	0,037	2,449	5,677	0,012	0,051	1,728	1,791	3,944	0,056	0,000	15,468
E 25h	2.1	5,456	0,000	2,544	8,000	0,195	1,051	0,000	0,004	1,715	0,023	2,623	5,611	0,022	0,032	1,805	1,859	3,838	0,162	0,000	15,470
E 25h	2.2/1	5,475	0,000	2,525	8,000	0,192	0,861	0,016	0,000	1,826	0,007	2,863	5,765	0,000	0,063	1,671	1,734	3,936	0,064	0,000	15,499
E 25h	2.2/2	5,423	0,000	2,577	8,000	0,235	0,792	0,012	0,000	1,797	0,000	2,924	5,760	0,000	0,067	1,718	1,785	3,971	0,029	0,000	15,545
E 25i	1.3/4	5,437	0,000	2,563	8,000	0,137	0,974	0,010	0,004	2,029	0,028	2,564	5,746	0,001	0,036	1,769	1,806	3,810	0,190	0,000	15,552
E 25k	1.1/1	5,681	0,000	2,319	8,000	0,294	0,744	0,018	0,009	1,966	0,027	2,517	5,575	0,003	0,021	1,777	1,801	3,837	0,163	0,000	15,376
E 25k	1.1/2	5,427	0,000	2,573	8,000	0,316	0,700	0,018	0,003	1,863	0,040	2,736	5,676	0,000	0,021	1,851	1,872	3,761	0,239	0,000	15,548
E 25k	1.1/3	5,564	0,000	2,436	8,000	0,356	0,683	0,020	0,007	1,875	0,035	2,588	5,584	0,000	0,015	1,872	1,887	3,932	0,068	0,000	15,451
E 25k	1.1/4	5,580	0,000	2,420	8,000	0,325	0,697	0,021	0,004	1,909	0,033	2,609	5,598	0,000	0,035	1,823	1,858	3,874	0,126	0,000	15,456
E 52	4.1/1	5,547	0,000	2,453	8,000	0,134	0,908	0,013	0,004	2,069	0,008	2,613	5,749	0,000	0,031	1,731	1,762	3,992	0,008	0,000	15,511
E 52	4.1/2	5,487	0,000	2,513	8,000	0,138	0,890	0,015	0,003	1,979	0,001	2,769	5,795	0,000	0,021	1,715	1,736	3,983	0,017	0,000	15,531
E 52	7.1/1	5,418	0,036	2,546	8,000	0,125	0,992	0,011	0,005	1,018	0,016	3,103	6,870	0,003	0,018	1,524	1,545	3,780	0,214	0,000	15,415
E 52	7.1/2	5,344	0,012	2,644	8,000	0,165	1,024	0,004	0,005	1,257	0,040	3,338	5,833	0,000	0,028	1,588	1,616	3,550	0,450	0,000	15,449
E 52	3.1/1	5,480	0,000	2,520	8,000	0,194	0,873	0,017	0,002	2,393	0,007	2,227	5,713	0,000	0,033	1,781	1,814	3,910	0,090	0,000	15,527
E 52	3.2/1	5,552	0,000	2,448	8,000	0,233	0,833	0,016	0,000	2,212	0,006	2,392	5,692	0,000	0,021	1,726	1,747	3,952	0,048	0,000	15,439

Strukturformeln ausgewählter Biotite																					
PROBE	ANALYSE	SI	TI-IV	AL-IV	SUMM	TI-VI	AL-VI	V	CR	MG	MN	FE2+	SUMM	CA	NA	K	SUMM	OH	F	CL	SUMM
E 52	4.1/1	5,623	0,000	2,377	8,000	0,132	0,937	0,013	0,004	2,040	0,008	2,577	5,711	0,000	0,031	1,707	1,738	3,992	0,008	0,000	15,449
E 52	4.1/2	5,487	0,000	2,513	8,000	0,138	0,890	0,015	0,003	1,979	0,001	2,769	5,795	0,000	0,021	1,715	1,736	3,983	0,017	0,000	15,531
E 52.7	1	5,454	0,000	2,546	8,000	0,183	0,875	0,000	0,000	1,985	0,000	2,736	5,779	0,000	0,096	1,654	1,750	4,000	0,000	0,000	15,529
E 52.7	7	5,574	0,000	2,426	8,000	0,184	1,010	0,000	0,000	1,915	0,000	2,605	5,714	0,000	0,079	1,539	1,618	4,000	0,000	0,000	15,332
E 53b	4.1/1	5,436	0,051	2,513	8,000	0,112	0,756	0,010	0,003	2,229	0,007	2,768	5,885	0,000	0,048	1,702	1,750	3,960	0,040	0,000	15,635
E 53b	10.2/1	5,571	0,000	2,429	8,000	0,094	1,013	0,005	0,006	2,227	0,015	2,351	5,711	0,000	0,019	1,775	1,794	3,872	0,128	0,000	15,505
E 53b	10.2/2	5,531	0,000	2,469	8,000	0,179	0,901	0,008	0,002	2,254	0,017	2,365	5,726	0,001	0,045	1,700	1,746	3,859	0,141	0,000	15,472
E 56	7.1/3	5,478	0,000	2,522	8,000	0,129	1,141	0,008	0,002	1,466	0,037	2,886	5,669	0,000	0,084	1,687	1,771	3,304	0,696	0,000	15,440
Granat-chloritoid- feldspatführende Glimmerschiefer																					
E 514	2.4/2	5,494	0,000	2,506	8,000	0,211	0,945	0,018	0,004	2,264	0,009	2,239	5,690	0,004	0,048	1,679	1,731	3,901	0,095	0,004	15,421
E 514	2.5/1	5,768	0,000	2,232	8,000	0,194	0,814	0,015	0,005	2,447	0,008	2,197	5,680	0,000	0,028	1,620	1,648	3,920	0,069	0,011	15,328
Granat-chloritoidfreie feldspatfreie Glimmerschiefer																					
E 34b/2	1.2/1	5,319	0,000	2,681	8,000	0,136	1,019	0,000	0,000	0,914	0,010	3,756	5,835	0,000	0,011	1,707	1,718	3,897	0,103	0,000	15,553
E 34b/2	1.2/3	5,439	0,000	2,561	8,000	0,123	1,157	0,000	0,000	0,910	0,006	3,511	5,707	0,000	0,014	1,733	1,747	3,876	0,124	0,000	15,454
E 34b/1	5.1/1	5,434	0,000	2,566	8,000	0,092	1,135	0,009	0,001	0,688	0,001	3,835	5,761	0,000	0,004	1,717	1,721	3,922	0,078	0,000	15,482
E 34b	7.1/1	5,451	0,000	2,549	8,000	0,090	1,213	0,003	0,001	1,298	0,000	3,151	5,756	0,000	0,029	1,610	1,639	3,892	0,108	0,000	15,395
E 34b	7.1/2	5,428	0,000	2,572	8,000	0,091	1,263	0,002	0,000	1,099	0,001	3,259	5,715	0,000	0,003	1,690	1,693	3,915	0,085	0,000	15,408
E 34b	7.1/3	5,470	0,000	2,530	8,000	0,096	1,142	0,010	0,001	1,138	0,001	3,401	5,789	0,000	0,014	1,593	1,607	3,764	0,236	0,000	15,396
Orthogneise																					
E 210	31	5,648	0,000	2,352	8,000	0,445	0,896	0,000	0,000	0,363	0,033	3,657	5,394	0,000	0,011	1,766	1,777	4,000	0,000	0,000	15,171
E 210	35	5,487	0,000	2,513	8,000	0,210	0,940	0,018	0,000	2,297	0,007	2,234	5,706	0,002	0,045	1,676	1,723	3,901	0,095	0,004	15,429
E 22G	12	5,495	0,000	2,505	8,000	0,116	0,939	0,000	0,000	0,770	0,044	3,917	5,786	0,000	0,014	1,749	1,763	4,000	0,000	0,000	15,549
E 22.1	34	5,595	0,000	2,405	8,000	0,433	0,999	0,000	0,000	0,316	0,032	3,570	5,350	0,002	0,029	1,811	1,842	4,000	0,000	0,000	15,192
E 22.1	43	5,540	0,000	2,460	8,000	0,407	0,777	0,000	0,000	0,466	0,028	3,884	5,562	0,001	0,012	1,733	1,746	4,000	0,000	0,000	15,308
Glimmerschiefer am Erzgebirgsrand																					
E 305	3.2/1	5,382	0,000	2,618	8,000	0,165	0,986	0,014	0,000	1,709	0,011	2,886	5,771	0,003	0,000	1,737	1,740	3,957	0,043	0,000	15,511
E 305	7.1/2	5,304	0,000	2,696	8,000	0,148	1,083	0,003	0,004	1,609	0,011	2,864	5,722	0,014	0,090	1,748	1,852	3,871	0,129	0,000	15,574
E 305	10.1/2	5,385	0,050	2,566	8,000	0,211	0,853	0,015	0,003	1,681	0,016	3,005	5,783	0,005	0,074	1,621	1,700	3,835	0,165	0,000	15,483
E 305	10.1/3	5,452	0,000	2,548	8,000	0,269	0,910	0,013	0,005	1,642	0,008	2,840	5,687	0,000	0,094	1,612	1,706	3,900	0,100	0,000	15,393
E 529	20	5,405	0,000	2,595	8,000	0,175	1,088	0,000	0,000	2,059	0,025	2,357	5,704	0,001	0,137	1,607	1,745	4,000	0,000	0,000	15,449
E 529	26	5,379	0,000	2,621	8,000	0,138	0,957	0,000	0,000	2,209	0,024	2,500	5,828	0,000	0,125	1,601	1,726	4,000	0,000	0,000	15,554
E 529	41	5,321	0,061	2,618	8,000	0,123	0,853	0,000	0,003	2,411	0,024	2,463	5,877	0,001	0,134	1,629	1,764	4,000	0,000	0,000	15,641
E 529	42	5,309	0,048	2,643	8,000	0,113	0,802	0,000	0,000	2,376	0,026	2,570	5,887	0,000	0,115	1,725	1,840	4,000	0,000	0,000	15,727
E 510	10	5,283	0,000	2,717	8,000	0,109	1,050	0,000	0,004	0,913	0,018	3,760	5,854	0,006	0,011	1,713	1,730	4,000	0,000	0,000	15,584
E 510	11	5,290	0,000	2,710	8,000	0,090	1,063	0,000	0,000	0,886	0,000	3,752	5,791	0,014	0,049	1,803	1,866	4,000	0,000	0,000	15,657

7.3 Chlorit

Strukturformeln ausgewählter Chlorite																		
Probe	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Al-VI	Cr	Mg	Mn	Fe2+	Summe I	Ca	Na	K	Summe II	OH	F	Cl	Summe
Gneis-Ekklit-Einheit																		
Gneise																		
E 537	34	5,585	2,415	0,023	2,644	0,003	3,866	0,035	5,271	19,842	0,006	0,000	0,000	0,006	16,000	0,000	0,000	19,855
E 537	48	5,983	2,017	0,019	3,025	0,003	2,363	0,058	5,627	19,095	0,381	0,000	0,000	0,381	16,000	0,000	0,000	19,476
Glimmerschiefer-Ekklit-Einheit																		
Granat-chloritoid- feldspatführende Glimmerschiefer																		
E 513	26	5,743	2,257	0,026	3,465	0,000	1,739	0,083	5,982	19,295	0,033	0,022	0,062	0,117	15,960	0,029	0,010	19,412
E 513	27	5,743	2,257	0,026	3,465	0,000	1,739	0,083	5,982	19,295	0,033	0,022	0,062	0,117	15,960	0,029	0,010	19,412
E 513	28	5,105	2,895	0,027	2,998	0,000	2,444	0,136	6,310	19,915	0,000	0,005	0,004	0,009	15,790	0,184	0,023	19,924
E 513	40	5,656	2,344	0,013	3,476	0,000	1,234	0,074	6,512	19,309	0,040	0,000	0,146	0,186	15,980	0,006	0,016	19,495
E 513	71	5,329	2,671	0,014	3,138	0,000	1,628	0,182	6,518	19,480	0,230	0,012	0,074	0,316	15,950	0,042	0,008	19,796
E 513	92	5,239	2,761	0,009	3,028	0,000	2,053	0,161	6,588	19,839	0,012	0,003	0,010	0,025	15,850	0,128	0,020	19,864
E 518	53	5,157	2,843	0,010	2,989	0,000	2,825	0,055	6,014	19,893	0,002	0,031	0,013	0,046	16,000	0,000	0,000	19,939
E 518	54	5,061	2,939	0,018	2,948	0,000	2,555	0,053	6,370	19,944	0,005	0,038	0,019	0,062	16,000	0,000	0,000	20,006
E 518	59	5,173	2,827	0,011	2,738	0,000	3,121	0,055	6,104	20,029	0,000	0,008	0,002	0,010	16,000	0,000	0,000	20,039
E 518	61	5,168	2,832	0,009	2,860	0,000	2,891	0,074	6,118	19,952	0,000	0,016	0,035	0,051	16,000	0,000	0,000	20,003
E 520	28	5,190	2,810	0,013	2,944	0,000	3,112	0,058	5,791	19,918	0,004	0,000	0,001	0,005	16,000	0,000	0,000	19,923
Granat- chloritoidführende feldspatfreie Glimmerschiefer																		
E 34b	2.2/1	5,104	2,896	0,014	2,983	0,000	2,841	0,004	6,081	19,923	0,000	0,040	0,002	0,042	15,970	0,027	0,000	19,965
E 34b	2.2/2	5,105	2,895	0,013	2,867	0,000	3,077	0,000	6,039	19,996	0,000	0,007	0,003	0,010	15,950	0,041	0,009	20,006
E 34b	2.2/3	5,147	2,853	0,011	2,856	0,000	3,015	0,000	6,103	19,985	0,000	0,000	0,005	0,005	15,960	0,038	0,005	19,990
E 34b	2.2/4	4,980	3,020	0,005	2,929	0,000	2,964	0,000	6,140	20,038	0,000	0,000	0,005	0,005	16,000	0,000	0,000	20,043
E 34b	4.2/2	5,796	2,204	0,013	4,066	0,000	0,015	0,014	6,943	19,051	0,000	0,013	0,000	0,013	16,000	0,000	0,005	19,064
E 34b	4.2/3	5,140	2,860	0,014	2,773	0,000	3,080	0,014	6,144	20,025	0,000	0,008	0,000	0,008	15,890	0,107	0,007	20,033
E 34b	47	5,465	2,535	0,017	2,673	0,000	3,480	0,116	5,618	19,904	0,000	0,015	0,000	0,015	15,940	0,058	0,003	19,919
E 34b	50	5,140	2,860	0,014	2,803	0,000	2,959	0,005	6,234	20,015	0,000	0,000	0,001	0,001	16,000	0,000	0,000	20,016
E 34b	51	5,062	2,938	0,016	2,827	0,000	3,275	0,019	5,888	20,025	0,000	0,000	0,028	0,028	16,000	0,000	0,000	20,053
Glimmerschiefer am Erzgebirgsnordrand																		
E 510	51	5,143	2,857	0,001	3,098	0,000	0,533	0,080	8,160	19,872	0,005	0,000	0,005	0,010	16,000	0,000	0,000	19,882
E 510	52	5,009	2,991	0,012	3,038	0,000	0,547	0,059	8,260	19,916	0,005	0,000	0,089	0,094	16,000	0,000	0,000	20,010
E 529	21	5,187	2,813	0,012	2,786	0,000	4,732	0,076	4,393	19,999	0,000	0,000	0,002	0,002	16,000	0,000	0,000	20,001
E 529	32	5,449	2,551	0,019	2,493	0,000	4,610	0,068	4,817	20,007	0,000	0,000	0,007	0,007	16,000	0,000	0,000	20,014

Strukturformeln ausgewählter Chlorite																			
Probe	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Al-VI	Cr	Mg	Mn	Fe2+	Summe I	Ca	Na	K	Summe II	OH	F	Cl	Summe	
E 529	33	5,451	2,549	0,009	2,554	0,000	4,584	0,067	4,765	19,979	0,000	0,006	0,014	0,020	16,000	0,000	0,000	19,999	
E 529	43	5,666	2,334	0,012	2,587	0,000	4,313	0,061	4,879	19,852	0,000	0,003	0,019	0,022	16,000	0,000	0,000	19,874	
Orthogneise																			
E 22.1	4	7,125	0,875	0,036	3,454	0,000	1,132	0,015	5,979	18,616	0,015	0,035	0,052	0,102	16,000	0,000	0,000	18,718	
E 22.1	60	7,071	0,929	0,028	3,521	0,000	0,788	0,020	6,249	18,606	0,012	0,044	0,074	0,130	16,000	0,000	0,000	18,736	
Granat-Phyllit-Einheit																			
Granat-Phyllite																			
E 24	1.1/1	5,539	2,461	0,020	3,015	0,000	3,311	0,097	5,260	19,703	0,000	0,000	0,000	0,000	16,000	0,000	0,000	19,703	
E 24	1.1/2	5,398	2,602	0,010	2,724	0,000	3,479	0,083	5,634	19,930	0,000	0,000	0,000	0,000	16,000	0,000	0,000	19,930	
E 24.2	1.1/3	5,399	2,601	0,014	2,679	0,003	3,474	0,099	5,673	19,942	0,000	0,000	0,006	0,006	15,950	0,047	0,000	19,948	
Amphibolschiefer																			
E 601	3	5,555	2,445	0,002	2,598	0,003	5,616	0,026	3,666	19,911	0,006	0,006	0,000	0,012	16,000	0,000	0,000	19,923	
E 601	4	5,579	2,421	0,017	2,673	0,003	5,550	0,018	3,565	19,826	0,012	0,039	0,000	0,051	16,000	0,000	0,000	19,877	
E 601	5	5,703	2,297	0,011	2,560	0,001	5,808	0,018	3,402	19,800	0,013	0,007	0,001	0,021	16,000	0,000	0,000	19,859	
E 601	12	5,623	2,377	0,015	2,664	0,026	5,699	0,019	3,393	19,816	0,002	0,017	0,000	0,019	16,000	0,000	0,000	19,835	
Rotgneis-Einheit																			
Granat-Amphibolit																			
E 540	139	5,686	2,314	0,004	2,540	0,000	4,257	0,122	4,808	19,736	0,032	0,004	0,007	0,043	15,950	0,047	0,004	19,852	
E 540	140	6,228	1,772	0,013	2,670	0,023	2,781	0,302	5,166	18,963	0,232	0,029	0,015	0,276	15,910	0,085	0,010	19,445	
E 540	145	5,968	2,032	0,013	2,454	0,012	4,579	0,065	4,484	19,616	0,019	0,000	0,024	0,043	15,990	0,008	0,000	19,740	
Gneis																			
E 541	49	5,558	2,442	0,019	2,470	0,007	4,467	0,044	4,890	19,897	0,006	0,012	0,050	0,068	15,930	0,067	0,007	19,985	

7.4 Chloritoid

Strukturformeln ausgewählter Chloritoide																
Probe	Analyse	Si	Al	Fe3+	Cr	M1-A	T	Mg	Ca	Mn	Fe2+	M1-B	OH	F	Cl	Summe
Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit																
Granat-chloritoid- feldspatführende Glimmerschiefer																
E 514	5.2/2	2,052	3,939	0,000	0,000	3,939	0,003	0,242	0,000	0,030	1,709	1,984	3,981	0,019	0,000	7,975
E 514	6.1/2	2,049	3,972	0,000	0,000	3,972	0,000	0,224	0,000	0,000	1,720	1,944	3,998	0,000	0,002	7,965
E 514	6.2/1	2,040	3,951	0,000	0,000	3,951	0,000	0,239	0,000	0,028	1,726	1,993	3,985	0,015	0,000	7,984
E 513	32	2,011	3,988	0,000	0,000	3,988	0,000	0,216	0,000	0,037	1,744	1,997	3,997	0,003	0,000	7,996
E 513	75	2,043	3,938	0,004	0,000	3,942	0,003	0,236	0,000	0,029	1,732	2,000	4,000	0,000	0,000	7,985
E 513	76	2,011	3,988	0,000	0,000	3,988	0,000	0,216	0,000	0,037	1,744	1,997	3,997	0,003	0,000	7,996
E 518	55	2,038	3,917	0,040	0,005	3,962	0,000	0,235	0,000	0,052	1,713	2,000	4,000	0,000	0,000	8,000
E 518	57	2,027	3,951	0,019	0,000	3,970	0,000	0,237	0,000	0,048	1,715	2,000	4,000	0,000	0,000	7,997
E 518	1	2,026	3,964	0,000	0,006	3,970	0,000	0,248	0,000	0,056	1,690	1,994	4,000	0,000	0,000	7,990
E 518	2	2,038	3,971	0,000	0,004	3,975	0,000	0,242	0,000	0,044	1,675	1,961	4,000	0,000	0,000	7,974
E 518	3	2,030	3,947	0,014	0,003	3,964	0,001	0,232	0,000	0,050	1,717	2,000	4,000	0,000	0,000	7,994
E 518	4	2,022	3,946	0,031	0,003	3,980	0,000	0,239	0,000	0,033	1,728	2,000	4,000	0,000	0,000	8,002
E 518	8	2,028	3,944	0,027	0,000	3,971	0,000	0,231	0,000	0,045	1,724	2,000	4,000	0,000	0,000	7,999
E 518	41	2,031	3,901	0,081	0,003	3,985	0,001	0,246	0,000	0,042	1,711	2,000	4,000	0,000	0,000	8,016
E 518	42	2,030	3,914	0,063	0,004	3,981	0,001	0,234	0,000	0,055	1,710	2,000	4,000	0,000	0,000	8,011
E 520	38	2,030	3,947	0,009	0,006	3,962	0,000	0,227	0,000	0,056	1,717	2,000	4,000	0,000	0,000	7,992
E 520	39	2,026	3,933	0,045	0,002	3,980	0,003	0,267	0,000	0,038	1,692	2,000	4,000	0,000	0,000	8,006
E 520	42	2,024	3,912	0,074	0,006	3,992	0,000	0,256	0,000	0,036	1,708	2,000	4,000	0,000	0,000	8,016
E 520	45	2,002	3,951	0,063	0,003	4,017	0,001	0,252	0,000	0,048	1,699	2,000	4,000	0,000	0,000	8,019
322.4	43	2,043	3,954	0,000	0,001	3,955	0,001	0,329	0,000	0,022	1,627	1,979	4,000	0,000	0,000	7,982
322.4	44	2,032	3,957	0,000	0,001	3,958	0,001	0,329	0,000	0,022	1,635	1,987	4,000	0,000	0,000	7,998
322.4	45	2,105	3,906	0,000	0,004	3,910	0,000	0,341	0,000	0,017	1,553	1,911	4,000	0,000	0,000	7,953
Granat-chloritoidführende feldspatfreie Glimmerschiefer																
E 34b	3.1/1	2,032	3,891	0,097	0,000	3,988	0,001	0,282	0,000	0,000	1,717	2,000	4,000	0,000	0,000	8,020
E 34b	3.2/2	2,067	3,988	0,000	0,001	3,989	0,001	0,039	0,000	0,002	1,838	1,880	4,000	0,000	0,000	7,936
E 34b	3.2/1	2,028	3,904	0,087	0,000	3,991	0,000	0,267	0,000	0,002	1,731	2,000	3,997	0,003	0,000	8,019

7.5 Feldspat

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
Gneis-Eklogit-Einheit															
Disthenführende Granulite															
E 3.1	1	2,972	0,000	1,025	0,001	3,998	0,004	0,000	0,166	0,840	1,010	5,008	0,40	16,44	83,17
E 3.1	2	2,971	0,000	1,028	0,001	4,000	0,003	0,000	0,158	0,847	1,008	5,008	0,30	15,67	84,03
E 3.1	3	2,959	0,000	1,038	0,001	3,998	0,017	0,000	0,202	0,790	1,009	5,007	1,68	20,02	78,30
E 3.1	4	2,978	0,000	1,018	0,003	3,999	0,001	0,000	0,096	0,911	1,008	5,007	0,10	9,52	90,38
E 3.1	5	2,992	0,000	1,009	0,007	4,008	0,002	0,000	0,086	0,904	0,992	5,000	0,20	8,67	91,13
E 3.1	6	2,978	0,000	1,023	0,006	4,007	0,002	0,000	0,111	0,883	0,996	5,003	0,20	11,14	88,65
E 3.1	15	2,925	0,000	1,082	0,006	4,013	0,096	0,000	0,870	0,011	0,977	4,990	9,83	89,05	1,13
E 3.1	26	2,920	0,000	1,094	0,002	4,016	0,083	0,000	0,892	0,001	0,976	4,992	8,50	91,39	0,10
E 3.1	1a	2,818	0,000	1,187	0,000	4,005	0,155	0,000	0,835	0,010	1,000	5,005	15,50	83,50	1,00
E 3.1	2a	2,813	0,000	1,190	0,001	4,004	0,152	0,000	0,836	0,015	1,003	5,007	15,15	83,35	1,50
E 3.1	3a	2,815	0,000	1,181	0,001	3,997	0,154	0,000	0,843	0,014	1,011	5,008	15,23	83,38	1,38
E 3.1	4a	2,812	0,000	1,186	0,001	3,999	0,153	0,000	0,844	0,013	1,010	5,009	15,15	83,56	1,29
E 3.1	5a	2,839	0,000	1,151	0,004	3,994	0,138	0,000	0,853	0,026	1,017	5,011	13,57	83,87	2,56
E 3.1	6a	2,884	0,000	1,128	0,010	4,022	0,030	0,000	0,946	0,014	0,990	5,012	3,03	95,56	1,41
E 3.1	7a	2,869	0,000	1,125	0,016	4,010	0,041	0,000	0,954	0,014	1,009	5,019	4,06	94,55	1,39
E 3.1	2.1/1	2,820	0,000	1,173	0,001	3,994	0,183	0,000	0,809	0,017	1,009	5,003	18,14	80,18	1,68
E 3.1	3.2/1	3,003	0,000	1,013	0,000	4,016	0,001	0,000	0,149	0,824	0,974	4,990	0,10	15,30	84,60
E 3.1	3.2/5	2,887	0,000	1,137	0,000	4,024	0,129	0,000	0,820	0,012	0,961	4,985	13,42	85,33	1,25
E 3.1	3.2/9	2,881	0,000	1,152	0,000	4,033	0,153	0,000	0,777	0,012	0,942	4,975	16,24	82,48	1,27
E 3.1	3.2/8	2,887	0,000	1,141	0,000	4,028	0,146	0,000	0,744	0,061	0,951	4,979	15,35	78,23	6,41
E 3.1	8.3/1	2,857	0,000	1,120	0,000	3,977	0,140	0,000	0,876	0,018	1,034	5,011	13,54	84,72	1,74
E 3.1	9.1/1	2,856	0,000	1,126	0,001	3,983	0,143	0,000	0,858	0,023	1,024	5,007	13,96	83,79	2,25
E 3.1	11.2/1	2,820	0,000	1,173	0,001	3,994	0,183	0,000	0,809	0,017	1,009	5,003	18,14	80,18	1,68
E 3.1	12.1/1	2,850	0,000	1,134	0,000	3,984	0,141	0,000	0,865	0,020	1,026	5,010	13,74	84,31	1,95
Disthenfreie Granulite															
E 10.1	2.2/1	2,844	0,000	1,155	0,008	4,007	0,155	0,000	0,828	0,010	0,993	5,000	15,61	83,38	1,01
E 10.1	2.2/2	2,848	0,000	1,157	0,003	4,008	0,155	0,000	0,824	0,009	0,988	4,996	15,69	83,40	0,91

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 10.1	2.2/3	2,856	0,000	1,147	0,004	4,007	0,150	0,000	0,811	0,028	0,989	4,996	15,17	82,00	2,83
E 10.1	2.2/4	2,844	0,000	1,160	0,002	4,006	0,155	0,000	0,817	0,020	0,992	4,998	15,63	82,36	2,02
E 10.1	3.1	2,682	0,000	1,318	0,001	4,001	0,334	0,000	0,652	0,008	0,994	4,995	33,60	65,59	0,80
E 10.1	3.1/1	3,023	0,000	1,001	0,002	4,026	0,000	0,000	0,025	0,933	0,958	4,984	0,00	2,61	97,39
E 10.1	3.1/2	3,019	0,000	1,002	0,004	4,025	0,000	0,000	0,032	0,929	0,961	4,986	0,00	3,33	96,67
E 10.1	3.1/3	3,004	0,000	1,003	0,003	4,010	0,000	0,000	0,033	0,953	0,986	4,996	0,00	3,35	96,65
E 10.1	3.1/4	3,017	0,000	1,000	0,005	4,022	0,000	0,000	0,023	0,942	0,965	4,987	0,00	2,38	97,62
E 10.1	4.3/3	2,882	0,000	1,168	0,019	4,069	0,042	0,000	0,740	0,139	0,921	4,990	4,56	80,35	15,09
E 10.1	4.3/4	2,656	0,000	1,334	0,004	3,994	0,341	0,000	0,660	0,010	1,011	5,005	33,73	65,28	0,99
E 10.1	8.1/1	2,857	0,000	1,118	0,000	3,975	0,243	0,000	0,760	0,010	1,013	4,988	23,99	75,02	0,99
E 10.1	8.1/2	2,900	0,000	1,076	0,002	3,978	0,196	0,000	0,803	0,012	1,011	4,989	19,39	79,43	1,19
E 10.1	9.1/1	2,864	0,000	1,110	0,000	3,974	0,245	0,000	0,752	0,016	1,013	4,987	24,19	74,23	1,58
E 10.1	9.1/2	2,752	0,000	1,399	0,016	4,167	0,079	0,000	0,426	0,293	0,798	4,965	9,90	53,38	36,72
E 10.1	9.1/4	3,114	0,000	0,882	0,007	4,003	0,001	0,000	0,026	0,942	0,969	4,972	0,10	2,68	97,21
E 10.1	32	2,739	0,000	1,273	0,000	4,012	0,319	0,000	0,637	0,012	0,968	4,980	32,95	65,81	1,24
E 1a	1.1/1	2,678	0,000	1,297	0,037	4,012	0,314	0,000	0,680	0,000	0,994	5,006	31,59	68,41	0,00
E 17.2	3.1/1	2,833	0,000	1,169	0,025	4,027	0,180	0,000	0,781	0,003	0,964	4,991	18,67	81,02	0,31
E 17.2	3.1/2	2,866	0,000	1,140	0,023	4,029	0,144	0,000	0,815	0,002	0,961	4,990	14,98	84,81	0,21
E 17.2	3.1/3	2,843	0,000	1,153	0,019	4,015	0,160	0,000	0,821	0,001	0,982	4,997	16,29	83,60	0,10
E 17.3	1.1/1	2,679	0,000	1,299	0,018	3,996	0,375	0,000	0,610	0,012	0,997	4,993	37,61	61,18	1,20
E 17.3	1.1/7	3,062	0,000	0,947	0,000	4,009	0,000	0,000	0,059	0,913	0,972	4,981	0,00	6,07	93,93
E 26	2a	2,998	0,000	1,012	0,000	4,010	0,002	0,000	0,060	0,924	0,986	4,996	0,20	6,09	93,71
E 26	2b	3,029	0,000	1,033	0,000	4,062	0,013	0,000	0,881	0,005	0,899	4,961	1,45	98,00	0,56
E 26	2c	3,023	0,000	1,028	0,000	4,051	0,022	0,000	0,882	0,010	0,914	4,965	2,41	96,50	1,09
E 26	3a	3,011	0,000	1,018	0,000	4,029	0,014	0,000	0,925	0,012	0,951	4,980	1,47	97,27	1,26
E 26	3	3,023	0,000	1,026	0,002	4,051	0,017	0,000	0,892	0,008	0,917	4,968	1,85	97,27	0,87
E 26	4	2,992	0,000	1,017	0,001	4,010	0,013	0,000	0,963	0,009	0,985	4,995	1,32	97,77	0,91

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 26	5	2,999	0,000	1,029	0,000	4,028	0,011	0,000	0,939	0,008	0,958	4,986	1,15	98,02	0,84
E 26	11	2,980	0,000	1,004	0,002	3,986	0,000	0,000	0,095	0,931	1,026	5,012	0,00	9,26	90,74
E 26	13	2,981	0,000	1,015	0,005	4,001	0,000	0,000	0,047	0,956	1,003	5,004	0,00	4,69	95,31
E 26	14	2,978	0,000	1,008	0,006	3,992	0,000	0,000	0,061	0,958	1,019	5,011	0,00	5,99	94,01
E 26	18	3,014	0,000	1,038	0,000	4,052	0,011	0,000	0,897	0,011	0,919	4,971	1,20	97,61	1,20
E 26	100	2,986	0,000	1,025	0,002	4,013	0,015	0,000	0,956	0,009	0,980	4,993	1,53	97,55	0,92
E 26	145	2,978	0,000	1,035	0,000	4,013	0,018	0,000	0,948	0,015	0,981	4,994	1,83	96,64	1,53
E 26	147	2,979	0,000	1,030	0,000	4,009	0,017	0,000	0,959	0,011	0,987	4,996	1,72	97,16	1,11
E 26	148	2,980	0,000	1,031	0,000	4,011	0,020	0,000	0,954	0,010	0,984	4,995	2,03	96,95	1,02
E 26	149	2,986	0,000	1,032	0,000	4,018	0,018	0,000	0,943	0,011	0,972	4,990	1,85	97,02	1,13
E 26	1.2/3	3,024	0,000	1,031	0,001	4,056	0,016	0,000	0,882	0,009	0,907	4,963	1,76	97,24	0,99
E 26	2.1/1	3,009	0,000	1,006	0,000	4,015	0,001	0,000	0,099	0,875	0,975	4,990	0,10	10,15	89,74
E 26	2.1/3	3,017	0,000	0,999	0,000	4,016	0,000	0,000	0,098	0,874	0,972	4,988	0,00	10,08	89,92
E 26	3.1/1	3,029	0,000	1,034	0,002	4,065	0,023	0,000	0,867	0,003	0,893	4,958	2,58	97,09	0,34
E 26	4.2/1	3,015	0,000	1,009	0,001	4,025	0,000	0,000	0,085	0,876	0,961	4,986	0,00	8,84	91,16
E 26	4.2/2	3,002	0,000	1,004	0,001	4,007	0,000	0,000	0,091	0,899	0,990	4,997	0,00	9,19	90,81
E 26	4.2/4	3,005	0,000	1,004	0,001	4,010	0,000	0,000	0,078	0,908	0,986	4,996	0,00	7,91	92,09
E 26	5.1/1	3,027	0,000	0,979	0,000	4,006	0,000	0,000	0,093	0,891	0,984	4,990	0,00	9,45	90,55
E 29g	1	3,022	0,000	1,000	0,005	4,027	0,000	0,000	0,072	0,885	0,957	4,984	0,00	7,52	92,48
E 29g	3	3,035	0,000	0,991	0,004	4,030	0,000	0,000	0,015	0,932	0,947	4,977	0,00	1,58	98,42
E 29g	2	3,031	0,000	0,991	0,003	4,025	0,000	0,000	0,013	0,943	0,956	4,981	0,00	1,36	98,64
E 29g	4	2,862	0,000	1,136	0,000	3,998	0,155	0,000	0,823	0,021	0,999	4,997	15,52	82,38	2,10
E 29g	7	2,896	0,000	1,110	0,002	4,008	0,133	0,000	0,829	0,018	0,980	4,988	13,57	84,59	1,84
E 29g	8.1/1	3,014	0,000	1,008	0,001	4,023	0,001	0,000	0,054	0,909	0,964	4,987	0,10	5,60	94,29
E 29g	8.1/2	3,023	0,000	1,001	0,000	4,024	0,001	0,000	0,061	0,898	0,960	4,984	0,10	6,35	93,54
E 29g	9.1/1	3,013	0,000	1,013	0,000	4,026	0,002	0,000	0,059	0,897	0,958	4,984	0,21	6,16	93,63
E 29g	11.1/1	2,898	0,000	1,129	0,000	4,027	0,135	0,000	0,805	0,012	0,952	4,979	14,18	84,56	1,26
E 29g	11.1/2	2,905	0,000	1,155	0,000	4,060	0,135	0,000	0,754	0,013	0,902	4,962	14,97	83,59	1,44
E 29g	11.1/3	2,904	0,000	1,126	0,000	4,030	0,132	0,000	0,801	0,014	0,947	4,977	13,94	84,58	1,48

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 29.8	27	2,937	0,000	1,082	0,000	4,019	0,073	0,000	0,890	0,007	0,970	4,989	7,53	91,75	0,72
E 29.8	31	2,899	0,000	1,108	0,000	4,007	0,103	0,000	0,867	0,019	0,989	4,996	10,41	87,66	1,92
E 29.8	32	2,901	0,000	1,120	0,000	4,021	0,097	0,000	0,855	0,017	0,969	4,990	10,01	88,24	1,75
E 29.8	33	2,896	0,000	1,106	0,001	4,003	0,099	0,000	0,889	0,008	0,996	4,999	9,94	89,26	0,80
E 29.8	28	2,932	0,000	1,095	0,001	4,028	0,090	0,000	0,851	0,012	0,953	4,981	9,44	89,30	1,26
E 29.8	33	2,957	0,000	1,074	0,002	4,033	0,085	0,000	0,847	0,011	0,943	4,976	9,01	89,82	1,17
E 29.8	34	2,933	0,000	1,085	0,004	4,022	0,089	0,000	0,859	0,014	0,962	4,984	9,25	89,29	1,46
E 29.8	42	2,966	0,000	1,030	0,003	3,999	0,090	0,000	0,888	0,010	0,988	4,987	9,11	89,88	1,01
E 29.8	4.1/1	2,922	0,000	1,069	0,000	3,991	0,105	0,000	0,891	0,011	1,007	4,998	10,43	88,48	1,09
E 29.8	4.1/3	2,925	0,000	1,075	0,001	4,001	0,096	0,000	0,885	0,013	0,994	4,995	9,66	89,03	1,31
E 29.8	4.1/4	2,925	0,000	1,078	0,000	4,003	0,102	0,000	0,877	0,010	0,989	4,992	10,31	88,68	1,01
E 29.8	4.2/1	2,919	0,000	1,085	0,001	4,005	0,104	0,000	0,865	0,019	0,988	4,993	10,53	87,55	1,92
E 29.8	5.1/3	2,941	0,000	1,060	0,000	4,001	0,107	0,000	0,858	0,022	0,987	4,988	10,84	86,93	2,23
E 40	3.1/2	3,038	0,000	1,059	0,001	4,098	0,050	0,000	0,777	0,009	0,836	4,934	5,98	92,94	1,08
E 40	4.1/1	3,018	0,000	0,997	0,002	4,017	0,000	0,000	0,105	0,866	0,971	4,988	0,00	10,81	89,19
E 40	4.1/4	3,039	0,000	0,983	0,002	4,024	0,000	0,000	0,109	0,846	0,955	4,979	0,00	11,41	88,59
E 40	4.1/2	3,023	0,000	0,999	0,000	4,022	0,000	0,000	0,117	0,845	0,962	4,984	0,00	12,16	87,84
E 40	27	2,974	0,000	1,019	0,000	3,993	0,000	0,000	0,080	0,936	1,016	5,009	0,00	7,87	92,13
E 40	26	2,973	0,000	1,017	0,001	3,991	0,006	0,000	0,056	0,957	1,019	5,010	0,59	5,50	93,92
E 40	61	2,962	0,000	1,050	0,000	4,012	0,047	0,000	0,921	0,012	0,980	4,992	4,80	93,98	1,22
E 40	119	2,935	0,000	1,085	0,001	4,021	0,012	0,000	0,956	0,014	0,982	5,003	1,22	97,35	1,43
E 40	120	2,960	0,000	1,039	0,004	4,003	0,043	0,000	0,947	0,006	0,996	4,999	4,32	95,08	0,60
E 41e	10	2,959	0,000	1,084	0,005	4,048	0,083	0,000	0,770	0,066	0,919	4,967	9,03	83,79	7,18
E 41e	13	2,909	0,000	1,116	0,000	4,025	0,114	0,000	0,829	0,012	0,955	4,980	11,94	86,81	1,26
E 41e	15	3,091	0,000	0,943	0,003	4,037	0,000	0,003	0,044	0,876	0,923	4,960	0,00	4,77	94,91
E 41e	16	3,244	0,000	0,831	0,000	4,075	0,000	0,002	0,036	0,794	0,832	4,907	0,00	4,33	95,43
E 41e	18	3,004	0,000	1,006	0,002	4,012	0,000	0,003	0,066	0,913	0,982	4,994	0,00	6,72	92,97
E 41e	19	3,005	0,000	1,005	0,002	4,012	0,000	0,003	0,049	0,929	0,981	4,993	0,00	4,99	94,70

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 41e	20	3,009	0,000	1,003	0,001	4,013	0,000	0,004	0,087	0,886	0,977	4,990	0,00	8,90	90,69
E 41e	21	3,008	0,000	1,015	0,002	4,025	0,007	0,002	0,194	0,756	0,959	4,984	0,73	20,23	78,83
E 41e	22	2,994	0,000	1,040	0,007	4,041	0,020	0,002	0,292	0,624	0,938	4,979	2,13	31,13	66,52
E 41e	23	2,978	0,000	1,054	0,001	4,033	0,038	0,002	0,410	0,497	0,947	4,980	4,01	43,29	52,48
E 41e	24	3,552	0,000	0,630	0,001	4,183	0,000	0,002	0,029	0,582	0,613	4,796	0,00	4,73	94,94
E 531a	17	3,074	0,000	1,027	0,002	4,103	0,001	0,000	0,061	0,758	0,820	4,931	0,12	7,44	92,44
E 531a	19	3,026	0,000	0,985	0,002	4,013	0,000	0,000	0,057	0,908	0,965	4,985	0,00	5,91	94,09
E 531a	23	3,046	0,000	0,965	0,004	4,015	0,002	0,002	0,096	0,866	0,966	4,983	0,21	9,94	89,65
E 531a	28	2,984	0,000	0,985	0,001	3,970	0,020	0,000	1,015	0,008	1,043	5,013	1,92	97,32	0,77
E 531a	29	2,998	0,000	0,980	0,001	3,979	0,003	0,000	1,019	0,009	1,031	5,010	0,29	98,84	0,87
E 531	14	3,007	0,000	1,000	0,000	4,007	0,000	0,000	0,089	0,899	0,988	4,995	0,00	9,01	90,99
E 531	15	3,008	0,000	0,995	0,002	4,005	0,000	0,000	0,081	0,909	0,990	4,995	0,00	8,18	91,82
E 531	158	3,022	0,000	0,988	0,002	4,012	0,000	0,002	0,068	0,906	0,976	4,989	0,00	6,97	92,83
E 531	159	3,074	0,000	0,947	0,001	4,022	0,000	0,000	0,039	0,910	0,949	4,972	0,00	4,11	95,89
E 531	161	3,085	0,000	1,002	0,002	4,089	0,000	0,000	0,312	0,538	0,850	4,939	0,00	36,71	63,29
E 531	168	3,069	0,000	0,994	0,000	4,063	0,000	0,001	0,020	0,869	0,890	4,953	0,00	2,25	97,64
E 531	169	3,045	0,000	0,981	0,000	4,026	0,000	0,001	0,055	0,893	0,949	4,976	0,00	5,80	94,10
E 531	170	3,074	0,000	1,018	0,002	4,094	0,001	0,001	0,024	0,812	0,838	4,937	0,12	2,86	96,90
E 537	28	2,943	0,000	1,080	0,002	4,025	0,071	0,000	0,875	0,015	0,961	4,986	7,39	91,05	1,56
E 537	29	2,926	0,000	1,097	0,007	4,030	0,081	0,000	0,863	0,011	0,955	4,985	8,48	90,37	1,15
E 537	30	2,941	0,000	1,088	0,001	4,030	0,070	0,000	0,873	0,011	0,954	4,984	7,34	91,51	1,15
E 537	32	2,946	0,000	1,076	0,000	4,022	0,065	0,000	0,893	0,006	0,964	4,986	6,74	92,63	0,62
E 537	33	2,938	0,000	1,089	0,000	4,027	0,071	0,000	0,876	0,011	0,958	4,985	7,41	91,44	1,15
E 537	37	2,997	0,000	1,012	0,000	4,009	0,002	0,000	0,129	0,855	0,986	4,995	0,20	13,08	86,71
E 537	39	2,947	0,000	1,080	0,002	4,029	0,063	0,000	0,880	0,012	0,955	4,984	6,60	92,15	1,26
E 537	44	2,993	0,000	1,024	0,000	4,017	0,002	0,000	0,105	0,869	0,976	4,993	0,20	10,76	89,04
E 537	45	2,985	0,000	1,022	0,000	4,007	0,001	0,000	0,079	0,912	0,992	4,999	0,10	7,96	91,94
E 537	46	2,959	0,000	1,070	0,000	4,029	0,057	0,000	0,881	0,016	0,954	4,983	5,97	92,35	1,68

Strukturformeln ausgewählter Feidspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 537	48	2,984	0,000	1,022	0,001	4,007	0,000	0,000	0,065	0,929	0,994	5,001	0,00	6,54	93,46
35/4R	2	2,887	0,000	1,125	0,000	4,012	0,110	0,000	0,865	0,008	0,983	4,995	11,19	88,00	0,81
35/4R	3	2,912	0,000	1,107	0,003	4,022	0,066	0,000	0,887	0,020	0,973	4,995	6,78	91,16	2,06
35/4R	4	2,902	0,002	1,110	0,002	4,016	0,115	0,003	0,848	0,006	0,972	4,988	11,83	87,24	0,62
35/4R	20	2,854	0,000	1,136	0,003	3,993	0,110	0,000	0,896	0,013	1,019	5,012	10,79	87,93	1,28
35/4R	21	2,881	0,000	1,127	0,001	4,009	0,121	0,004	0,852	0,008	0,985	4,994	12,28	86,50	0,81
35/4R	23	2,956	0,000	1,063	0,005	4,024	0,027	0,036	0,317	0,582	0,962	4,986	2,81	32,95	60,50
35/4R	24	2,780	0,001	1,319	0,008	4,108	0,024	0,000	0,679	0,183	0,886	4,994	2,71	76,64	20,65
35/4R	25	2,952	0,000	1,067	0,002	4,021	0,042	0,010	0,441	0,477	0,970	4,991	4,33	45,46	49,18
35/4R	28	2,906	0,000	1,100	0,003	4,009	0,101	0,000	0,873	0,010	0,984	4,993	10,26	88,72	1,02
35/4R	30	2,810	0,000	1,246	0,017	4,073	0,050	0,000	0,751	0,128	0,929	5,002	5,38	80,84	13,78
35/4R	31	2,872	0,000	1,141	0,007	4,020	0,113	0,003	0,843	0,016	0,975	4,995	11,59	86,46	1,64
35/4R	34	2,853	0,001	1,146	0,002	4,002	0,123	0,000	0,869	0,011	1,003	5,005	12,26	86,64	1,10
Glimmerschiefer															
E 534	2	2,891	0,000	1,146	0,001	4,038	0,141	0,000	0,788	0,008	0,937	4,975	15,05	84,10	0,85
E 534	3	2,842	0,000	1,193	0,009	4,044	0,173	0,000	0,755	0,006	0,934	4,978	18,52	80,84	0,64
E 534	4	2,751	0,000	1,276	0,009	4,036	0,278	0,000	0,659	0,006	0,943	4,979	29,48	69,88	0,64
E 534	5	2,881	0,000	1,157	0,002	4,040	0,147	0,000	0,781	0,007	0,935	4,975	15,72	83,53	0,75
E 534	6	2,910	0,000	1,124	0,000	4,034	0,121	0,000	0,814	0,007	0,942	4,976	12,85	86,41	0,74
E 534	7	2,950	0,000	1,125	0,065	4,140	0,139	0,000	0,614	0,036	0,789	4,929	17,62	77,82	4,56
E 534	8	2,936	0,000	1,098	0,001	4,035	0,096	0,000	0,840	0,006	0,942	4,977	10,19	89,17	0,64
E 534	9	2,939	0,000	1,085	0,014	4,038	0,083	0,000	0,855	0,005	0,943	4,981	8,80	90,67	0,53
E 534	10	2,930	0,000	1,098	0,014	4,042	0,087	0,000	0,847	0,004	0,938	4,980	9,28	90,30	0,43
Übergang Eklogit-Gneis															
E 57	2.4/4	2,870	0,000	1,128	0,003	4,001	0,158	0,000	0,822	0,014	0,994	4,995	15,90	82,70	1,41
E 57	2.4/6	2,842	0,000	1,169	0,003	4,014	0,181	0,000	0,781	0,013	0,975	4,989	18,56	80,10	1,33
E 57	3.1/1	2,845	0,000	1,142	0,005	3,992	0,169	0,000	0,825	0,015	1,009	5,001	16,75	81,76	1,49

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 57	4.1/1	2,893	0,000	1,122	0,008	4,023	0,131	0,000	0,822	0,010	0,963	4,986	13,60	85,36	1,04
E 57	15.1/2	2,734	0,000	1,348	0,014	4,096	0,164	0,000	0,515	0,207	0,886	4,982	18,51	58,13	23,36
E 57	15.1/3	2,784	0,000	1,237	0,033	4,054	0,243	0,000	0,273	0,406	0,922	4,976	26,36	29,61	44,03
E 57	7.2	2,810	0,000	1,198	0,008	4,016	0,198	0,000	0,771	0,008	0,977	4,993	20,27	78,92	0,82
E 57	36	2,838	0,000	1,152	0,006	3,996	0,171	0,000	0,817	0,018	1,006	5,002	17,00	81,21	1,79
E 57	37	2,869	0,000	1,124	0,005	3,998	0,154	0,000	0,827	0,018	0,999	4,997	15,42	82,78	1,80
E 57	38	2,833	0,000	1,171	0,012	4,016	0,191	0,000	0,769	0,014	0,974	4,990	19,61	78,95	1,44
E 540	124	2,559	0,000	1,397	0,005	3,961	0,471	0,000	0,574	0,006	1,051	5,013	44,81	54,61	0,57
E 540	125	2,548	0,000	1,411	0,001	3,960	0,460	0,000	0,577	0,006	1,043	5,013	44,10	55,32	0,58
E 540	129	2,598	0,000	1,342	0,021	3,961	0,384	0,000	0,646	0,015	1,045	5,024	36,75	61,82	1,44
E 540	130	2,743	0,000	1,404	0,013	4,160	0,315	0,001	0,397	0,036	0,749	4,915	42,06	53,00	4,81
E 540	132	2,750	0,000	1,242	0,007	3,999	0,288	0,002	0,571	0,129	0,990	4,993	29,09	57,68	13,03
E 540	136	3,030	0,000	1,165	0,000	4,195	0,112	0,000	0,526	0,045	0,683	4,878	16,40	77,01	6,59
E 540	143	3,036	0,000	1,106	0,003	4,145	0,065	0,003	0,283	0,415	0,766	4,911	8,49	36,95	54,18
Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit															
Granat-feldspatführende Glimmerschiefer															
E 251	3.2/2	3,006	0,000	0,993	0,000	3,999	0,000	0,000	0,045	0,955	1,000	4,999	0,00	4,50	95,50
E 251	4.2/1	3,030	0,000	1,003	0,000	4,033	0,013	0,000	0,922	0,005	0,940	4,973	1,38	98,09	0,53
E 251	4.2/2	3,040	0,000	0,998	0,005	4,043	0,019	0,000	0,901	0,005	0,925	4,968	2,05	97,41	0,54
E 251	7.1/1	3,050	0,000	0,995	0,001	4,046	0,005	0,000	0,911	0,004	0,920	4,966	0,54	99,02	0,43
E 251	11.1/1	2,833	0,000	1,171	0,012	4,016	0,191	0,000	0,769	0,014	0,974	4,990	19,61	78,95	1,44
E 251	3	3,025	0,000	0,980	0,008	4,013	0,000	0,000	0,044	0,932	0,976	4,989	0,00	4,51	95,49
E 251	4	3,011	0,000	0,988	0,003	4,002	0,000	0,000	0,038	0,957	0,995	4,997	0,00	3,82	96,18
E 25e	26	2,797	0,000	1,289	0,007	4,093	0,016	0,004	0,341	0,546	0,907	5,000	1,76	37,60	60,20
E 25e	27	2,858	0,000	1,176	0,003	4,037	0,188	0,000	0,738	0,010	0,936	4,973	20,09	78,85	1,07
E 25e	30	2,965	0,000	1,073	0,000	4,038	0,073	0,000	0,850	0,012	0,935	4,973	7,81	90,91	1,28
E 25e	31	2,984	0,000	1,062	0,001	4,047	0,067	0,000	0,833	0,018	0,918	4,965	7,30	90,74	1,96

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 25e	32	2,826	0,000	1,207	0,003	4,036	0,214	0,000	0,706	0,020	0,940	4,976	22,77	75,11	2,13
E 25e	33	2,993	0,000	1,015	0,002	4,010	0,000	0,017	0,066	0,899	0,982	4,992	0,00	6,72	91,55
E 25h	3.1/1	3,055	0,000	0,988	0,002	4,045	0,004	0,000	0,913	0,003	0,920	4,965	0,43	99,24	0,33
E 25h	3.1/2	3,030	0,000	1,000	0,001	4,031	0,005	0,000	0,938	0,004	0,947	4,978	0,53	99,05	0,42
E 25h	3.1/3	3,004	0,000	0,999	0,000	4,003	0,003	0,000	0,986	0,005	0,994	4,997	0,30	99,20	0,50
E 25h	3.1/4	3,028	0,000	0,991	0,001	4,020	0,002	0,000	0,957	0,005	0,964	4,984	0,21	99,27	0,52
E 25h	3.1/6	2,968	0,000	1,027	0,003	3,998	0,039	0,000	0,960	0,003	1,002	5,000	3,89	95,81	0,30
E 25h	3.1/7	2,995	0,000	1,019	0,003	4,017	0,012	0,000	0,957	0,004	0,973	4,990	1,23	98,36	0,41
E 25h	4.1/1	3,000	0,000	1,012	0,002	4,014	0,016	0,000	0,956	0,004	0,976	4,990	1,64	97,95	0,41
E 25i	4.1/1	2,985	0,000	1,033	0,001	4,019	0,038	0,000	0,923	0,007	0,968	4,987	3,93	95,35	0,72
E 25i	4.1/3	2,965	0,000	1,060	0,001	4,026	0,047	0,000	0,908	0,005	0,960	4,986	4,90	94,58	0,52
E 25i	4.2/2	2,996	0,000	1,035	0,001	4,032	0,027	0,000	0,916	0,004	0,947	4,979	2,85	96,73	0,42
E 25k	2.2/1	2,933	0,000	1,091	0,000	4,024	0,110	0,000	0,822	0,022	0,954	4,978	11,53	86,16	2,31
E 25k	2.2/2	2,919	0,000	1,090	0,002	4,011	0,110	0,000	0,850	0,016	0,976	4,987	11,27	87,09	1,64
E 25k	3.1/1	2,747	0,000	1,273	0,000	4,020	0,278	0,000	0,674	0,013	0,965	4,985	28,81	69,84	1,35
E 25k	3.1/2	3,004	0,000	1,021	0,003	4,028	0,000	0,000	0,057	0,902	0,959	4,987	0,00	5,94	94,06
E 25k	3.1/4	2,955	0,000	1,077	0,003	4,035	0,099	0,000	0,821	0,017	0,937	4,972	10,57	87,62	1,81
E 25k	3	2,998	0,000	1,013	0,002	4,013	0,000	0,000	0,051	0,930	0,981	4,994	0,00	5,20	94,80
E 25k	19	2,789	0,000	1,233	0,000	4,022	0,233	0,000	0,714	0,015	0,962	4,984	24,22	74,22	1,56
E 52	3.2/3	3,004	0,000	1,019	0,002	4,025	0,010	0,000	0,947	0,005	0,962	4,987	1,04	98,44	0,52
E 52	3.2/4	3,005	0,000	1,015	0,001	4,021	0,008	0,000	0,955	0,004	0,967	4,988	0,83	98,76	0,41
E 52	14.1/3	2,991	0,000	1,020	0,014	4,025	0,008	0,000	0,957	0,003	0,968	4,993	0,83	98,86	0,31
E 52	17.1/1	2,983	0,000	1,012	0,000	3,995	0,003	0,000	1,000	0,006	1,009	5,004	0,30	99,11	0,59
E 52	17.1/2	3,041	0,000	1,046	0,001	4,088	0,003	0,000	0,853	0,005	0,861	4,949	0,35	99,07	0,58
E 52	18.1	3,016	0,000	1,013	0,001	4,030	0,008	0,000	0,939	0,002	0,949	4,979	0,84	98,95	0,21
E 52	55	2,914	0,000	1,094	0,000	4,008	0,085	0,000	0,898	0,005	0,988	4,996	8,60	90,89	0,51
E 52.7	1	2,916	0,000	1,069	0,000	3,985	0,065	0,000	0,958	0,004	1,027	5,012	6,33	93,28	0,39
E 52.7	2	2,910	0,000	1,067	0,002	3,979	0,069	0,000	0,961	0,005	1,035	5,014	6,67	92,85	0,48

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 52.7	3	2,929	0,000	1,068	0,006	4,003	0,021	0,000	0,983	0,005	1,009	5,012	2,08	97,42	0,50
E 52.7	4	2,959	0,000	1,017	0,002	3,978	0,023	0,000	1,010	0,005	1,038	5,016	2,22	97,30	0,48
E 52.7	5	2,894	0,000	1,089	0,001	3,984	0,093	0,000	0,933	0,001	1,027	5,011	9,06	90,85	0,10
E 52.7	6	2,915	0,000	1,066	0,004	3,985	0,063	0,000	0,963	0,002	1,028	5,013	6,13	93,68	0,19
E 52.7	7	2,955	0,000	1,030	0,002	3,987	0,025	0,000	0,994	0,004	1,023	5,010	2,44	97,17	0,39
E 52.7	8	2,942	0,000	1,037	0,003	3,982	0,033	0,000	0,995	0,006	1,034	5,016	3,19	96,23	0,58
E 52.7	9	2,938	0,000	1,043	0,003	3,984	0,048	0,000	0,974	0,005	1,027	5,011	4,67	94,84	0,49
E 52.7	10	2,949	0,000	1,034	0,003	3,986	0,033	0,000	0,988	0,005	1,026	5,012	3,22	96,30	0,49
E 52.7	11	2,952	0,000	1,027	0,004	3,983	0,022	0,000	1,004	0,006	1,032	5,015	2,13	97,29	0,58
E 52.7	12	2,956	0,000	1,023	0,001	3,980	0,026	0,000	1,002	0,005	1,033	5,013	2,52	97,00	0,48
E 52.7	13	2,920	0,000	1,067	0,001	3,988	0,065	0,000	0,949	0,007	1,021	5,009	6,37	92,95	0,69
E 52.8	4.2	2,998	0,000	1,049	0,022	4,069	0,000	0,000	0,021	0,882	0,903	4,972	0,00	2,33	97,67
E 52.8	4.1/1	3,023	0,000	1,035	0,003	4,061	0,000	0,000	0,030	0,875	0,905	4,966	0,00	3,31	96,69
E 53b	8.1/1	3,008	0,000	1,002	0,004	4,014	0,015	0,000	0,955	0,004	0,974	4,988	1,54	98,05	0,41
E 53b	3.1/1	2,997	0,000	1,016	0,002	4,015	0,008	0,000	0,965	0,004	0,977	4,992	0,82	98,77	0,41
E 53b	3.1/2	2,992	0,000	1,018	0,000	4,010	0,009	0,000	0,972	0,004	0,985	4,995	0,91	98,68	0,41
E 53b	7.1/2	3,031	0,000	0,995	0,007	4,033	0,000	0,000	0,056	0,888	0,944	4,977	0,00	5,93	94,07
E 53b	7.1/3	3,022	0,000	1,009	0,008	4,039	0,000	0,000	0,050	0,890	0,940	4,979	0,00	5,32	94,68
E 53b	7.2/1	3,127	0,000	1,020	0,002	4,149	0,000	0,000	0,051	0,703	0,754	4,903	0,00	6,76	93,24
E 53b	8.1/2	3,015	0,000	0,993	0,002	4,010	0,010	0,000	0,965	0,005	0,980	4,990	1,02	98,47	0,51
E 53b	3	3,012	0,000	1,001	0,000	4,013	0,011	0,000	0,958	0,005	0,974	4,987	1,13	98,36	0,51
E 53b	4	3,100	0,000	0,875	0,000	3,975	0,009	0,000	0,997	0,005	1,011	4,986	0,89	98,62	0,49
E 56	19.1	2,933	0,000	1,077	0,002	4,012	0,071	0,000	0,907	0,003	0,981	4,993	7,24	92,46	0,31
E 56	19.2	2,914	0,000	1,091	0,005	4,010	0,085	0,000	0,897	0,005	0,987	4,997	8,61	90,88	0,51
E 56	19.3	2,930	0,000	1,074	0,003	4,007	0,069	0,000	0,915	0,007	0,991	4,998	6,96	92,33	0,71
E 56	5.4/1	2,979	0,000	1,049	0,001	4,029	0,015	0,000	0,940	0,004	0,959	4,988	1,56	98,02	0,42
E 56	10.1/1	2,985	0,000	1,036	0,000	4,021	0,011	0,000	0,951	0,009	0,971	4,992	1,13	97,94	0,93

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 56	10.2/1	2,999	0,000	1,033	0,002	4,034	0,009	0,000	0,935	0,005	0,949	4,983	0,95	98,52	0,53
Granat-chloritoid-feldspatführende Glimmerschiefer															
E 23b	51	2,990	0,000	1,021	0,016	4,027	0,007	0,000	0,953	0,004	0,964	4,991	0,73	98,86	0,41
E 23b	53	2,990	0,000	1,024	0,004	4,018	0,011	0,000	0,959	0,004	0,974	4,992	1,13	98,46	0,41
E 23b	55	2,987	0,000	1,014	0,002	4,003	0,016	0,000	0,975	0,005	0,996	4,999	1,61	97,89	0,50
E 23b	56	2,969	0,000	1,025	0,004	3,998	0,014	0,000	0,990	0,004	1,008	5,006	1,39	98,21	0,40
E 23b	75	2,986	0,000	1,024	0,002	4,012	0,016	0,000	0,964	0,002	0,982	4,994	1,63	98,17	0,20
E 514	2.2/1	3,040	0,000	1,003	0,006	4,049	0,005	0,000	0,911	0,003	0,919	4,968	0,54	99,13	0,33
E 514	2.2/2	3,041	0,000	1,003	0,006	4,050	0,001	0,000	0,910	0,006	0,917	4,967	0,11	99,24	0,65
E 514	2.2/3	2,839	0,000	1,193	0,003	4,035	0,202	0,000	0,732	0,004	0,938	4,973	21,54	78,04	0,43
E 514	3.1/1	2,861	0,000	1,188	0,002	4,051	0,197	0,000	0,710	0,004	0,911	4,962	21,62	77,94	0,44
E 516	1.1/1	3,003	0,000	1,030	0,004	4,037	0,013	0,000	0,928	0,003	0,944	4,981	1,38	98,31	0,32
E 516	1.1/3	2,991	0,000	1,040	0,001	4,032	0,025	0,000	0,920	0,004	0,949	4,981	2,63	96,94	0,42
E 516	1.1/4	3,016	0,000	1,017	0,003	4,036	0,008	0,000	0,931	0,003	0,942	4,978	0,85	98,83	0,32
E 516	7.1/4	2,894	0,000	1,134	0,005	4,033	0,121	0,000	0,826	0,002	0,949	4,982	12,75	87,04	0,21
E 516	7.1/5	2,894	0,000	1,134	0,005	4,033	0,121	0,000	0,826	0,002	0,949	4,982	12,75	87,04	0,21
E 516	7.1/3	2,972	0,000	1,061	0,001	4,034	0,055	0,000	0,889	0,000	0,944	4,978	5,83	94,17	0,00
E 516	8.1/1	2,904	0,000	1,121	0,004	4,029	0,100	0,000	0,856	0,003	0,959	4,988	10,43	89,26	0,31
E 516	9.1/1	2,921	0,000	1,093	0,006	4,020	0,079	0,000	0,888	0,004	0,971	4,991	8,14	91,45	0,41
E 516	25	2,985	0,000	1,030	0,008	4,023	0,014	0,000	0,949	0,004	0,967	4,990	1,45	98,14	0,41
E 518	15	2,980	0,000	1,026	0,005	4,011	0,016	0,000	0,965	0,005	0,986	4,997	1,62	97,87	0,51
E 518	44	2,984	0,000	1,010	0,003	3,997	0,008	0,000	0,995	0,004	1,007	5,004	0,79	98,81	0,40
E 518	48	2,971	0,000	1,030	0,004	4,005	0,016	0,000	0,978	0,004	0,998	5,003	1,60	98,00	0,40
E 518	63	2,936	0,000	1,067	0,005	4,008	0,039	0,000	0,952	0,005	0,996	5,004	3,92	95,58	0,50

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
Orthogneise															
E 20.1	3.2/2	2,989	0,000	1,012	0,000	4,001	0,006	0,000	0,983	0,010	0,999	5,000	0,60	98,40	1,00
E 20.1	3.2/3	2,993	0,000	1,024	0,000	4,017	0,011	0,000	0,956	0,009	0,976	4,993	1,13	97,95	0,92
E 20.1	4.1/1	3,039	0,000	0,958	0,000	3,997	0,007	0,000	0,969	0,016	0,992	4,989	0,71	97,68	1,61
E 210	11	2,931	0,000	1,113	0,023	4,067	0,072	0,000	0,812	0,023	0,907	4,974	7,94	89,53	2,54
E 210	23	2,939	0,000	0,988	0,113	4,040	0,237	0,000	0,680	0,010	0,927	4,967	25,57	73,35	1,08
E 210	1.1/1	3,018	0,000	0,993	0,007	4,018	0,011	0,000	0,954	0,003	0,968	4,986	1,14	98,55	0,31
E 210	1.2/1	2,991	0,000	1,024	0,001	4,016	0,025	0,000	0,945	0,002	0,972	4,988	2,57	97,22	0,21
E 210	2.1/1	3,008	0,000	1,008	0,002	4,018	0,025	0,000	0,937	0,003	0,965	4,983	2,59	97,10	0,31
E 210	4.1/1	2,662	0,000	1,333	0,006	4,001	0,370	0,000	0,615	0,008	0,993	4,994	37,26	61,93	0,81
E 210	4.1/2	2,678	0,000	1,316	0,022	4,016	0,335	0,000	0,601	0,044	0,980	4,996	34,18	61,33	4,49
E 210	4.1/3	2,673	0,000	1,326	0,002	4,001	0,353	0,000	0,635	0,004	0,992	4,993	35,58	64,01	0,40
E 210	5.1/1	2,964	0,000	1,040	0,097	4,101	0,053	0,000	0,810	0,007	0,870	4,971	6,09	93,10	0,80
E 21.5	10.1	3,023	0,000	0,987	0,002	4,012	0,000	0,000	0,036	0,941	0,977	4,989	0,00	3,68	96,32
E 22g	4	3,015	0,000	0,998	0,001	4,014	0,001	0,000	0,081	0,899	0,975	4,990	0,10	8,31	91,59
E 22g	9	3,018	0,000	0,988	0,003	4,009	0,000	0,000	0,078	0,905	0,983	4,992	0,00	7,93	92,07
E 22g	13	3,019	0,001	0,998	0,001	4,019	0,000	0,000	0,086	0,883	0,969	4,988	0,00	8,88	91,12
E 22g	14	3,017	0,000	0,990	0,001	4,008	0,000	0,000	0,080	0,905	0,985	4,993	0,00	8,12	91,88
E 22.1	1	2,981	0,000	0,994	0,002	3,977	0,000	0,000	0,042	0,996	1,038	5,015	0,00	4,05	95,95
E 22.1	2	3,008	0,000	1,010	0,000	4,018	0,000	0,000	0,065	0,906	0,971	4,989	0,00	6,69	93,31
E 22.1	3	3,023	0,000	0,981	0,001	4,005	0,000	0,000	0,091	0,897	0,988	4,993	0,00	9,21	90,79
E 22.1	11	3,009	0,000	1,006	0,000	4,015	0,000	0,000	0,090	0,886	0,976	4,991	0,00	9,22	90,78
E 22.1	12	3,007	0,000	1,007	0,000	4,014	0,000	0,000	0,098	0,880	0,978	4,992	0,00	10,02	89,98
E 22.1	13	2,994	0,000	1,019	0,000	4,013	0,000	0,000	0,067	0,914	0,981	4,994	0,00	6,83	93,17
E 22.1	17	2,987	0,000	1,047	0,004	4,038	0,004	0,000	0,938	0,006	0,948	4,986	0,42	98,95	0,63
E 22.1	30	3,012	0,000	1,000	0,001	4,013	0,000	0,000	0,077	0,900	0,977	4,990	0,00	7,88	92,12

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 22.1	32	3,002	0,000	1,018	0,001	4,021	0,000	0,000	0,169	0,799	0,968	4,989	0,00	17,46	82,54
E 22.1	37	3,005	0,000	1,016	0,001	4,022	0,000	0,000	0,168	0,797	0,965	4,987	0,00	17,41	82,59
E 22.1	39	2,980	0,000	1,064	0,000	4,044	0,003	0,000	0,927	0,007	0,937	4,981	0,32	98,93	0,75
E 22.1	46	2,995	0,000	1,055	0,004	4,054	0,003	0,000	0,913	0,006	0,922	4,976	0,33	99,02	0,65
E 22.1	47	3,012	0,000	0,997	0,000	4,009	0,000	0,000	0,096	0,888	0,984	4,993	0,00	9,76	90,24
E 22.1	49	3,027	0,000	0,991	0,000	4,018	0,000	0,000	0,067	0,900	0,967	4,985	0,00	6,93	93,07
E 22.1	51	3,008	0,000	1,002	0,002	4,012	0,001	0,000	0,083	0,896	0,980	4,992	0,10	8,47	91,43
E 22.1	53	3,000	0,000	1,012	0,000	4,012	0,000	0,000	0,095	0,888	0,983	4,995	0,00	9,66	90,34
E 22.1	54	3,014	0,000	1,002	0,000	4,016	0,000	0,000	0,095	0,877	0,972	4,988	0,00	9,77	90,23
E 22.2	5	2,973	0,000	1,031	0,006	4,010	0,028	0,000	0,952	0,007	0,987	4,997	2,84	96,45	0,71
E 22.2	6	2,993	0,000	1,025	0,000	4,018	0,029	0,000	0,934	0,006	0,969	4,987	2,99	96,39	0,62
E 22.2	13	2,800	0,000	1,204	0,004	4,008	0,201	0,000	0,775	0,014	0,990	4,998	20,30	78,28	1,41
E 22.2	2.1/2	3,015	0,000	0,985	0,000	4,000	0,009	0,000	0,981	0,004	0,994	4,994	0,91	98,69	0,40
E 22.2	2.1/3	2,998	0,000	0,988	0,000	3,986	0,005	0,000	1,009	0,004	1,018	5,004	0,49	99,12	0,39
E 22.2	2.1/4	2,997	0,000	0,999	0,000	3,996	0,011	0,000	0,988	0,005	1,004	5,000	1,10	98,41	0,50
E 22.2	4.1/1	2,987	0,000	0,997	0,001	3,985	0,012	0,000	1,006	0,004	1,022	5,007	1,17	98,43	0,39
E 22.2	5.1/1	2,993	0,000	0,996	0,002	3,991	0,031	0,000	0,976	0,002	1,009	5,000	3,07	96,73	0,20
E 22.2	5.1/1	2,949	0,000	1,044	0,001	3,994	0,040	0,000	0,968	0,004	1,012	5,006	3,95	95,65	0,40
E 22.2	5.1/2	2,954	0,000	1,031	0,002	3,987	0,023	0,000	0,997	0,004	1,024	5,011	2,25	97,36	0,39
E 22.2	12	2,989	0,000	1,004	0,007	4,000	0,003	0,000	0,026	0,976	1,005	5,005	0,30	2,59	97,11
E 22.2	38	2,973	0,000	1,024	0,007	4,004	0,001	0,000	0,026	0,974	1,001	5,005	0,10	2,60	97,30
E 22.2	39	3,000	0,000	1,001	0,003	4,004	0,000	0,000	0,036	0,958	0,994	4,998	0,00	3,62	96,38
E 22.9	4	3,015	0,000	0,998	0,001	4,014	0,001	0,000	0,081	0,893	0,975	4,989	0,10	8,31	91,59
E 22.9	9	3,018	0,000	0,988	0,003	4,009	0,000	0,000	0,078	0,905	0,983	4,992	0,00	7,93	92,07
E 22.9	13	3,019	0,000	0,998	0,001	4,018	0,000	0,000	0,086	0,883	0,969	4,987	0,00	8,88	91,12
E 22.9	14	3,017	0,000	0,990	0,001	4,008	0,000	0,000	0,080	0,905	0,985	4,993	0,00	8,12	91,88

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
Glimmerschiefer am Erzgebirgsnordrand															
E 305	1.1/1	3,032	0,000	1,022	0,005	4,059	0,027	0,000	0,864	0,009	0,900	4,959	3,00	96,00	1,00
E 305	1.1/3	2,992	0,000	1,067	0,002	4,061	0,068	0,000	0,827	0,002	0,897	4,958	7,58	92,20	0,22
E 305	6.3/1	2,993	0,000	1,072	0,001	4,066	0,092	0,000	0,785	0,007	0,884	4,950	10,41	88,80	0,79
E 305	6.3/2	2,977	0,000	1,051	0,001	4,029	0,078	0,000	0,856	0,009	0,943	4,972	8,27	90,77	0,95
E 305	6.3/3	2,974	0,000	1,045	0,001	4,020	0,074	0,000	0,871	0,015	0,960	4,980	7,71	90,73	1,56
E 529	28	2,875	0,000	1,119	0,004	3,998	0,088	0,000	0,920	0,004	1,012	5,010	8,70	90,91	0,40
E 529	29	2,766	0,000	1,240	0,002	4,008	0,230	0,000	0,755	0,005	0,990	4,998	23,23	76,26	0,51
E 529	31	2,914	0,000	1,129	0,003	4,046	0,079	0,000	0,849	0,006	0,934	4,980	8,46	90,90	0,64
E 529	39	2,863	0,000	1,130	0,005	3,998	0,096	0,000	0,916	0,003	1,015	5,013	9,46	90,25	0,30
E 529	40	2,895	0,000	1,114	0,003	4,012	0,089	0,000	0,890	0,007	0,986	4,998	9,03	90,26	0,71
E 529	83	2,885	0,000	1,124	0,008	4,017	0,094	0,000	0,880	0,005	0,979	4,996	9,60	89,89	0,51
Granat-Phyllit-Einheit															
Granat-Phyllit															
E 24.2	2.3/1	3,056	0,000	0,937	0,000	3,993	0,005	0,000	0,987	0,005	0,997	4,990	0,50	99,00	0,50
E 24.2	2.3/2	3,051	0,000	0,951	0,000	4,002	0,004	0,000	0,976	0,005	0,985	4,987	0,41	99,09	0,51
E 24.2a	7.1/1	3,000	0,000	0,991	0,003	3,994	0,011	0,000	0,992	0,005	1,008	5,002	1,09	98,41	0,50
Amphibolschiefer															
E 601	15	3,031	0,000	0,965	0,015	4,011	0,000	0,000	0,029	0,949	0,978	4,989	0,00	2,97	97,03
E 601	16	3,048	0,000	0,949	0,015	4,012	0,000	0,000	0,031	0,945	0,976	4,988	0,00	3,18	96,82
E 601	17	3,036	0,000	0,952	0,022	4,010	0,002	0,000	0,030	0,949	0,981	4,991	0,20	3,06	96,74
E 601	32	2,956	0,001	1,031	0,017	4,005	0,068	0,000	0,923	0,000	0,991	4,996	6,86	93,14	0,00
E 601	34	3,006	0,000	0,981	0,013	4,000	0,021	0,000	0,974	0,002	0,997	4,997	2,11	97,69	0,20
E 601	35	2,982	0,001	0,991	0,036	4,010	0,046	0,000	0,939	0,002	0,987	4,997	4,66	95,14	0,20
E 601	37	3,037	0,000	0,966	0,007	4,010	0,008	0,000	0,966	0,003	0,977	4,987	0,82	98,87	0,31
E 601	38	3,007	0,001	0,995	0,005	4,008	0,034	0,000	0,944	0,002	0,980	4,988	3,47	96,33	0,20

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 601	39	3,024	0,001	0,981	0,006	4,012	0,013	0,002	0,956	0,003	0,974	4,986	1,33	98,15	0,31
E 601	40	3,034	0,002	0,976	0,006	4,018	0,007	0,000	0,955	0,003	0,965	4,983	0,73	98,96	0,31
E 601	41	3,012	0,000	0,984	0,005	4,001	0,032	0,000	0,950	0,006	0,988	4,989	3,24	96,15	0,61
Rotgneis-Einheit															
Gneise															
E 530	17	2,822	0,000	1,200	0,001	4,023	0,192	0,000	0,754	0,016	0,962	4,985	19,96	78,38	1,66
E 530	18	3,018	0,000	0,995	0,003	4,016	0,000	0,000	0,024	0,950	0,974	4,990	0,00	2,46	97,54
E 530	19	2,984	0,000	1,004	0,004	3,992	0,003	0,000	0,385	0,628	1,016	5,008	0,30	37,89	61,81
E 530	20	2,815	0,000	1,216	0,004	4,035	0,202	0,000	0,726	0,018	0,946	4,981	21,35	76,74	1,90
E 530	60	2,997	0,000	1,011	0,000	4,008	0,000	0,000	0,093	0,896	0,989	4,997	0,00	9,40	90,60
E 530	63	2,830	0,000	1,202	0,002	4,034	0,187	0,000	0,747	0,013	0,947	4,981	19,75	78,88	1,37
E 530	64	2,828	0,000	1,192	0,002	4,022	0,189	0,000	0,757	0,017	0,963	4,985	19,63	78,61	1,77
E 533	53	3,021	0,000	1,072	0,036	4,129	0,113	0,001	0,625	0,041	0,780	4,916	14,49	80,13	5,26
E 533	56	3,040	0,001	1,099	0,003	4,143	0,178	0,000	0,005	0,558	0,741	4,884	24,02	0,67	75,30
E 533	57	2,897	0,000	1,108	0,004	4,009	0,146	0,000	0,823	0,007	0,976	4,986	14,96	84,32	0,72
E 533	65	2,974	0,000	1,153	0,004	4,131	0,147	0,000	0,625	0,005	0,777	4,911	18,92	80,44	0,64
E 541	37	2,924	0,000	1,127	0,009	4,060	0,142	0,000	0,746	0,006	0,894	4,956	15,88	83,45	0,67
E 541	38	2,903	0,001	1,089	0,013	4,006	0,164	0,000	0,802	0,007	0,973	4,983	16,86	82,43	0,72
E 541	44	3,036	0,001	1,166	0,003	4,206	0,134	0,000	0,512	0,015	0,661	4,869	20,27	77,46	2,27
E 541	45	2,895	0,000	1,102	0,004	4,001	0,120	0,000	0,871	0,005	0,996	4,997	12,05	87,45	0,50
E 541	46	2,910	0,000	1,084	0,001	3,995	0,114	0,000	0,875	0,007	0,996	4,994	11,45	87,85	0,70
E 541	48	2,877	0,000	1,106	0,004	3,987	0,128	0,001	0,883	0,005	1,017	5,004	12,59	86,82	0,49
Granat-Amphibolit															
E 542	62	3,025	0,000	0,996	0,037	4,058	0,051	0,002	0,039	0,798	0,890	4,958	5,73	4,38	89,66
E 542	73	2,602	0,001	1,532	0,000	4,135	0,399	0,001	0,300	0,089	0,789	4,932	50,57	38,02	11,28
E 542	74	2,446	0,000	1,511	0,002	3,959	0,566	0,000	0,479	0,006	1,051	5,015	53,85	45,58	0,57

Strukturformeln ausgewählter Feldspäte															
Probe	Analyse	Si	Ti	Al	Fe2+	Summe I	Ca	Ba	Na	K	Summe II	Summe	An	Ab	Or
E 542	75	2,411	0,001	1,569	0,002	3,983	0,599	0,000	0,406	0,015	1,020	5,004	58,73	39,80	1,47
E 542	77	2,405	0,001	1,560	0,001	3,967	0,614	0,001	0,426	0,004	1,045	5,012	58,76	40,77	0,38
E 542	81	2,963	0,000	1,119	0,003	4,085	0,123	0,005	0,092	0,634	0,854	4,939	14,40	10,77	74,24
E 542	82	2,565	0,001	1,497	0,000	4,063	0,424	0,001	0,231	0,250	0,906	4,970	46,80	25,50	27,59
E 542	83	2,419	0,000	1,537	0,003	3,959	0,598	0,000	0,455	0,005	1,058	5,017	56,52	43,01	0,47
E 542	86	2,379	0,000	1,582	0,002	3,963	0,639	0,000	0,408	0,004	1,051	5,014	60,80	38,82	0,38
E 542	87	2,462	0,000	1,581	0,007	4,050	0,515	0,001	0,327	0,070	0,913	4,979	56,41	35,82	7,67
E 542	88	2,412	0,000	1,559	0,002	3,973	0,591	0,000	0,432	0,012	1,035	5,011	57,10	41,74	1,16
E 542	89	2,427	0,000	1,539	0,003	3,969	0,586	0,000	0,454	0,004	1,044	5,014	56,13	43,49	0,38
E 542	90	2,887	0,000	1,425	0,023	4,335	0,060	0,006	0,048	0,379	0,493	4,856	12,17	9,74	76,88
E 542	173	2,440	0,000	1,546	0,003	3,989	0,533	0,000	0,438	0,051	1,022	5,012	52,15	42,86	4,99
E 542	180	2,576	0,001	1,360	0,030	3,967	0,449	0,001	0,580	0,008	1,038	5,016	43,26	55,88	0,77
E 542	186	3,020	0,000	1,025	0,024	4,069	0,003	0,000	0,049	0,843	0,895	4,967	0,34	5,47	94,19
E 542	190	3,055	0,000	1,127	0,018	4,200	0,138	0,000	0,517	0,006	0,661	4,866	20,88	78,21	0,91
Aplitgänge															
E 501	33	3,014	0,000	0,988	0,000	4,002	0,000	0,000	0,086	0,907	0,993	4,995	0,00	8,66	91,34
E 501	34	3,013	0,000	0,987	0,000	4,000	0,000	0,000	0,086	0,911	0,997	4,997	0,00	8,63	91,37
E 501	2.1/1	3,004	0,000	0,995	0,003	4,002	0,000	0,000	0,092	0,905	0,997	4,999	0,00	9,23	90,77
E 501	1.1/3	3,022	0,000	0,988	0,000	4,010	0,001	0,000	0,072	0,906	0,979	4,989	0,10	7,35	92,54
E 501	2.1/2	3,022	0,000	0,985	0,001	4,008	0,000	0,000	0,073	0,910	0,983	4,991	0,00	7,43	92,57
E 501	5.1/1	3,029	0,000	1,004	0,002	4,035	0,043	0,000	0,879	0,010	0,932	4,967	4,61	94,31	1,07
E 501	1.1/1	2,994	0,000	1,070	0,000	4,064	0,058	0,000	0,833	0,003	0,894	4,958	6,49	93,18	0,34
E 501	1.1/2	3,003	0,000	1,063	0,000	4,066	0,065	0,000	0,817	0,007	0,889	4,955	7,31	91,90	0,79
E 501	1.1/3	3,011	0,000	1,052	0,001	4,064	0,060	0,000	0,821	0,007	0,888	4,952	6,76	92,45	0,79
E 501	1.1/4	3,004	0,000	1,058	0,003	4,065	0,061	0,000	0,821	0,008	0,890	4,955	6,85	92,25	0,90
E 501	35	3,084	0,000	0,993	0,000	4,077	0,003	0,000	0,858	0,007	0,868	4,945	0,35	98,85	0,81
E 501	10.1/1	3,017	0,000	1,022	0,001	4,040	0,021	0,000	0,903	0,008	0,932	4,972	2,25	96,89	0,86
E 501	8.1/1	3,011	0,000	1,036	0,000	4,047	0,035	0,000	0,877	0,008	0,920	4,967	3,80	95,33	0,87

7.6 Granat

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
Gneis-Eklogit-Einheit															
Disthenführende Granulite															
Granat II															
E 3.1		1.2/1	5,846	0,156	0,000	0,162	3,838	0,003	4,000	2,237	0,774	0,050	3,002	0,000	6,063
E 3.1		1.2/2	5,857	0,143	0,000	0,076	3,924	0,000	4,000	2,208	0,801	0,049	2,985	0,000	6,043
E 3.1		1.2/3	5,836	0,164	0,000	0,151	3,849	0,000	4,000	2,236	0,817	0,049	2,961	0,000	6,063
E 3.1		1.2/4	5,821	0,179	0,000	0,152	3,847	0,001	4,000	2,157	0,864	0,033	3,011	0,000	6,065
Granat I															
E 3.1	Kern	1.7/1	5,978	0,022	0,000	0,010	3,982	0,008	4,000	1,767	1,186	0,046	3,008	0,000	6,007
E 3.1	Zwischenzone	2.3/1	5,947	0,053	0,000	0,119	3,880	0,001	4,000	0,992	1,931	0,054	3,057	0,000	6,034
E 3.1	Zwischenzone	2.3/2	5,918	0,082	0,000	0,069	3,931	0,000	4,000	1,941	1,150	0,037	2,902	0,000	6,030
E 3.1		6.1/1	5,853	0,147	0,000	0,146	3,850	0,004	4,000	1,427	1,619	0,055	2,958	0,000	6,059
E 3.1	Zwischenzone	7.1/2	6,001	0,000	0,000	0,007	3,992	0,001	4,000	0,748	2,133	0,065	3,056	0,000	6,002
E 3.1	Zwischenzone	7.1/3	5,968	0,032	0,000	0,000	3,999	0,001	4,000	1,774	1,210	0,047	2,939	0,000	5,970
E 3.1	Kern	7.1/9	6,004	0,000	0,000	0,013	3,982	0,005	4,000	1,352	1,521	0,054	3,074	0,000	6,001
E 3.1		10.2/1	5,943	0,057	0,000	0,106	3,894	0,000	4,000	0,887	2,066	0,063	3,016	0,000	6,032
E 3.1		10.1/2	5,933	0,067	0,000	0,105	3,888	0,007	4,000	1,910	1,200	0,038	2,886	0,000	6,034
E 3.1		11.1/1	5,964	0,036	0,000	0,081	3,919	0,000	4,000	1,292	1,661	0,047	3,023	0,000	6,023
E 3.1		11.1/2	5,971	0,029	0,000	0,037	3,962	0,001	4,000	1,865	1,187	0,037	2,924	0,000	6,013
E 3.1	Profil20.1-Rand	20.1/1	5,912	0,088	0,000	0,077	3,923	0,000	4,000	1,958	1,297	0,034	2,744	0,000	6,033
E 3.1		20.1/2	5,909	0,091	0,000	0,095	3,905	0,000	4,000	1,769	1,290	0,049	2,929	0,000	6,037
E 3.1		20.1/3	5,933	0,067	0,000	0,112	3,888	0,000	4,000	1,272	1,646	0,055	3,063	0,000	6,036
E 3.1	Profil20.1-Kern..	20.1/4	5,955	0,045	0,000	0,085	3,915	0,000	4,000	0,967	1,982	0,059	3,018	0,000	6,026
E 3.1		20.1/5	5,884	0,116	0,000	0,127	3,873	0,000	4,000	1,361	1,681	0,057	2,950	0,000	6,049
E 3.1		20.1/6	5,898	0,102	0,000	0,126	3,874	0,000	4,000	1,764	1,368	0,048	2,865	0,000	6,045
E 3.1		20.1/7	5,929	0,071	0,000	0,106	3,894	0,000	4,000	2,027	1,087	0,045	2,877	0,000	6,036
E 3.1	Profil20.1-Rand	20.1/8	5,951	0,049	0,000	0,095	3,903	0,002	4,000	1,853	1,360	0,044	2,772	0,000	6,029
Disthenfreie Granulite															

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summie II
E 10.1	Profil2.1-Rand	2.1/1	5,974	0,026	0,000	0,076	3,924	0,000	4,000	0,473	2,655	0,090	2,800	0,000	6,018
E 10.1	Profil2.1-Kern	2.1/3	5,999	0,001	0,000	0,064	3,936	0,000	4,000	0,461	2,637	0,097	2,817	0,000	6,012
E 10.1		2.1/5	5,963	0,037	0,000	0,102	3,897	0,001	4,000	0,488	2,599	0,102	2,839	0,000	6,028
E 10.1		2.1/6	5,903	0,097	0,000	0,090	3,910	0,000	4,000	0,397	1,921	0,427	3,292	0,000	6,037
E 10.1	Profil2.1-Rand	2.1/7	6,003	0,000	0,000	0,013	3,984	0,003	4,000	0,537	1,957	0,187	3,321	0,000	6,002
E 17.1	Profil3.1-Rand	3.1/1	6,083	0,000	0,000	0,011	3,906	0,083	4,000	1,582	1,540	0,059	2,804	0,000	5,985
E 17.1		3.1/2	6,075	0,000	0,000	0,034	3,890	0,076	4,000	1,184	1,805	0,066	2,936	0,000	5,991
E 17.1		3.1/3	6,062	0,000	0,000	0,053	3,885	0,062	4,000	1,262	1,743	0,059	2,934	0,000	5,998
E 17.1		3.1/5	6,024	0,000	0,000	0,066	3,910	0,024	4,000	1,256	1,750	0,055	2,947	0,000	6,008
E 17.1	Profil3.1-Kern	3.1/6	6,060	0,000	0,000	0,065	3,875	0,060	4,000	1,218	1,858	0,073	2,851	0,000	6,000
E 17.1		3.1/7	6,033	0,000	0,000	0,053	3,913	0,034	4,000	2,034	1,257	0,049	2,663	0,000	6,003
E 17.1		3.1/8	6,063	0,000	0,000	0,044	3,894	0,062	4,000	2,005	1,248	0,049	2,691	0,000	5,993
E 17.1		3.1/9	6,044	0,000	0,000	0,038	3,917	0,045	4,000	1,399	1,658	0,124	2,818	0,000	5,999
E 17.1		3.1/10	6,066	0,000	0,000	0,037	3,897	0,066	4,000	1,310	1,629	0,097	2,958	0,000	5,994
E 17.1	Profil3.1-Rand	3.1/11	6,081	0,000	0,000	0,051	3,867	0,082	4,000	1,365	1,670	0,122	2,837	0,000	5,994
E 26	Profil1.1-Rand	1.1/1	6,036	0,000	0,000	0,004	3,989	0,007	4,000	0,306	0,649	0,554	4,448	0,000	5,957
E 26		1.1/2	6,009	0,000	0,000	0,003	3,988	0,009	4,000	0,038	2,625	0,534	2,801	0,000	5,998
E 26		1.1/4	6,008	0,000	0,000	0,059	3,932	0,009	4,000	0,044	2,265	0,198	3,502	0,000	6,009
E 26	Profil1.1-Kern	1.1/5	6,039	0,000	0,000	0,022	3,939	0,039	4,000	0,040	2,306	0,267	3,384	0,000	5,997
E 26		1.1/6	5,993	0,007	0,000	0,066	3,933	0,001	4,000	0,040	2,415	0,292	3,268	0,000	6,015
E 26		1.1/7	6,027	0,000	0,000	0,049	3,924	0,027	4,000	0,055	2,170	0,237	3,542	0,000	6,004
E 26		1.1/8	5,993	0,007	0,000	0,048	3,951	0,001	4,000	0,044	2,551	0,414	3,002	0,000	6,011
E 26		1.1/9	6,030	0,000	0,000	0,013	3,957	0,030	4,000	0,045	2,130	0,224	3,597	0,000	5,996
E 26	Profil1.1-Rand	1.1/10	6,015	0,000	0,000	0,004	3,982	0,014	4,000	0,055	2,153	0,214	3,575	0,000	5,997
E 26	Profil2.1-Rand	1.2/1	6,152	0,000	0,000	0,040	3,808	0,152	4,000	1,019	0,879	0,063	4,016	0,000	5,977
E 26		1.2/2	6,114	0,000	0,000	0,116	3,770	0,114	4,000	0,055	2,124	0,237	3,585	0,000	6,001
E 26		1.2/3	6,103	0,000	0,000	0,143	3,753	0,104	4,000	0,049	2,123	0,248	3,588	0,000	6,008
E 26	Profil2.1-Kern	1.2/4	6,136	0,000	0,000	0,077	3,786	0,137	4,000	0,048	2,154	0,241	3,546	0,000	5,989
E 26		1.2/5	6,122	0,000	0,000	0,094	3,784	0,122	4,000	0,036	2,359	0,269	3,330	0,000	5,994

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 26		1.2/6	6,126	0,000	0,000	0,103	3,771	0,126	4,000	0,054	2,217	0,289	3,435	0,000	5,995
E 26		1.2/7	6,070	0,000	0,000	0,134	3,796	0,070	4,000	0,035	2,557	0,324	3,096	0,000	6,012
E 26	Profil2.1-Rand	1.2/8	6,061	0,000	0,000	0,098	3,842	0,060	4,000	0,039	2,617	0,497	2,855	0,000	6,008
E 29g		8.1/1	6,025	0,000	0,000	0,038	3,937	0,025	4,000	0,872	1,878	0,074	3,178	0,000	6,002
E 29g		8.1/2	6,069	0,000	0,000	0,069	3,862	0,069	4,000	0,789	2,030	0,126	3,056	0,000	6,001
E 29g		8.1/3	6,123	0,000	0,000	0,000	3,901	0,099	4,000	0,602	2,060	0,178	3,106	0,000	5,946
E 29g		8.1/4	6,028	0,000	0,000	0,084	3,889	0,027	4,000	0,588	2,134	0,191	3,098	0,000	6,011
E 29g		8.1/5	6,117	0,000	0,000	0,000	3,921	0,079	4,000	0,527	2,166	0,212	3,027	0,000	5,932
E 29g	Profil 2.1-Rand	2.1/1	6,020	0,000	0,000	0,075	3,905	0,020	4,000	0,867	1,479	0,110	3,555	0,000	6,011
E 29g		2.1/2	6,026	0,000	0,000	0,034	3,940	0,026	4,000	0,823	1,488	0,112	3,579	0,000	6,002
E 29g		2.1/3	6,026	0,000	0,000	0,054	3,920	0,026	4,000	0,815	1,488	0,126	3,576	0,000	6,005
E 29g		2.1/4	5,974	0,026	0,000	0,068	3,927	0,005	4,000	0,915	1,808	0,085	3,210	0,000	6,018
E 29g	Profil2.1-Kern	2.1/5	6,021	0,000	0,000	0,040	3,939	0,021	4,000	0,857	1,495	0,111	3,540	0,000	6,003
E 29g		2.1/6	5,998	0,002	0,000	0,044	3,956	0,000	4,000	0,832	1,497	0,109	3,571	0,000	6,009
E 29g		2.1/7	6,018	0,000	0,000	0,073	3,907	0,020	4,000	0,904	1,509	0,102	3,496	0,000	6,011
E 29g		2.1/8	5,987	0,013	0,000	0,095	3,903	0,002	4,000	0,895	1,482	0,102	3,543	0,000	6,022
E 29g		2.1/9	6,041	0,000	0,000	0,041	3,917	0,042	4,000	1,139	1,464	0,063	3,334	0,000	6,000
E 29g	Profil 2.1-Rand	2.1/10	6,026	0,000	0,000	0,023	3,952	0,025	4,000	0,773	1,954	0,090	3,182	0,000	5,999
E 29g	Profil3.1-Rand	3.1/1	6,020	0,000	0,000	0,036	3,941	0,023	4,000	0,920	1,782	0,067	3,234	0,000	6,003
E 29g		3.1/2	6,047	0,000	0,000	0,050	3,902	0,048	4,000	0,856	1,921	0,080	3,143	0,000	6,000
E 29g		3.1/3	6,057	0,000	0,000	0,067	3,877	0,056	4,000	0,659	2,084	0,102	3,155	0,000	6,000
E 29g		3.1/4	6,085	0,000	0,000	0,013	3,902	0,085	4,000	0,653	2,046	0,091	3,194	0,000	5,984
E 29g	Profil3.1-Kern	3.1/5	6,061	0,000	0,000	0,027	3,912	0,061	4,000	0,698	1,965	0,078	3,252	0,000	5,993
E 29g		3.1/6	6,049	0,000	0,000	0,045	3,906	0,049	4,000	0,764	1,921	0,072	3,241	0,000	5,998
E 29g		3.1/7	6,054	0,000	0,000	0,065	3,880	0,055	4,000	0,715	1,850	0,061	3,376	0,000	6,002
E 29g		3.1/8	6,059	0,000	0,000	0,028	3,913	0,059	4,000	0,887	1,776	0,039	3,291	0,000	5,993
E 29g		3.1/9	6,071	0,000	0,000	0,009	3,920	0,071	4,000	0,827	1,958	0,078	3,125	0,000	5,988
E 29g	Profil3.1-Rand	3.1/10	6,076	0,000	0,000	0,012	3,912	0,076	4,000	0,795	1,820	0,093	3,279	0,000	5,987
E 29.8	Profil2.1-Rand	2.1/1	5,970	0,030	0,000	0,053	3,947	0,000	4,000	0,624	1,370	0,141	3,882	0,000	6,017

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 29.8		2.1/6	5,986	0,014	0,000	0,057	3,939	0,004	4,000	0,672	1,260	0,205	3,876	0,000	6,013
E 29.8		2.1/7	5,898	0,102	0,000	0,185	3,815	0,000	4,000	0,623	1,317	0,186	3,821	0,000	5,947
E 29.8	Profil2.1-Rand	2.1/8	5,969	0,031	0,000	0,029	3,967	0,004	4,000	0,608	1,399	0,151	3,853	0,000	6,011
E 40	Profil1.1-Rand	1.1/1	6,004	0,000	0,000	0,040	3,955	0,005	4,000	0,548	0,859	0,096	4,504	0,000	6,007
E 40		1.1/2	6,066	0,000	0,000	0,002	3,938	0,060	4,000	0,582	0,538	0,103	4,755	0,000	5,978
E 40		1.1/4	6,042	0,000	0,000	0,011	3,946	0,043	4,000	0,577	0,580	0,098	4,739	0,000	5,994
E 40	Profil1.1-Kern	1.1/5	6,037	0,000	0,000	0,045	3,918	0,037	4,000	0,598	0,619	0,095	4,689	0,000	6,001
E 40		1.1/6	6,035	0,000	0,000	0,055	3,910	0,035	4,000	0,587	0,687	0,098	4,632	0,000	6,004
E 40		1.1/7	6,050	0,000	0,000	0,041	3,909	0,050	4,000	0,566	0,780	0,087	4,565	0,000	5,998
E 40		1.1/8	6,019	0,000	0,000	0,050	3,931	0,019	4,000	0,566	0,740	0,086	4,614	0,000	6,006
E 40	Profil1.1-Rand	1.1/9	6,015	0,000	0,000	0,073	3,912	0,015	4,000	0,564	0,816	0,091	4,540	0,000	6,011
E 41e	Profil1-Rand	17	5,883	0,117	0,005	0,085	3,909	0,006	4,000	0,675	0,891	0,085	4,311	0,000	5,962
E 41e		18	5,962	0,038	0,007	0,000	3,999	0,001	4,000	0,990	0,916	0,068	3,996	0,000	5,970
E 41e		19	5,910	0,090	0,003	0,070	3,928	0,002	4,000	1,035	0,979	0,063	3,946	0,000	6,023
E 41e		20	5,920	0,080	0,003	0,072	3,926	0,002	4,000	1,037	1,005	0,066	3,916	0,000	6,024
E 41e	Profil1-Kern	21	5,898	0,102	0,005	0,065	3,934	0,001	4,000	1,032	1,008	0,066	3,923	0,000	6,029
E 41e		22	5,917	0,083	0,003	0,077	3,923	0,000	4,000	1,077	0,968	0,064	3,918	0,000	6,027
E 41e		23	5,932	0,068	0,008	0,067	3,925	0,000	4,000	1,073	0,968	0,062	3,920	0,000	6,023
E 41e		24	5,901	0,099	0,003	0,091	3,906	0,000	4,000	1,080	0,916	0,064	3,976	0,000	6,036
E 41e		25	5,893	0,107	0,002	0,048	3,950	0,000	4,000	1,046	0,905	0,063	4,016	0,000	6,030
E 41e	Profil1-Rand	26	5,920	0,080	0,004	0,042	3,954	0,000	4,000	0,974	0,890	0,067	4,089	0,000	6,020
E 537	Profil1-Rand	29	6,000	0,000	0,005	0,179	3,811	0,005	4,000	0,788	0,966	0,151	4,130	0,000	6,035
E 537		30	5,970	0,030	0,009	0,021	3,970	0,000	4,000	0,896	0,824	0,080	4,209	0,000	6,009
E 537		31	6,010	0,000	0,007	0,000	3,986	0,007	4,000	0,906	0,997	0,097	3,995	0,000	5,995
E 537		33	6,005	0,000	0,010	0,000	4,000	0,000	4,000	0,861	1,078	0,088	3,862	0,000	5,889
E 537		35	6,046	0,000	0,000	0,000	3,994	0,006	4,000	0,883	0,891	0,106	4,055	0,000	5,935
E 537		36	6,015	0,000	0,007	0,000	3,999	0,001	4,000	0,915	0,808	0,096	4,106	0,000	5,925

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 537		42	5,999	0,001	0,010	0,000	3,980	0,020	4,000	0,966	0,614	0,119	4,274	0,000	5,973
E 537		43	6,011	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	4,000	0,973	0,613	0,112	4,272	0,000	5,970
E 537		44	6,018	0,000	0,012	0,000	3,997	0,003	4,000	0,974	0,625	0,132	4,206	0,000	5,937
E 537		45	5,994	0,006	0,007	0,004	3,996	0,000	4,000	0,910	0,746	0,105	4,215	0,000	5,976
E 537		46	6,003	0,000	0,006	0,002	3,998	0,000	4,000	0,891	0,985	0,089	4,023	0,000	5,988
E 537		47	5,971	0,029	0,006	0,040	3,950	0,004	4,000	0,873	0,934	0,095	4,110	0,000	6,012
E 537		49	6,016	0,000	0,004	0,008	3,970	0,018	4,000	0,841	1,063	0,093	4,000	0,000	5,997
E 537	Profil1-Rand	51	5,971	0,029	0,009	0,091	3,900	0,000	4,000	0,680	0,821	0,142	4,379	0,000	6,022
35/4R															
35/4R	Gr1-Rand	2	6,046	0,000	0,000	0,011	3,989	0,000	4,000	1,389	0,922	0,082	3,498	0,013	5,904
35/4R		3	6,061	0,000	0,005	0,000	3,995	0,000	4,000	1,321	1,027	0,074	3,453	0,014	5,889
35/4R		5	6,093	0,000	0,009	0,000	3,990	0,001	4,000	1,014	1,194	0,084	3,531	0,031	5,854
35/4R		6	6,051	0,000	0,003	0,000	3,997	0,000	4,000	0,987	1,193	0,096	3,556	0,019	5,851
35/4R		14	6,122	0,000	0,005	0,000	3,995	0,000	4,000	0,556	1,365	0,119	3,716	0,007	5,763
35/4R		16	6,070	0,000	0,013	0,117	3,870	0,000	4,000	0,620	1,404	0,096	3,681	0,016	5,817
Disthentführende feldspatfreie Glimmerschiefer															
E 602a	Profil1-Rand	1	5,910	0,090	0,001	0,076	3,918	0,005	4,000	0,885	0,185	0,053	4,901	0,011	6,035
E 602a		2	5,857	0,143	0,001	0,157	3,839	0,003	4,000	0,880	0,122	0,060	4,998	0,000	6,060
E 602a		3	5,925	0,075	0,004	0,081	3,915	0,000	4,000	0,872	0,090	0,067	5,001	0,000	6,030
E 602a		4	5,890	0,110	0,002	0,125	3,872	0,001	4,000	0,780	0,152	0,079	5,036	0,000	6,047
E 602a		5	5,859	0,141	0,004	0,112	3,882	0,002	4,000	0,785	0,156	0,079	5,030	0,000	6,050
E 602a	Profil1-Kern	7	5,886	0,114	0,005	0,121	3,873	0,001	4,000	0,864	0,300	0,058	4,824	0,000	6,046
E 602a		8	5,892	0,108	0,000	0,001	3,891	0,000	4,000	0,827	0,313	0,053	4,843	0,007	6,043
E 602a		9	5,814	0,186	0,010	0,180	3,808	0,012	4,000	0,626	0,123	0,117	5,189	0,020	6,075
E 602a		10	5,815	0,185	0,000	0,163	3,835	0,002	4,000	0,732	0,079	0,052	5,208	0,000	6,071
E 602a		11	5,799	0,201	0,004	0,171	3,820	0,005	4,000	0,804	0,074	0,059	5,110	0,034	6,081
E 602a		12	5,812	0,188	0,002	0,179	3,817	0,002	4,000	0,853	0,191	0,051	4,964	0,018	6,077
E 602a	Profil1-Rand	13	5,830	0,170	0,000	0,150	3,850	0,000	4,000	0,931	0,181	0,060	4,882	0,013	6,067

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 534		2/11	6,076	0,000	0,009	0,004	3,966	0,021	4,000	1,082	0,678	0,184	3,969	0,000	5,913
E 534		2/12	6,017	0,000	0,008	0,000	3,992	0,000	4,000	1,026	0,803	0,173	3,951	0,000	5,953
E 534		2/13	6,069	0,000	0,002	0,000	3,998	0,000	4,000	1,110	0,637	0,170	3,906	0,000	5,823
E 534		2/14	6,045	0,000	0,001	0,000	3,999	0,000	4,000	0,819	0,712	0,207	4,178	0,000	5,916
E 534	Profil2-Kern	2/14	6,003	0,000	0,011	0,009	3,971	0,009	4,000	0,813	0,707	0,206	4,273	0,000	5,999
E 534		2/15	6,027	0,000	0,005	0,000	3,977	0,018	4,000	0,986	0,596	0,197	4,200	0,000	5,979
Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 534		2/16	6,045	0,000	0,004	0,000	4,000	0,000	4,000	0,939	0,655	0,200	4,127	0,000	5,921
E 534		2/17	6,043	0,000	0,000	0,000	3,997	0,003	4,000	0,954	0,572	0,181	4,180	0,000	5,887
E 534		2/18	6,074	0,000	0,004	0,000	4,000	0,000	4,000	0,923	0,585	0,183	4,143	0,000	5,834
E 534		2/19	6,066	0,000	0,010	0,002	3,987	0,001	4,000	0,879	0,595	0,195	4,128	0,000	5,797
E 534		2/20	6,085	0,000	0,005	0,000	3,999	0,001	4,000	0,993	0,612	0,181	4,048	0,000	5,834
E 534	Profil2-Rand	2/21	6,064	0,000	0,009	0,000	3,997	0,003	4,000	0,998	0,636	0,178	4,063	0,000	5,875
Übergang Eklogit Gneis															
E 57	Profil4.1-Rand	4.1/1	5,869	0,131	0,000	0,109	3,891	0,000	4,000	1,215	2,170	0,058	2,605	0,000	6,048
E 57		4.1/2	5,879	0,121	0,000	0,076	3,803	0,000	4,000	1,226	2,181	0,053	2,580	0,000	6,040
E 57		4.1/3	5,915	0,085	0,000	0,039	3,957	0,004	4,000	1,240	2,239	0,052	2,494	0,000	6,025
E 57		4.1/4	5,902	0,098	0,000	0,062	3,938	0,000	4,000	1,185	2,191	0,059	2,597	0,000	6,032
E 57		4.1/5	5,875	0,125	0,000	0,063	3,936	0,001	4,000	1,178	2,148	0,060	2,652	0,000	6,038
E 57	Profil4.1-Kern	4.1/6	5,871	0,129	0,000	0,085	3,912	0,003	4,000	1,193	2,162	0,049	2,639	0,000	6,043
E 57		4.1/7	5,881	0,119	0,000	0,114	3,886	0,000	4,000	1,231	2,303	0,045	2,469	0,000	6,048
E 57		4.1/9	5,887	0,113	0,000	0,099	3,901	0,000	4,000	1,175	2,206	0,051	2,612	0,000	6,044
E 57		4.1/10	5,847	0,153	0,010	0,112	3,878	0,000	4,000	1,163	2,140	0,053	2,697	0,000	6,053
E 57		4.1/11	5,894	0,106	0,000	0,078	3,917	0,005	4,000	1,168	2,158	0,063	2,648	0,000	6,037
E 57	Profil4.1-Rand	4.1/12	5,898	0,102	0,000	0,070	3,929	0,001	4,000	1,175	2,119	0,061	2,679	0,000	6,034
E 542	Profil1-Rand	92	5,933	0,067	0,006	0,012	3,943	0,039	4,000	0,592	2,140	0,441	2,836	0,002	6,011

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 542		93	5,919	0,081	0,008	0,009	3,824	0,159	4,000	0,425	2,603	0,256	2,695	0,000	5,979
E 542		94	5,969	0,031	0,007	0,041	3,927	0,025	4,000	0,295	2,448	0,583	2,687	0,000	6,013
E 542		95	5,945	0,055	0,009	0,036	3,913	0,042	4,000	0,284	2,502	0,581	2,637	0,002	6,006
E 542		96	5,953	0,047	0,013	0,053	3,921	0,013	4,000	0,326	2,542	0,574	2,571	0,000	6,013
E 542		97	5,977	0,023	0,005	0,068	3,916	0,011	4,000	0,286	2,581	0,577	2,561	0,013	6,018
E 542	Profil1-Kern	98	5,979	0,021	0,005	0,043	3,947	0,005	4,000	0,311	2,508	0,572	2,618	0,001	6,010
E 542		99	5,988	0,012	0,016	0,016	3,949	0,019	4,000	0,296	2,502	0,588	2,616	0,000	6,002
E 542		100	5,982	0,018	0,007	0,070	3,921	0,002	4,000	0,332	2,515	0,314	2,845	0,008	6,014
E 542		101	5,985	0,015	0,007	0,041	3,937	0,015	4,000	0,353	2,458	0,312	2,873	0,003	5,999
E 542		102	5,976	0,024	0,011	0,038	3,912	0,039	4,000	0,391	2,449	0,305	2,852	0,009	6,006
E 542		103	5,933	0,067	0,009	0,088	3,856	0,047	4,000	0,652	2,261	0,344	2,766	0,002	6,025
E 542		104	5,954	0,046	0,011	0,059	3,918	0,012	4,000	0,641	2,061	0,491	2,812	0,004	6,009
E 542	Profil1-Rand	105	5,885	0,115	0,005	0,018	3,870	0,107	4,000	0,551	1,863	0,678	2,894	0,013	5,999
Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit															
Granat-feldspatführende Glimmerschiefer															
E 25e		1.1/1	6,043	0,000	0,000	0,000	3,970	0,030	4,000	0,619	1,514	0,098	3,744	0,000	5,975
E 25e		2.1/3	6,159	0,000	0,000	0,005	3,888	0,107	4,000	0,777	1,460	0,083	3,587	0,000	5,907
E 25e		2.1/4	6,143	0,000	0,000	0,000	3,882	0,118	4,000	0,761	1,360	0,077	3,742	0,000	5,940
E 25e		2.1/5	6,114	0,000	0,000	0,096	3,889	0,015	4,000	0,791	1,354	0,080	3,743	0,000	5,968
E 25e		2.1/6	6,197	0,000	0,000	0,002	3,868	0,130	4,000	0,753	1,369	0,086	3,671	0,000	5,879
E 25e		5.1/1	6,162	0,000	0,000	0,004	3,880	0,116	4,000	0,732	1,565	0,094	3,523	0,000	5,914
E 25h	Grt-Rand	1.1/1	6,008	0,000	0,000	0,089	3,903	0,008	4,000	0,444	0,649	0,037	4,887	0,000	6,017
E 25h		1.1/2	5,975	0,025	0,000	0,058	3,938	0,004	4,000	0,688	0,393	0,004	4,931	0,000	6,016
E 25h	Grt-Kern	1.1/3	5,950	0,050	0,000	0,127	3,865	0,008	4,000	0,369	0,764	0,032	4,870	0,000	6,035
E 25h		1.1/4	5,951	0,049	0,000	0,127	3,869	0,004	4,000	0,465	0,596	0,021	4,953	0,000	6,035
E 25h	Profil1-Rand	2	5,988	0,012	0,000	0,016	3,981	0,003	4,000	0,280	1,276	0,205	4,245	0,000	6,006
E 25h		3	5,920	0,080	0,000	0,066	3,934	0,000	4,000	0,281	1,195	0,272	4,282	0,000	6,030

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 25h		9	5,934	0,066	0,000	0,078	3,917	0,005	4,000	0,107	1,844	0,520	3,558	0,000	6,029
E 25h		10	5,947	0,053	0,000	0,049	3,951	0,000	4,000	0,103	1,808	0,522	3,587	0,000	6,020
E 25h		11	5,931	0,069	0,000	0,097	3,899	0,004	4,000	0,241	1,427	0,171	4,194	0,000	6,033
E 25h	Profil1-Rand	12	5,953	0,047	0,000	0,104	3,893	0,003	4,000	0,243	1,731	0,196	3,861	0,000	6,031
E 25i	Profil1.1-Rand	1.1/1	6,013	0,000	0,000	0,063	3,922	0,015	4,000	0,217	1,792	0,537	3,463	0,000	6,009
E 25i		1.1/2	6,022	0,000	0,000	0,054	3,924	0,022	4,000	0,201	1,699	0,498	3,608	0,000	6,006
E 25i	Profil1.1-Kern	1.1/3	5,960	0,040	0,000	0,130	3,870	0,000	4,000	0,223	1,730	0,528	3,553	0,000	6,034
E 25i		1.1/4	6,010	0,000	0,000	0,082	3,909	0,009	4,000	0,191	1,861	0,574	3,388	0,000	6,014
E 25i		1.1/5	5,950	0,050	0,000	0,075	3,918	0,007	4,000	0,350	1,394	0,203	4,078	0,000	6,025
E 25i	Profil1.1-Rand	1.1/6	5,996	0,004	0,000	0,055	3,943	0,002	4,000	0,326	1,433	0,211	4,043	0,000	6,013
E 25i	Profil3.1-Rand	3.1/1	5,976	0,024	0,000	0,108	3,892	0,000	4,000	0,290	1,313	0,187	4,238	0,000	6,028
E 25i		3.1/2	5,939	0,061	0,000	0,123	3,877	0,000	4,000	0,190	1,809	0,350	3,688	0,000	6,037
E 25i	Profil3.1-Kern	3.1/3	6,011	0,000	0,000	0,129	3,861	0,010	4,000	0,191	1,848	0,396	3,588	0,000	6,023
E 25i		3.1/4	5,965	0,035	0,000	0,115	3,885	0,000	4,000	0,150	1,865	0,520	3,495	0,000	6,030
E 25i	Profil3.1-Rand	3.1/5	5,966	0,034	0,000	0,125	3,875	0,000	4,000	0,163	2,142	0,402	3,325	0,000	6,032
E 25k	Grt-Rand	4.1/1	5,985	0,015	0,000	0,129	3,871	0,000	4,000	0,283	2,652	0,191	2,903	0,000	6,029
E 25k	Grt-Kern	4.1/2	5,977	0,023	0,000	0,152	3,848	0,000	4,000	0,263	2,704	0,169	2,899	0,000	6,035
E 25k	Profil1.1-Rand	1.1/1	5,917	0,083	0,000	0,118	3,881	0,001	4,000	0,226	2,898	0,175	2,742	0,000	6,041
E 25k		1.1/2	5,930	0,070	0,000	0,069	3,931	0,000	4,000	0,255	2,506	0,178	3,088	0,000	6,027
E 25k		1.1/3	5,815	0,185	0,000	0,2	3,797	0,000	4,000	0,345	2,496	0,169	3,067	0,000	6,077
E 25k		1.1/4	5,922	0,078	0,000	0,093	3,904	0,003	4,000	0,224	2,839	0,188	2,782	0,000	6,033
E 25k	Profil1.1-Kern	1.1/5	5,943	0,057	0,000	0,071	3,929	0,000	4,000	0,235	2,744	0,167	2,881	0,000	6,027
E 25k		1.1/6	5,922	0,078	0,000	0,125	3,872	0,003	4,000	0,240	2,703	0,148	2,949	0,000	6,040
E 25k		1.1/7	5,917	0,083	0,000	0,079	3,918	0,003	4,000	0,227	2,758	0,191	2,857	0,000	6,033
E 25k		1.1/8	5,915	0,085	0,004	0,106	3,890	0,000	4,000	0,217	2,801	0,200	2,820	0,000	6,038
E 25k	Profil1.1-Rand	1.1/9	5,913	0,087	0,000	0,120	3,880	0,000	4,000	0,217	2,866	0,189	2,770	0,000	6,042

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 52	Grt-Rand	1.2/1	5,884	0,116	0,000	0,086	3,913	0,001	4,000	0,414	1,253	0,119	4,254	0,000	6,040
E 52		1.2/2	5,916	0,084	0,000	0,057	3,943	0,000	4,000	0,374	1,128	0,301	4,225	0,000	6,028
E 52		1.2/3	5,857	0,143	0,000	0,147	3,853	0,000	4,000	0,300	1,355	0,406	3,997	0,000	6,058
E 52		1.2/4	5,884	0,116	0,000	0,132	3,868	0,000	4,000	0,363	1,246	0,245	4,196	0,000	6,050
E 52.7	Profil1-Rand	1	5,995	0,005	0,000	0,032	3,968	0,000	4,000	0,296	0,870	0,045	4,797	0,000	6,008
E 52.7		2	5,983	0,017	0,000	0,074	3,926	0,000	4,000	0,370	0,550	0,209	4,889	0,000	6,018
E 52.7		3	6,002	0,000	0,000	0,034	3,956	0,010	4,000	0,348	0,588	0,166	4,897	0,000	5,999
E 52.7		4	6,032	0,000	0,000	0,013	3,956	0,031	4,000	0,312	0,777	0,063	4,845	0,000	5,997
E 52.7		5	6,044	0,000	0,000	0,000	3,982	0,018	4,000	0,279	0,854	0,043	4,783	0,000	5,959
E 52.7	Profil1-Kern	6	6,000	0,000	0,000	0,042	3,958	0,000	4,000	0,221	0,921	0,138	4,728	0,000	6,008
E 52.7		7	5,995	0,005	0,000	0,039	3,961	0,000	4,000	0,229	0,824	0,172	4,784	0,000	6,009
E 52.7		8	6,017	0,000	0,000	0,048	3,952	0,000	4,000	0,212	0,845	0,226	4,691	0,000	5,974
E 52.7		9	6,038	0,000	0,000	0,028	3,946	0,026	4,000	0,217	0,892	0,252	4,616	0,000	5,977
E 52.7		10	6,010	0,000	0,000	0,005	3,985	0,010	4,000	0,199	0,897	0,269	4,634	0,000	5,999
E 52.7		12	6,029	0,000	0,000	0,000	3,984	0,016	4,000	0,410	0,563	0,232	4,773	0,000	5,978
E 52.7	Profil1-Rand	13	6,038	0,000	0,000	0,010	3,990	0,000	4,000	0,376	0,588	0,207	4,758	0,000	5,929
E 52.7		14	6,007	0,000	0,000	0,035	3,958	0,007	4,000	0,381	0,549	0,214	4,862	0,000	6,006
E 52.7		15	5,982	0,018	0,000	0,051	3,937	0,012	4,000	0,310	0,794	0,057	4,852	0,000	6,013
E 52.7		16	6,003	0,000	0,000	0,016	3,981	0,003	4,000	0,332	0,633	0,169	4,869	0,000	6,003
E 52.8	Profil1-Rand	7	5,990	0,010	0,027	0,097	3,876	0,000	4,000	0,426	0,495	0,291	4,810	0,000	6,022
E 52.8		8	5,994	0,006	0,000	0,033	3,966	0,001	4,000	0,419	0,441	0,539	4,607	0,000	6,006
E 52.8		9	5,997	0,003	0,000	0,054	3,946	0,000	4,000	0,340	0,562	0,280	4,830	0,000	6,012
E 52.8		10	5,968	0,032	0,000	0,075	3,925	0,000	4,000	0,301	0,748	0,137	4,835	0,000	6,021
E 52.8		11	6,010	0,000	0,000	0,042	3,948	0,010	4,000	0,287	0,768	0,130	4,822	0,000	6,007
E 52.8		12	5,989	0,011	0,000	0,073	3,927	0,050	4,000	0,242	0,897	0,197	4,670	0,000	6,006
E 52.8	Profil1-Kern	13	6,019	0,000	0,000	0,050	3,931	0,019	4,000	0,242	0,843	0,192	4,730	0,000	6,007
E 52.8		14	5,973	0,027	0,000	0,078	3,922	0,000	4,000	0,255	0,796	0,194	4,776	0,000	6,021
E 52.8		15	6,008	0,000	0,000	0,044	3,949	0,007	4,000	0,360	0,523	0,322	4,801	0,000	6,006
E 52.8		16	6,004	0,000	0,000	0,014	3,985	0,001	4,000	0,325	0,663	0,165	4,844	0,000	5,997
E 52.8		17	5,951	0,049	0,112	0,012	3,876	0,000	4,000	0,239	0,729	0,266	4,780	0,000	6,014

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 52.8		18	6,052	0,000	0,000	0,003	3,948	0,049	4,000	0,235	0,713	0,327	4,711	0,000	5,986
E 52.8	Profil1-Rand	19	6,014	0,000	0,000	0,039	3,947	0,014	4,000	0,245	0,820	0,196	4,743	0,000	6,004
E 52.8	Profil2.1-Rand	2.1/1	5,911	0,089	0,000	0,023	3,976	0,001	4,000	0,370	0,395	0,535	4,723	0,000	6,023
E 52.8		2.1/2	5,917	0,083	0,000	0,089	3,910	0,001	4,000	0,276	0,775	0,122	4,861	0,000	6,034
E 52.8		2.1/3	5,942	0,058	0,000	0,047	3,953	0,000	4,000	0,225	0,805	0,227	4,763	0,000	6,020
E 52.8	Profil2.1-Kern	2.1/4	5,941	0,059	0,000	0,040	3,960	0,000	4,000	0,229	0,855	0,227	4,709	0,000	6,020
E 52.8		2.1/5	5,925	0,075	0,000	0,040	3,956	0,004	4,000	0,224	0,892	0,204	4,704	0,000	6,024
E 52.8		2.1/6	5,916	0,084	0,000	0,077	3,922	0,001	4,000	0,270	0,714	0,132	4,915	0,000	6,031
E 52.8		2.1/7	5,938	0,062	0,000	0,065	3,929	0,006	4,000	0,279	0,789	0,121	4,837	0,000	6,026
E 52.8		2.1/8	5,942	0,058	0,000	0,026	3,970	0,004	4,000	0,304	0,618	0,148	4,947	0,000	6,017
E 52.8	Profil2.1-Rand	2.1/9	5,930	0,070	0,000	0,069	3,926	0,005	4,000	0,350	0,529	0,306	4,844	0,000	6,029
E 53b	Profil2.1-Rand	2.1/1	6,006	0,000	0,000	0,018	3,974	0,008	4,000	0,301	1,342	0,373	3,986	0,000	6,002
E 53b		2.1/2	5,956	0,044	0,000	0,030	3,965	0,005	4,000	0,361	1,386	0,145	4,123	0,000	6,015
E 53b		2.1/3	6,043	0,000	0,000	0,025	3,933	0,042	4,000	0,333	1,404	0,280	3,980	0,000	5,997
E 53b	Profil2.1-Kern	2.1/4	6,007	0,000	0,000	0,066	3,927	0,007	4,000	0,309	1,309	0,356	4,037	0,000	6,011
E 53b		2.1/5	5,996	0,004	0,000	0,047	3,952	0,001	4,000	0,302	1,364	0,395	3,949	0,000	6,010
E 53b	Profil2.1-Rand	2.1/6	5,978	0,022	0,000	0,034	3,966	0,000	4,000	0,324	1,319	0,292	4,076	0,000	6,011
E 56	Profil4.1-Rand	4.1/1	5,879	0,121	0,000	0,137	3,863	0,000	4,000	0,349	1,014	0,666	4,023	0,000	6,052
E 56		4.1/2	5,883	0,117	0,000	0,119	3,881	0,000	4,000	0,343	0,989	0,689	4,026	0,000	6,047
E 56		4.1/3	5,886	0,114	0,000	0,106	3,894	0,000	4,000	0,291	1,037	0,706	4,010	0,000	6,044
E 56	Profil4.1-Kern	4.1/4	5,922	0,078	0,000	0,105	3,894	0,001	4,000	0,312	1,055	0,781	3,889	0,000	6,037
E 56		4.1/5	5,916	0,084	0,000	0,135	3,860	0,005	4,000	0,309	1,023	0,769	3,942	0,000	6,043
E 56		4.1/6	5,973	0,027	0,000	0,047	3,952	0,001	4,000	0,330	0,966	0,860	3,858	0,000	6,014
E 56	Profil4.1-Rand	4.1/7	5,914	0,086	0,000	0,078	3,921	0,001	4,000	0,329	0,972	0,866	3,867	0,000	6,034
E 251	Profil4.1-Rand	4.1/1	5,939	0,061	0,000	0,053	3,942	0,005	4,000	0,861	0,750	0,073	4,338	0,000	6,022
E 251		4.1/2	5,946	0,054	0,011	0,061	3,927	0,001	4,000	0,900	0,754	0,069	4,300	0,000	6,023
E 251		4.1/3	5,879	0,121	0,000	0,129	3,871	0,000	4,000	0,944	0,671	0,080	4,355	0,000	6,050
E 251	Profil4.1-Kern	4.1/4	5,941	0,059	0,000	0,065	3,932	0,003	4,000	0,819	0,846	0,068	4,291	0,000	6,024

Strukturformeln ausgewählter Granate		Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
Probe	Position	Analyse												
E 251		4.1/5	5,916	0,084	0,000	0,070	3,930	4,000	0,805	0,868	0,073	4,285	0,000	6,031
E 251		4.1/6	5,973	0,027	0,000	0,024	3,976	4,000	0,916	0,612	0,074	4,408	0,000	6,010
E 251	Profil4.1-Rand	4.1/7	5,973	0,027	0,000	0,031	3,969	4,000	0,834	0,702	0,070	4,406	0,000	6,012
E 543	Profil1-Rand	2	5,861	0,139	0,000	0,123	3,871	4,000	0,495	0,113	0,115	5,330	0,000	6,053
E 543		3	5,819	0,181	0,037	0,165	3,798	4,000	0,530	0,281	0,031	5,220	0,000	6,062
E 543		4	5,827	0,173	0,000	0,135	3,864	4,000	0,541	0,396	0,055	5,069	0,000	6,061
E 543		5	5,825	0,175	0,000	0,121	3,878	4,000	0,544	0,131	0,080	5,304	0,000	6,059
E 543		6	5,811	0,189	0,000	0,167	3,833	4,000	0,464	0,268	0,031	5,309	0,000	6,072
E 543	Profil1-Kern	7	5,837	0,163	0,028	0,148	3,820	4,000	0,177	1,451	0,106	4,323	0,000	6,057
E 543		8	5,794	0,206	0,028	0,187	3,784	4,000	0,143	1,783	0,226	3,923	0,000	6,075
E 543		9	5,799	0,201	0,000	0,172	3,824	4,000	0,228	0,942	0,092	4,812	0,000	6,074
E 543		10	5,778	0,222	0,000	0,157	3,842	4,000	0,535	0,129	0,034	5,378	0,000	6,076
E 543		11	5,791	0,209	0,000	0,138	3,861	4,000	0,566	0,119	0,026	5,358	0,000	6,069
E 543		12	5,812	0,188	0,000	0,138	3,857	4,000	0,627	0,143	0,043	5,252	0,000	6,065
E 543	Profil1-Rand	13	5,826	0,174	0,000	0,084	3,914	4,000	0,576	0,115	0,066	5,294	0,000	6,051
Granatf-chloritoidführende feldspatfreie Glimmerschiefer														
E 34b/1	Grt-Rand	1.1/1	5,945	0,055	0,000	0,052	3,948	4,000	0,418	0,077	0,040	5,486	0,000	6,021
E 34b/1	Profil4.1-Rand	4.1/1	5,937	0,063	0,000	0,070	3,929	4,000	0,468	0,065	0,020	5,473	0,000	6,026
E 34b/1		4.1/2	5,944	0,056	0,000	0,066	3,934	4,000	0,492	0,066	0,019	5,447	0,000	6,024
E 34b/1	Profil4.1-Kern	4.1/3	5,981	0,019	0,000	0,017	3,982	4,000	0,451	0,100	0,020	5,437	0,000	6,008
E 34b/1		4.1/4	5,912	0,088	0,000	0,069	3,930	4,000	0,436	0,099	0,023	5,474	0,000	6,032
E 34b/1		4.1/5	5,959	0,041	0,000	0,000	4,000	4,000	0,476	0,073	0,013	5,439	0,000	6,001
E 34b/1	Profil4.1-Rand	4.1/6	5,896	0,104	0,000	0,047	3,953	4,000	0,447	0,042	0,019	5,523	0,000	6,031
E 34b/2	Profil2.1-Rand	2.1/1	5,930	0,070	0,000	0,102	3,895	4,000	0,498	0,109	0,024	5,403	0,000	6,034
E 34b/2		2.1/2	5,919	0,081	0,000	0,133	3,863	4,000	0,494	0,101	0,034	5,414	0,000	6,043
E 34b/2	Profil2.1-Kern	2.1/3	5,899	0,101	0,000	0,072	3,924	4,000	0,514	0,076	0,017	5,428	0,000	6,035
E 34b/2		2.1/4	5,955	0,045	0,000	0,084	3,916	4,000	0,426	0,051	0,035	5,513	0,000	6,025
E 34b/2		2.1/5	5,917	0,083	0,000	0,058	3,935	4,000	0,359	0,079	0,039	5,551	0,000	6,028

Strukturformeln ausgewählter Granate																		
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II			
E 34b/2		2.1/6	5,914	0,086	0,000	0,071	3,929	0,000	4,000	0,429	0,063	0,043	5,496	0,000	6,031			
E 34b/2		2.1/7	5,939	0,061	0,000	0,058	3,942	0,000	4,000	0,479	0,056	0,032	5,456	0,000	6,023			
E 34b/2	Profil2.1-Rand	2.1/8	5,965	0,035	0,000	0,059	3,939	0,002	4,000	0,487	0,080	0,029	5,423	0,000	6,019			
Granat-chloritoid- feldspatführende Glimmerschiefer																		
E 23b	Profil1-Rand	2	6,039	0,000	0,000	0,023	3,939	0,038	4,000	0,273	1,207	0,376	4,141	0,000	5,997			
E 23b		3	6,017	0,000	0,000	0,035	3,948	0,017	4,000	0,450	1,196	0,386	3,972	0,000	6,004			
E 23b		4	5,957	0,043	0,000	0,108	3,888	0,004	4,000	0,455	1,202	0,459	3,914	0,000	6,030			
E 23b		5	5,990	0,010	0,000	0,126	3,874	0,000	4,000	0,351	1,486	0,691	3,500	0,000	6,028			
E 23b		8	5,965	0,035	0,000	0,142	3,858	0,000	4,000	0,327	1,358	0,872	3,479	0,000	6,036			
E 23b		9	6,017	0,000	0,000	0,072	3,911	0,017	4,000	0,345	1,471	0,691	3,504	0,000	6,011			
E 23b		10	5,986	0,014	0,000	0,109	3,890	0,001	4,000	0,426	1,419	0,456	3,723	0,000	6,024			
E 23b	Profil1-Kern	12	5,987	0,013	0,000	0,127	3,872	0,001	4,000	0,445	1,259	0,435	3,887	0,000	6,026			
E 23b		13	5,975	0,025	0,000	0,124	3,867	0,009	4,000	0,468	1,161	0,411	3,990	0,000	6,030			
E 23b		14	5,997	0,003	0,000	0,099	3,901	0,000	4,000	0,342	1,259	0,370	4,050	0,000	6,021			
E 23b		15	5,990	0,010	0,000	0,111	3,883	0,006	4,000	0,332	1,324	0,388	3,980	0,000	6,024			
E 23b		17	5,988	0,012	0,000	0,121	3,876	0,003	4,000	0,404	1,091	0,422	4,109	0,000	6,026			
E 23b		18	6,013	0,000	0,000	0,097	3,890	0,013	4,000	0,349	1,367	0,378	3,924	0,000	6,018			
E 23b		19	6,021	0,000	0,000	0,093	3,886	0,021	4,000	0,395	1,260	0,370	3,990	0,000	6,015			
E 23b		20	5,986	0,014	0,000	0,117	3,883	0,000	4,000	0,347	1,296	0,376	4,007	0,000	6,026			
E 23b	Profil1-Rand	22	6,002	0,000	0,000	0,074	3,921	0,005	4,000	0,318	1,299	0,348	4,050	0,000	6,015			
E 513	Profil1-Rand	1.1/1	6,038	0,000	0,007	0,017	3,938	0,038	4,000	0,284	0,541	0,493	4,677	0,000	5,995			
E 513		1.1/2	6,016	0,000	0,007	0,011	3,966	0,016	4,000	0,315	0,482	0,355	4,844	0,000	5,996			
E 513		1.1/3	6,094	0,000	0,000	0,009	3,899	0,092	4,000	0,267	0,616	0,537	4,561	0,000	5,981			
E 513		1.1/4	6,081	0,000	0,009	0,001	3,922	0,068	4,000	0,196	0,870	0,832	4,070	0,000	5,968			
E 513		1.1/5	6,026	0,000	0,012	0,019	3,942	0,027	4,000	0,154	1,116	1,340	3,386	0,000	5,996			
E 513	Profil1-Kern	1.1/6	6,029	0,000	0,023	0,011	3,937	0,029	4,000	0,152	1,105	1,475	3,259	0,000	5,991			
E 513		1.1/7	6,157	0,000	0,012	0,000	3,870	0,118	4,000	0,140	1,072	1,602	3,104	0,000	5,918			
E 513		1.1/8	6,057	0,000	0,010	0,002	3,937	0,051	4,000	0,178	1,017	0,992	3,792	0,000	5,979			
E 513		1.1/9	5,998	0,002	0,005	0,076	3,917	0,000	4,000	0,160	0,916	0,913	4,025	0,000	6,014			
E 513		1.1/10	6,009	0,000	0,005	0,026	3,961	0,008	4,000	0,173	0,982	0,949	3,898	0,000	6,002			

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 513		1.1/11	6,023	0,000	0,009	0,083	3,886	0,022	4,000	0,252	0,568	0,589	4,601	0,000	6,010
E 513		1.1/12	6,164	0,000	0,011	0,000	3,873	0,116	4,000	0,252	0,541	0,506	4,608	0,000	5,907
E 513	Profil1-Rand	1.1/13	6,041	0,000	0,033	0,027	3,897	0,043	4,000	0,287	0,558	0,441	4,704	0,000	5,990
E 514	Profil1.1-Rand	1.1/1	6,108	0,000	0,000	0,012	3,967	0,021	4,000	0,695	0,845	0,140	4,195	0,000	5,875
E 514		1.1/2	6,037	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	4,000	0,902	0,484	0,073	4,471	0,000	5,930
E 514		1.1/3	6,031	0,000	0,000	0,010	3,988	0,002	4,000	0,901	0,525	0,066	4,467	0,000	5,959
E 514		1.1/4	6,081	0,000	0,000	0,000	3,965	0,035	4,000	0,582	1,132	0,174	4,038	0,000	5,926
E 514	Profil1.1-Kern	1.1/5	6,088	0,000	0,000	0,000	3,951	0,049	4,000	0,471	1,453	0,255	3,756	0,000	5,935
E 514		1.1/6	6,090	0,000	0,000	0,000	3,962	0,038	4,000	0,502	1,518	0,318	3,578	0,000	5,916
E 514		1.1/7	6,089	0,000	0,000	0,000	3,960	0,040	4,000	0,570	1,378	0,208	3,763	0,000	5,919
E 514		1.1/8	6,053	0,000	0,000	0,013	3,934	0,053	4,000	0,667	1,149	0,145	4,032	0,000	5,993
E 514		1.1/9	6,038	0,000	0,000	0,000	3,999	0,001	4,000	0,774	0,635	0,131	4,399	0,000	5,939
E 514		1.1/10	6,046	0,000	0,000	0,001	3,979	0,020	4,000	0,790	0,634	0,111	4,425	0,000	5,960
E 514	Profil1.1-Rand	1.1/11	6,102	0,000	0,000	0,000	3,981	0,019	4,000	0,951	0,494	0,047	4,389	0,000	5,881
E 516	Profil5.1-Rand	5.1/1	6,056	0,000	0,000	0,035	3,909	0,056	4,000	0,581	0,345	0,033	5,037	0,000	5,996
E 516		5.1/2	6,030	0,000	0,000	0,028	3,941	0,031	4,000	0,562	0,528	0,071	4,839	0,000	6,000
E 516		5.1/3	6,040	0,000	0,000	0,055	3,905	0,040	4,000	0,447	0,772	0,120	4,664	0,000	6,003
E 516		5.1/4	6,062	0,000	0,000	0,014	3,923	0,063	4,000	0,295	1,054	0,234	4,407	0,000	5,990
E 516	Profil5.1-Kern	5.1/5	6,045	0,000	0,000	0,011	3,944	0,045	4,000	0,186	1,239	0,527	4,041	0,000	5,993
E 516		5.1/6	6,032	0,000	0,000	0,017	3,951	0,032	4,000	0,293	1,037	0,264	4,402	0,000	5,996
E 516		5.1/7	6,019	0,000	0,000	0,020	3,961	0,019	4,000	0,182	1,135	0,546	4,135	0,000	5,998
E 516		5.1/8	6,010	0,000	0,000	0,036	3,954	0,010	4,000	0,450	0,587	0,124	4,844	0,000	6,005
E 516		5.1/10	6,021	0,000	0,000	0,059	3,920	0,021	4,000	0,513	0,541	0,075	4,879	0,000	6,008
E 516		5.1/11	6,023	0,000	0,000	0,052	3,925	0,023	4,000	0,566	0,410	0,035	4,994	0,000	6,005
E 516	Profil5.1-Rand	5.1/12	6,072	0,000	0,000	0,058	3,870	0,072	4,000	0,538	0,308	0,058	5,093	0,000	5,997
E 518	Profil1-Rand	1/27	5,952	0,048	0,008	0,000	3,998	0,002	4,000	0,223	0,826	0,889	4,060	0,000	5,998
E 518		1/28	5,952	0,048	0,000	0,000	4,000	0,000	4,000	0,218	0,842	0,924	4,012	0,000	5,996
E 518		1/29	5,951	0,049	0,001	0,000	3,999	0,000	4,000	0,218	0,842	0,925	4,012	0,000	5,997

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 518		1/30	5,912	0,088	0,009	0,022	3,963	0,006	4,000	0,226	0,870	0,860	4,064	0,000	6,020
E 518	Profil1-Kern	(1/31)	5,971	0,029	0,007	0,016	3,977	0,000	4,000	0,227	0,845	0,892	4,044	0,000	6,008
E 518		1/32	5,949	0,051	0,015	0,013	3,972	0,000	4,000	0,241	0,785	0,910	4,075	0,000	6,011
E 518		1/33	6,005	0,000	0,000	0,002	3,998	0,000	4,000	0,213	0,730	0,887	3,999	0,000	5,829
E 518	Profil1-Rand	1/35	5,896	0,104	0,010	0,062	3,927	0,001	4,000	0,207	0,608	1,017	4,197	0,000	6,029
E 520	Profil1-Rand	1/1	5,970	0,030	0,008	0,051	3,941	0,000	4,000	0,249	0,937	0,623	4,206	0,000	6,015
E 520		1/4	5,960	0,040	0,005	0,073	3,913	0,009	4,000	0,259	0,902	0,601	4,261	0,000	6,023
E 520		1/6	5,941	0,059	0,005	0,109	3,886	0,000	4,000	0,214	0,952	0,896	3,971	0,000	6,033
E 520		1/7	5,931	0,069	0,012	0,112	3,876	0,000	4,000	0,210	0,955	0,985	3,884	0,000	6,034
E 520		1/8	5,969	0,031	0,012	0,092	3,896	0,000	4,000	0,190	1,074	0,960	3,798	0,000	6,022
E 520		1/9	6,010	0,000	0,012	0,000	3,979	0,009	4,000	0,018	1,244	0,953	3,778	0,000	5,993
E 520		1/10	5,955	0,045	0,017	0,080	3,903	0,000	4,000	0,170	1,384	0,930	3,538	0,000	6,022
E 520		1/11	5,977	0,023	0,006	0,065	3,928	0,001	4,000	0,172	1,315	0,957	3,572	0,000	6,016
E 520	Profil1-Kern	1/12	5,923	0,077	0,017	0,079	3,902	0,002	4,000	0,170	1,398	0,981	3,479	0,000	6,028
E 520		1/14	5,925	0,075	0,003	0,117	3,876	0,007	4,000	0,164	1,114	1,159	3,601	0,000	6,038
E 520		1/15	5,969	0,031	0,015	0,074	3,907	0,004	4,000	0,168	1,342	1,015	3,492	0,000	6,017
E 520		1/16	5,972	0,028	0,012	0,128	3,852	0,008	4,000	0,182	1,324	0,930	3,593	0,000	6,029
E 520		1/17	5,891	0,109	0,095	0,080	3,818	0,007	4,000	0,189	1,208	0,952	3,670	0,000	6,019
E 520		1/18	5,961	0,039	0,008	0,076	3,911	0,005	4,000	0,210	0,933	0,994	3,885	0,000	6,022
E 520		1/19	5,975	0,025	0,009	0,068	3,923	0,000	4,000	0,226	0,856	0,963	3,973	0,000	6,018
E 520		1/20	5,977	0,023	0,008	0,066	3,926	0,000	4,000	0,233	0,919	0,807	4,058	0,000	6,017
E 520		1/21	5,921	0,079	0,010	0,103	3,887	0,000	4,000	0,234	0,921	0,773	4,107	0,000	6,035
E 520		1/22	5,921	0,079	0,008	0,103	3,888	0,001	4,000	0,238	0,978	0,652	4,167	0,000	6,035
E 520		1/23	5,885	0,115	0,012	0,158	3,828	0,002	4,000	0,240	0,938	0,637	4,237	0,000	6,052
E 520	Profil1-Rand	1/24	5,840	0,160	0,130	0,081	3,789	0,000	4,000	0,257	0,834	0,653	4,278	0,000	6,022
Glimmerschiefer am Erzgebirgsnordrand															
E 510	Profil1.2-Rand	21/1.2	5,903	0,097	0,018	0,116	3,865	0,001	4,000	0,229	0,957	0,033	4,821	0,000	6,040
E 510		27/1.2	5,972	0,028	0,010	0,079	3,910	0,001	4,000	0,251	0,810	0,019	4,939	0,000	6,019
E 510	Profil2.1-Kern	28/1.2	5,931	0,069	0,013	0,123	3,858	0,006	4,000	0,227	0,808	0,030	4,971	0,000	6,036

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 510		29/1.2	5,821	0,179	0,018	0,292	3,689	0,001	4,000	0,176	0,958	0,030	4,926	0,000	6,090
E 510	Profil2.1-Rand	30/1.2	5,924	0,076	0,022	0,185	3,790	0,003	4,000	0,160	0,920	0,033	4,936	0,000	6,049
E 510	Profil2-Rand	35/2	5,813	0,187	0,016	0,228	3,754	0,002	4,000	0,209	0,911	0,057	4,903	0,000	6,080
E 510		36/2	5,865	0,135	0,011	0,116	3,869	0,004	4,000	0,203	0,860	0,050	4,935	0,000	6,048
E 510	Profil2-Kern	37/2	5,882	0,118	0,018	0,107	3,874	0,001	4,000	0,222	0,880	0,047	4,893	0,000	6,042
E 510		38/2	5,879	0,121	0,012	0,146	3,842	0,000	4,000	0,224	0,775	0,037	5,014	0,000	6,050
E 510		39/2	5,837	0,163	0,009	0,194	3,791	0,006	4,000	0,249	0,740	0,025	5,055	0,000	6,069
E 510	Profil2-Rand	40/2	5,976	0,024	0,010	0,064	3,926	0,000	4,000	0,267	0,722	0,024	5,002	0,000	6,015
E 305	Profil3.1-Rand	3.1/1	5,970	0,030	0,000	0,044	3,956	0,000	4,000	0,293	0,733	0,592	4,397	0,000	6,015
E 305		3.1/2	6,016	0,000	0,000	0,009	3,990	0,001	4,000	0,298	0,710	0,604	4,376	0,000	5,988
E 305		3.1/3	6,006	0,000	0,000	0,038	3,955	0,007	4,000	0,313	0,680	0,630	4,383	0,000	6,006
E 305		3.1/4	5,974	0,026	0,000	0,054	3,946	0,000	4,000	0,315	0,683	0,633	4,386	0,000	6,017
E 305	Profil3.1-Kern	3.1/5	5,996	0,004	0,000	0,015	3,985	0,000	4,000	0,276	0,761	0,657	4,310	0,000	6,004
E 305		3.1/6	5,992	0,008	0,000	0,022	3,978	0,000	4,000	0,276	0,760	0,656	4,314	0,000	6,006
E 305		3.1/7	6,032	0,000	0,000	0,000	3,979	0,021	4,000	0,281	0,751	0,671	4,275	0,000	5,978
E 305		3.1/8	6,000	0,000	0,000	0,011	3,989	0,000	4,000	0,296	0,692	0,600	4,414	0,000	6,002
E 305		3.1/9	6,010	0,000	0,000	0,000	4,000	0,000	4,000	0,307	0,688	0,582	4,405	0,000	5,982
E 305	Profil3.1-Rand	3.1/10	6,002	0,000	0,000	0,012	3,998	0,000	4,000	0,296	0,698	0,574	4,411	0,000	5,979
E 529	Profil1-Rand	1	5,978	0,022	0,000	0,094	3,906	0,000	4,000	0,568	0,343	1,312	3,800	0,000	6,023
E 529		2	6,006	0,000	0,000	0,053	3,937	0,010	4,000	0,607	0,433	1,030	3,939	0,000	6,009
E 529		3	5,989	0,011	0,000	0,127	3,870	0,003	4,000	0,565	0,540	1,335	3,587	0,000	6,027
E 529		4	6,003	0,000	0,000	0,103	3,894	0,003	4,000	0,323	0,690	2,146	2,861	0,000	6,020
E 529	Profil1-Kern	5	5,987	0,013	0,000	0,136	3,861	0,003	4,000	0,270	0,760	2,269	2,731	0,000	6,030
E 529		6	6,020	0,000	0,000	0,073	3,906	0,021	4,000	0,500	0,471	1,400	3,640	0,000	6,011
E 529		7	6,006	0,000	0,000	0,064	3,930	0,006	4,000	0,551	0,411	1,080	3,969	0,000	6,011
E 529		8	5,971	0,029	0,000	0,140	3,860	0,000	4,000	0,562	0,411	0,998	4,063	0,000	6,034
E 529		9	5,950	0,050	0,000	0,158	3,841	0,001	4,000	0,551	0,421	1,049	4,020	0,000	6,041
E 529	Profil1-Rand	10	5,976	0,024	0,000	0,115	3,885	0,000	4,000	0,609	0,331	1,201	3,888	0,000	6,029

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
Orthogneise															
E 22.9	Profil1-Rand	3.1/1	5,928	0,072	0,000	0,061	3,939	0,000	4,000	0,240	0,913	0,046	4,827	0,000	6,026
E 22.9		3.1/2	5,893	0,107	0,000	0,042	3,851	0,000	4,000	0,224	0,920	0,047	4,841	0,000	6,032
E 22.9		3.1/3	5,939	0,061	0,000	0,034	3,963	0,003	4,000	0,211	0,967	0,063	4,778	0,000	6,019
E 22.9	Profil1-Kern	3.1/4	5,971	0,029	0,000	0,004	3,996	0,000	4,000	0,211	0,863	0,073	4,859	0,000	6,006
E 22.9		3.1/6	5,923	0,077	0,000	0,006	3,994	0,000	4,000	0,200	0,896	0,070	4,846	0,000	6,012
E 22.9		3.1/7	5,875	0,125	0,000	0,069	3,931	0,000	4,000	0,229	0,934	0,066	4,810	0,000	6,039
E 22.9		3.1/8	5,944	0,056	0,000	0,027	3,970	0,003	4,000	0,245	0,914	0,041	4,817	0,000	6,017
E 22.9	Profil1-Rand	3.1/9	5,935	0,065	0,000	0,010	3,986	0,004	4,000	0,228	0,898	0,060	4,830	0,000	6,016
E 22g		5	5,995	0,005	0,008	0,231	3,757	0,004	4,000	0,026	3,291	0,287	2,439	0,003	6,046
E 22g		6	5,946	0,054	0,012	0,262	3,726	0,000	4,000	0,018	3,442	0,343	2,259	0,000	6,062
E22g		7	5,958	0,042	0,024	0,322	3,652	0,002	4,000	0,014	3,881	0,370	1,803	0,000	6,068
E 22g		8	5,987	0,013	0,010	0,216	3,772	0,002	4,000	0,017	3,405	0,390	2,231	0,000	6,043
E 22g		22	6,051	0,000	0,008	0,037	3,904	0,051	4,000	0,032	2,612	0,516	2,835	0,000	5,995
E 210	Profil1.1-Rand	10	5,935	0,065	0,000	0,066	3,933	0,001	4,000	1,174	1,315	0,052	3,485	0,000	6,026
E 210		11	5,935	0,065	0,000	0,135	3,859	0,006	4,000	0,350	2,260	0,455	2,975	0,000	6,040
E 210		12	5,943	0,057	0,000	0,071	3,924	0,005	4,000	0,989	1,273	0,059	3,706	0,000	6,027
E 210	Profil1.1-Kern	13	5,951	0,049	0,000	0,109	3,887	0,004	4,000	0,968	1,356	0,059	3,649	0,000	6,032
E 210		14	5,955	0,045	0,000	0,098	3,902	0,000	4,000	1,036	1,280	0,096	3,616	0,000	6,028
E 210		15	5,933	0,067	0,000	0,132	3,868	0,000	4,000	0,920	1,370	0,052	3,698	0,000	6,040
E 210	Profil1.1-Rand	17	5,970	0,030	0,000	0,066	3,934	0,000	4,000	0,961	1,323	0,070	3,666	0,000	6,020
E 210	Profil2-Rand	2.1/1	5,896	0,104	0,000	0,088	3,912	0,000	4,000	0,979	1,648	0,091	3,321	0,000	6,039
E 210		2.1/2	5,941	0,059	0,000	0,063	3,936	0,001	4,000	1,019	1,500	0,091	3,414	0,000	6,024
E 210	Profil2-Kern	2.1/3	5,938	0,062	0,000	0,050	3,949	0,001	4,000	0,606	1,806	0,108	3,503	0,000	6,023
E 210		2.1/4	5,899	0,101	0,000	0,096	3,903	0,001	4,000	0,472	1,799	0,088	3,680	0,000	6,039
E 210		2.1/5	5,947	0,053	0,000	0,036	3,961	0,003	4,000	0,566	1,752	0,075	3,625	0,000	6,018
E 210	Profil2-Rand	2.1/6	5,935	0,065	0,000	0,031	3,967	0,002	4,000	0,964	1,690	0,061	3,304	0,000	6,019
E 210	Profil1-Rand	1/1	6,067	0,000	0,000	0,000	3,963	0,037	4,000	1,141	1,317	0,068	3,424	0,000	5,950
E 210		2/1	6,055	0,000	0,000	0,008	3,943	0,049	4,000	1,081	1,243	0,060	3,597	0,000	5,981
E 210		3/1	6,003	0,000	0,000	0,007	3,991	0,002	4,000	0,962	1,301	0,105	3,633	0,000	6,001
E 210	Profil1-Kern	4/1	6,024	0,000	0,000	0,002	3,976	0,022	4,000	0,958	1,304	0,105	3,625	0,000	5,992
E 210		5/1	6,083	0,000	0,000	0,004	3,921	0,075	4,000	0,817	1,524	0,136	3,498	0,000	5,975
E 210		6/1	6,081	0,000	0,000	0,004	3,936	0,060	4,000	0,905	1,303	0,120	3,630	0,000	5,958

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 210		7/1	5,999	0,001	0,000	0,018	3,975	0,007	4,000	0,962	1,302	0,094	3,646	0,000	6,004
E 210	Profil1-Rand	8/1	6,034	0,000	0,000	0,002	3,963	0,035	4,000	1,065	1,376	0,083	3,466	0,000	5,990
E 34.3	Profil1-Rand	6	5,892	0,108	0,000	0,120	3,880	0,000	4,000	0,444	0,200	0,140	5,261	0,000	6,045
E 34.3		7	5,888	0,112	0,000	0,154	3,846	0,000	4,000	0,372	0,198	0,078	5,406	0,000	6,054
E 34.3		8	5,864	0,136	0,000	0,218	3,781	0,001	4,000	0,275	0,763	0,097	4,937	0,000	6,072
E 34.3	Profil1-Kern	9	5,927	0,073	0,000	0,102	3,889	0,009	4,000	0,286	0,657	0,123	4,969	0,000	6,035
E 34.3		10	5,918	0,082	0,000	0,115	3,885	0,000	4,000	0,276	0,587	0,144	5,033	0,000	6,040
E 34.3		11	5,922	0,078	0,000	0,124	3,876	0,000	4,000	0,324	0,476	0,101	5,141	0,000	6,042
E 34.3		12	5,874	0,126	0,000	0,152	3,846	0,002	4,000	0,406	0,198	0,089	5,363	0,000	6,056
E 34.3	Profil1-Rand	13	6,015	0,000	0,000	0,053	3,930	0,017	4,000	0,321	0,469	0,108	5,110	0,000	6,008
Bohrkern															
322.4	Profil1-Rand	60	6,042	0,000	0,001	0,000	3,975	0,024	4,000	0,509	0,382	0,293	4,765	0,025	5,974
322.4		61	6,049	0,000	0,004	0,000	3,991	0,005	4,000	0,523	0,359	0,274	4,765	0,019	5,940
322.4		62	6,019	0,000	0,004	0,000	3,989	0,007	4,000	0,442	0,389	0,345	4,799	0,008	5,983
322.4		63	6,063	0,000	0,005	0,000	3,969	0,026	4,000	0,427	0,511	0,388	4,610	0,003	5,939
322.4	Profil1-Kern	64	6,001	0,000	0,015	0,001	3,984	0,000	4,000	0,322	1,031	0,390	4,250	0,004	5,997
322.4		65	6,047	0,000	0,016	0,000	3,955	0,029	4,000	0,288	1,063	0,491	4,116	0,011	5,969
322.4		66	6,011	0,000	0,014	0,034	3,941	0,011	4,000	0,250	1,170	0,639	3,938	0,007	6,004
322.4		67	6,053	0,000	0,007	0,000	3,983	0,010	4,000	0,227	1,026	0,837	3,829	0,021	5,940
322.4		68	6,047	0,000	0,010	0,000	3,954	0,036	4,000	0,232	1,079	0,841	3,809	0,019	5,980
322.4	Profil1-Rand	69	6,051	0,000	0,002	0,000	3,998	0,000	4,000	0,247	1,086	0,720	3,848	0,013	5,914
Granat-Phyllit-Einheit															
Granat-Phyllit															
E 24.2		1.1/1	6,010	0,000	0,000	0,067	3,921	0,012	4,000	0,053	1,255	2,044	2,659	0,000	6,011
E 24.2		1.1/2	6,021	0,000	0,000	0,028	3,950	0,022	4,000	0,092	1,390	1,113	3,405	0,000	6,000
E 24.2	Profil2-Rand	2.1/1	5,980	0,020	0,000	0,061	3,936	0,003	4,000	0,042	1,280	2,141	2,553	0,000	6,016
E 24.2		2.1/2	6,003	0,000	0,000	0,078	3,919	0,003	4,000	0,042	1,290	2,169	2,513	0,000	6,014
E 24.2		2.1/3	6,025	0,000	0,000	0,045	3,929	0,026	4,000	0,046	1,386	2,016	2,556	0,000	6,004
E 24.2		2.1/4	6,008	0,000	0,000	0,067	3,925	0,008	4,000	0,083	1,371	1,122	3,436	0,000	6,012

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 24.2		2.1/6	6,028	0,000	0,000	0,056	3,914	0,030	4,000	0,098	1,385	1,103	3,420	0,000	6,006
E 24.2	Profil2-Kern	2.1/7	5,941	0,059	0,000	0,127	3,873	0,000	4,000	0,096	1,438	0,967	3,537	0,000	6,038
E 24.2		2.1/8	5,994	0,006	0,000	0,056	3,940	0,004	4,000	0,084	1,437	1,213	3,279	0,000	6,013
E 24.2		2.1/9	5,984	0,016	0,000	0,071	3,929	0,000	4,000	0,091	1,531	1,198	3,198	0,000	6,018
E 24.2		2.1/10	6,011	0,000	0,000	0,081	3,908	0,011	4,000	0,078	1,478	1,300	3,157	0,000	6,013
E 24.2		2.1/11	5,977	0,023	0,000	0,071	3,924	0,005	4,000	0,056	1,448	1,627	2,888	0,000	6,019
E 24.2		2.1/12	5,968	0,032	0,000	0,098	3,899	0,003	4,000	0,051	1,347	2,006	2,621	0,000	6,025
E 24.2	Profil2-Rand	2.1/13	6,020	0,000	0,000	0,044	3,931	0,025	4,000	0,044	1,251	2,111	2,598	0,000	6,004
E 24.2b	Profil1.2-Rand	1.2/1	5,996	0,004	0,000	0,098	3,897	0,005	4,000	0,103	1,475	1,209	3,233	0,000	6,020
E 24.2b		1.2/2	6,019	0,000	0,000	0,060	3,919	0,021	4,000	0,104	1,371	1,027	3,507	0,000	6,009
E 24.2b		1.2/3	5,957	0,043	0,000	0,123	3,876	0,001	4,000	0,087	1,442	1,183	3,321	0,000	6,033
E 24.2b	Profil1.2-Kern	1.2/4	5,986	0,014	0,000	0,115	3,884	0,001	4,000	0,092	1,411	1,285	3,238	0,000	6,026
E 24.2b		1.2/6	5,975	0,025	0,000	0,086	3,908	0,006	4,000	0,089	1,414	1,271	3,248	0,000	6,022
E 24.2b		1.2/7	5,991	0,009	0,000	0,084	3,915	0,001	4,000	0,092	1,431	1,193	3,302	0,000	6,018
E 24.2b	Profil2.1-Rand	1.2/8	5,930	0,070	0,000	0,146	3,852	0,002	4,000	0,105	1,423	1,058	3,458	0,000	6,044
Amphibolschiefer															
E 601	Profil1-Rand	16	5,966	0,034	0,010	0,094	3,891	0,015	4,000	0,355	1,985	0,230	3,443	0,014	6,027
E 601		18	6,014	0,000	0,004	0,031	3,956	0,013	4,000	0,371	1,780	0,240	3,610	0,000	6,001
E 601		19	6,000	0,000	0,010	0,097	3,887	0,016	4,000	0,351	1,938	0,243	3,477	0,009	6,018
E 601	Profil1-Kern	20	5,966	0,034	0,010	0,124	3,857	0,009	4,000	0,383	1,876	0,225	3,545	0,002	6,031
E 601		21	6,016	0,000	0,017	0,068	3,900	0,015	4,000	0,347	2,153	0,213	3,287	0,009	6,009
E 601		23	6,021	0,000	0,016	0,036	3,927	0,021	4,000	0,341	1,918	0,243	3,499	0,000	6,001
E 601	Profil1-Rand	24	6,026	0,000	0,005	0,096	3,873	0,026	4,000	0,364	1,969	0,208	3,466	0,006	6,013
Rotgneis-Einheit															
Granat-Amphibolit															
E 540		1	5,922	0,078	0,007	0,078	3,888	0,027	4,000	0,652	2,219	0,387	2,712	0,071	6,041
E 540		2	5,859	0,141	0,005	0,195	3,791	0,014	4,000	0,341	2,316	0,326	2,924	0,009	5,916
E 540		3	5,852	0,148	0,011	0,143	3,815	0,031	4,000	0,357	2,367	0,351	2,973	0,012	6,060

Strukturformeln ausgewählter Granate															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Al	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 540		4	5,859	0,141	0,005	0,149	3,841	0,005	4,000	0,447	2,375	0,347	2,844	0,000	6,013
E 540		5	5,815	0,185	0,013	0,180	3,791	0,016	4,000	0,548	2,125	0,406	2,959	0,000	6,038
E 540		6	5,832	0,168	0,025	0,134	3,829	0,012	4,000	0,648	1,795	0,625	2,977	0,002	6,047
E 540		8	5,898	0,102	0,023	0,044	3,893	0,040	4,000	0,751	1,398	0,688	3,173	0,010	6,020
E 540		9	5,829	0,171	0,017	0,140	3,819	0,024	4,000	0,676	1,431	0,696	3,236	0,018	6,057
E 540		10	5,843	0,157	0,019	0,133	3,847	0,020	4,000	0,526	1,587	0,811	3,129	0,000	6,053
E 540		13	5,906	0,094	0,008	0,091	3,875	0,026	4,000	0,399	2,371	0,409	2,852	0,003	6,034
E 540		14	5,871	0,129	0,021	0,113	3,824	0,042	4,000	0,585	1,787	0,653	3,001	0,010	6,036
E 540	Profil2-Rand	30	5,935	0,065	0,020	0,067	3,909	0,004	4,000	0,454	2,026	0,392	3,137	0,013	6,022
E 540		31	5,892	0,108	0,021	0,072	3,907	0,000	4,000	0,458	2,071	0,400	3,103	0,000	6,032
E 540		32	5,919	0,081	0,016	0,105	3,879	0,000	4,000	0,511	2,032	0,437	3,042	0,009	6,031
E 540		33	5,949	0,051	0,019	0,032	3,949	0,000	4,000	0,415	2,074	0,351	3,161	0,015	6,016
E 540		34	5,958	0,042	0,017	0,079	3,872	0,032	4,000	0,389	2,077	0,268	3,275	0,003	6,012
E 540		35	5,929	0,071	0,004	0,051	3,892	0,053	4,000	0,407	2,303	0,388	2,920	0,004	6,022
E 540		37	5,924	0,076	0,008	0,071	3,895	0,026	4,000	0,412	2,269	0,345	2,999	0,004	6,029
E 540		38	5,951	0,049	0,004	0,027	3,949	0,020	4,000	0,389	2,243	0,329	3,037	0,019	6,017
E 540		39	5,931	0,069	0,008	0,046	3,934	0,012	4,000	0,365	2,313	0,351	2,988	0,000	6,017
E 540		40	5,951	0,049	0,007	0,010	3,945	0,038	4,000	0,339	2,375	0,323	2,946	0,022	6,005
E 540		41	6,027	0,000	0,012	0,011	3,925	0,052	4,000	0,602	2,054	0,248	3,077	0,017	5,998
E 540	Profil2-Kern	42	6,090	0,000	0,000	0,000	3,966	0,034	4,000	0,402	2,067	0,217	3,219	0,008	5,913
E 540		43	6,052	0,000	0,014	0,005	3,917	0,064	4,000	0,432	2,115	0,193	3,226	0,023	5,989
E 540		44	6,029	0,000	0,016	0,000	3,962	0,022	4,000	0,517	2,038	0,253	3,149	0,011	5,968
E 540		45	6,077	0,000	0,014	0,000	3,951	0,035	4,000	0,571	1,998	0,221	3,129	0,002	5,921
E 540		46	6,050	0,000	0,019	0,000	3,957	0,024	4,000	0,584	1,998	0,364	2,979	0,013	5,938
E 540		48	6,040	0,000	0,016	0,000	3,984	0,000	4,000	0,593	2,010	0,322	2,988	0,021	5,934
E 540		49	6,046	0,000	0,018	0,000	3,950	0,032	4,000	0,555	2,007	0,310	3,053	0,000	5,925
E 540		50	6,001	0,000	0,015	0,027	3,953	0,005	4,000	0,543	2,042	0,277	3,111	0,028	6,001
E 540		51	6,053	0,000	0,021	0,000	3,975	0,004	4,000	0,499	2,013	0,215	3,168	0,013	5,908
E 540		52	6,027	0,000	0,016	0,003	3,908	0,073	4,000	0,469	2,046	0,202	3,259	0,008	5,984
E 540		53	6,048	0,000	0,015	0,000	3,964	0,021	4,000	0,430	2,005	0,200	3,294	0,014	5,943
E 540		54	6,048	0,000	0,008	0,000	3,992	0,000	4,000	0,458	2,170	0,303	2,989	0,000	5,920

Strukturformeln ausgewählter Granite															
Probe	Position	Analyse	Si	Al-IV	Ti	Fe3+	Al-VI	Cr	Summ	Mg	Ca	Mn	Fe2+	Na	Summe II
E 540	Profil2-Rand	55	6,064	0,000	0,007	0,000	3,970	0,023	4,000	0,428	2,129	0,316	2,993	0,022	5,888
Aplitgänge															
E 501	Profil1-Rand	1.1/1	5,944	0,056	0,000	0,115	3,884	0,001	4,000	0,186	0,034	1,434	4,380	0,000	6,034
E 501		1.1/2	5,995	0,005	0,000	0,052	3,948	0,000	4,000	0,210	0,040	1,446	4,315	0,000	6,011
E 501		1.1/3	6,000	0,000	0,000	0,058	3,941	0,001	4,000	0,212	0,039	1,473	4,288	0,000	6,012
E 501		1.1/4	6,004	0,000	0,000	0,092	3,898	0,010	4,000	0,233	0,040	1,529	4,216	0,000	6,018
E 501		1.1/5	6,000	0,000	0,000	0,069	3,931	0,000	4,000	0,250	0,042	1,518	4,203	0,000	6,013
E 501		1.1/6	5,959	0,041	0,000	0,105	3,894	0,001	4,000	0,245	0,042	1,515	4,227	0,000	6,029
E 501	Profil1-Kern	1.1/7	5,983	0,017	0,000	0,077	3,923	0,000	4,000	0,239	0,039	1,515	4,226	0,000	6,019

Strukturformeln ausgewählter Helligimmer																					
Probe	Generation	Analyse	Si	Al-IV	Summe	Ti	Al-VI	Cr	Mg	Mn	Fe2+	Summe II	Ca	Ba	Na	K	Summe III	OH	F	Cl	Summe
E 601	III	2.2/1	6,292	1,608	8,000	0,039	3,823	0,000	0,116	0,000	0,282	4,041	0,001	0,000	0,110	1,713	1,924	3,919	0,081	0,000	13,865
E 601	III	3.1/1	6,229	1,771	8,000	0,021	3,712	0,000	0,079	0,000	0,234	4,048	0,000	0,000	0,123	1,787	1,920	3,993	0,007	0,000	13,866
E 601	III	3.1/2	6,162	1,848	8,000	0,008	3,832	0,002	0,091	0,000	0,130	4,031	0,001	0,000	0,127	1,811	1,838	3,912	0,088	0,000	13,870
E 601	III	4.1/1	6,116	1,885	8,000	0,009	3,869	0,000	0,045	0,003	0,132	4,061	0,000	0,000	0,128	1,747	1,875	3,935	0,065	0,000	13,926
E 601	III	5.1/3	6,191	1,809	8,000	0,005	3,822	0,000	0,062	0,000	0,140	4,031	0,000	0,000	0,132	1,784	1,916	3,947	0,053	0,000	13,847
E 601	III	8.1/1	6,172	1,828	8,000	0,004	3,841	0,000	0,080	0,001	0,166	4,074	0,007	0,000	0,108	1,707	1,822	3,935	0,065	0,000	13,896

7.8 Ilmenit

Strukturformeln ausgewählter Ilmenite									
Probe	Si	Ti	Al	Fe3 +	Fe2 +	Mg	Mn		
Gneis-Eklogit-Einheit									
Glimmerschiefer									
E 534	0,000	1,005	0,000	0,064	0,831	0,004	0,059		
E 534	0,000	1,010	0,000	0,050	0,841	0,000	0,064		
Übergang Gneis-Eklogit									
E 542	0,046	0,959	0,026	0,040	0,734	0,003	0,154		
E 542	0,001	1,012	0,000	0,000	0,824	0,003	0,150		
Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit									
Granat-feldspatführende Glimmerschiefer									
E 251	0,002	0,939	0,000	0,118	0,791	0,000	0,150		
E 251	0,023	1,248	0,059	0,000	0,669	0,000	0,001		
E 53b	0,001	0,854	0,273	0,027	0,784	0,000	0,056		
E 53b	0,001	0,994	0,000	0,014	0,828	0,000	0,161		
Granat-chloritoid- feldspatführende Glimmerschiefer									
E 513	0,000	1,094	0,002	0,000	0,788	0,000	0,115		
E 514	0,000	1,055	0,000	0,000	0,884	0,001	0,058		
E 514	0,000	1,288	0,000	0,000	0,615	0,000	0,096		
E 516	0,000	1,039	0,000	0,000	0,932	0,000	0,028		
E 516	0,000	1,041	0,000	0,000	0,936	0,002	0,021		
E 516	0,000	1,040	0,000	0,000	0,938	0,000	0,021		
E 516	0,000	1,009	0,000	0,000	0,977	0,000	0,012		
E 516	0,000	1,031	0,000	0,000	0,937	0,000	0,031		

Strukturformeln ausgewählter Ilmenite									
Probe	Si	Ti	Al	Fe3 +	Fe2 +	Mg	Mn		
E 518	0,001	1,053	0,001	0,000	0,883	0,000	0,062		
E 518	0,000	1,034	0,000	0,000	0,907	0,000	0,059		
E 518	0,000	1,024	0,001	0,000	0,917	0,000	0,058		
E 520	0,000	1,059	0,001	0,000	0,876	0,000	0,063		
E 520	0,000	1,028	0,001	0,000	0,944	0,004	0,023		
Granat-chloritoidführende fedspatfreie Glimmerschiefer									
E 34b	0,000	1,216	0,001	0,000	0,772	0,001	0,009		
E 34b	0,001	1,064	0,000	0,000	0,926	0,001	0,009		
E 34b	0,000	1,062	0,000	0,000	0,928	0,001	0,009		
E 34b	0,000	1,049	0,000	0,000	0,945	0,001	0,004		
Glimmerschiefer am Erzgebirgsnordrand									
E 305	0,002	0,925	0,000	0,242	0,635	0,000	0,148		
E 305	0,000	0,966	0,000	0,136	0,862	0,000	0,002		
E 305	0,000	0,997	0,000	0,084	0,857	0,001	0,022		
E 305	0,000	1,001	0,000	0,080	0,856	0,001	0,021		
E 510	0,000	0,984	0,001	0,031	0,966	0,000	0,018		
Granat-Phyllit-Einheit									
Granat-Phyllit									
E 24	0,000	1,009	0,000	0,000	0,860	0,002	0,129		
E 24	0,001	1,010	0,000	0,000	0,921	0,002	0,066		
Rotgneis-Einheit									
Granat-Amphibolit									
E 540	0,002	0,997	0,000	0,026	0,820	0,000	0,143		
E 543	0,000	0,984	0,000	0,110	0,857	0,001	0,009		
E 543	0,001	0,979	0,000	0,120	0,852	0,001	0,007		

7.9 Klinopyroxen
7.10 Pyrophyllit

Strukturformeln ausgewählter Klinopyroxene															
1) Glimmerschiefer-Eklogit-Einheit, 2) Gneis-Eklogit-Einheit															
	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
Probe	E 52	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57	E 57			
Analyse	5	8	9	10	11	12									
Si-T	1,910	1,911	1,910	1,919	1,927	1,925									
Fe3 +	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000									
Al-T	0,090	0,089	0,090	0,081	0,073	0,075									
Ti-M1	0,013	0,006	0,000	0,006	0,006	0,007									
Fe3 + -M1	0,000	0,038	0,005	0,002	0,011	0,013									
Al-M1	0,532	0,458	0,049	0,036	0,476	0,479									
V-M1	0,000	0,003	0,229	0,239	0,002	0,000									
Cr-M1	0,004	0,000	0,002	0,003	0,002	0,000									
Mg-M1	0,259	0,378	0,558	0,569	0,394	0,395									
Mn-M1	0,000	0,002	0,001	0,002	0,001	0,001									
Fe2 + -M1	0,252	0,110	0,138	0,130	0,108	0,105									
Mg-M2	0,172	0,021	0,011	0,010	0,023	0,010									
Mn-M2	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000									
Fe2 + -M2	0,300	0,007	0,003	0,002	0,008	0,004									
Cr-M2	0,395	0,530	0,773	0,753	0,534	0,546									
Na-M2	0,072	0,447	0,231	0,248	0,435	0,440									
Summ	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000									
Strukturformel von Pyrophyllit															
Probe	Si	Al	Ti	Fe	Cr	V	Zn	Mg	Ca	Na	K	Summe	F	Cl	OH
E 4/6	7,819	4,201	0,001	0,008	0,004	0,011	0,004	0,002	0,001	0,059	0,008	4,299	0,060	0,001	3,939

4.5.2.1

Nordwe
Glimme
Zum Mi
und Tur
Granat:
In Gran
Disthen
Disthen
Hellglin
Einschl
Glimme
Die Ma
Innerhal
Rutil wi

Als älte
Hellglin
schon b
ausgebi
Disthen
flachen

4.5.2.2

Granat:
Aufgrur
zeigen
85 Mol
Hellglin
Die ph
Alumin
grenzer
Si/d.F.F
besitzer

7.11 Staurolith

Strukturformeln ausgewählter Staurolithe																
Probe	Si	Al-IV	Al-VI	Ti	Cr	Ca	Mn	Sum-VI	Mg	Fe2	Zn	Sum-IV	OH	F	Cl	Summe
Glimmerschiefer am Erzgebirgsnordrand																
E 305	7,806	0,194	17,347	0,123	0,007	0,002	0,044	17,523	0,534	3,156	0,066	3,756	4,000	0,000	0,000	29,294
E 305	7,729	0,271	17,293	0,115	0,000	0,000	0,149	17,557	0,627	3,187	0,000	3,814	4,000	0,000	0,000	29,377
E 305	7,692	0,308	17,318	0,139	0,007	0,000	0,166	17,630	0,589	3,092	0,000	3,681	4,000	0,000	0,000	29,342
E 305	7,706	0,294	17,107	0,163	0,005	0,006	0,165	17,446	0,662	3,283	0,000	3,945	3,976	0,024	0,000	29,418
E 305	7,636	0,364	17,101	0,157	0,011	0,000	0,163	17,432	0,665	3,360	0,000	4,025	3,994	0,006	0,000	29,465
E 305	7,623	0,377	17,348	0,167	0,003	0,000	0,047	17,565	0,466	3,257	0,033	3,756	3,965	0,035	0,000	29,342
E 305	7,654	0,346	17,107	0,160	0,003	0,004	0,161	17,435	0,649	3,372	0,000	4,021	4,000	0,000	0,000	29,457
E 529	7,624	0,376	16,971	0,150	0,011	0,000	0,166	17,298	0,763	3,461	0,023	4,247	4,000	0,000	0,000	29,547
E 529	7,588	0,412	17,199	0,102	0,011	0,000	0,167	17,479	0,696	3,274	0,043	4,013	4,000	0,000	0,000	29,505
E 529	7,614	0,386	16,879	0,376	0,000	0,002	0,157	17,414	0,746	3,187	0,030	3,963	4,000	0,000	0,000	29,378
E 529	7,725	0,275	17,110	0,108	0,001	0,000	0,177	17,396	0,746	3,283	0,041	4,070	4,000	0,000	0,000	29,481
E 529	7,763	0,237	17,394	0,000	0,000	0,001	0,121	17,516	0,685	3,186	0,029	3,900	4,000	0,000	0,000	29,424
E 529	7,675	0,325	17,125	0,089	0,013	0,000	0,150	17,377	0,792	3,307	0,029	4,128	4,000	0,000	0,000	29,505

Zentralbibliothek
GFZ Potsdam B 103

000192507

