

**Die Para-Gneise
im mittleren kristallinen Vor-Spessart
und ihre Metamorphose**

Von

Siegfried Matthes

Frankfurt am Main

Mit 36 Abbildungen und 8 Tabellen

Herausgegeben von
der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1954

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung
Wiesbaden, Mainzer Straße 25

Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Herausgegeben von
der Direktion des Hessischen Landesamtes
für Bodenforschung

Heft 8

Die Para-Gneise
im mittleren kristallinen Vor-Spessart
und ihre Metamorphose

Von

Siegfried Matthes

Frankfurt am Main

Mit 36 Abbildungen und 8 Tabellen

Herausgegeben von

der Direktion des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung

Wiesbaden 1954

Im Vertrieb beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung

Wiesbaden, Mainzer Straße 25

Die Para-Gneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre Metamorphose

Ein Beitrag zur Substanzbestimmung und Petrogenese Staurolith-führender Gneise

Von

SIEGFRIED MATTHES, Frankfurt am Main

Mit 36 Abbildungen und 8 Tabellen

Inhalt

I. Allgemeines, geologische Gliederung des mittleren Vor-Spessarts und Stand der Kenntnisse nach dem vorhandenen Schrifttum	7
II. Petrographische Gliederung des Untersuchungsgebietes im mittleren Vor-Spessart	9
III. Petrographische Physiographie	11
1. Der Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis (verbreiteter Haupttypus).	11
a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	11
b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	12
c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen.	15
d) Chemische Analyse	23
2. Phyllonitisch-diaphthoritischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis	25
a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	25
b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	26
c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen.	28
d) Chemische Analyse	30
3. Progressiv metamorph beeinflusster Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis	31
A. Partien mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyrblasten	31
a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	31
b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	32
c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen	34
d) Chemische Analyse	36

B.	Disthen- und Sillimanit-führende Partien mit größeren Plagioklas-Einsprossungen	37
a)	Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	37
b)	Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	37
c)	Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen	38
C.	Partien mit lagiger bis diffuser Auflockerung der melanokraten Gneisanteile durch Einsprossungen stärker mobilisierter, salischer Komponenten (Plagioklas-Quarz)	39
a)	Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	39
b)	Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	41
c)	Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen	43
4.	Staurolith-freie Einschaltungen im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis	45
A.	Granat-Plagioklas-Gneis und Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis	46
a)	Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung	46
b)	Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund	47
c)	Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen	48
α)	Granat-Plagioklas-Gneis	48
β)	Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis	50
d)	Chemische Analyse	51
5.	Einschaltungen grobstrukturierter Mineralaggregate und Gesteine in den Para-Gneisen	52
IV.	Petrogenese	57
1.	Argumente für eine paragenetische Ableitung der Plagioklas-Gneise im mittleren Vor-Spessart	57
A.	Gefügerelikte	57
B.	Chemismus und Mineralbestand	58
2.	Die metamorphe Einformung zu Plagioklas-Gneisen und der Versuch einer rekonstruktiven Erfassung des Vergneisungsvorganges	63
A.	Metamorphe Einformung des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises (verbreiteter Haupttypus), des Granat-Plagioklas-Gneises und des Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneises	63
a)	Stand der Erkenntnis nach dem Schrifttum	63
b)	Beziehungen zwischen Durchbewegung und Kristalloblastese (Abbildungskristallisation – Deformationskristalloblastese)	64
c)	Beziehungen zwischen Mineralbestand und Chemismus, Kristallisation und Stoffmobilisation	67
d)	Zonale Einordnung der Metamorphose und Mineralfazies	73
B.	Die metamorphe Einformung zu phyllonitisch-diaphthoritischem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis	74
a–d)	(ungegliedert)	74
C.	Progressiv beeinflusste Metamorphose des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises	75
a–d)	(ungegliedert)	75
D.	Genese der grobstrukturierten Quarz-(Plagioklas)-Einschaltungen	77
V.	Geologische Ergebnisse	78
VI.	Schriftenverzeichnis	84

I. Allgemeines, geologische Gliederung des mittleren Vor-Spessarts und Stand der Kenntnisse nach dem vorhandenen Schrifttum

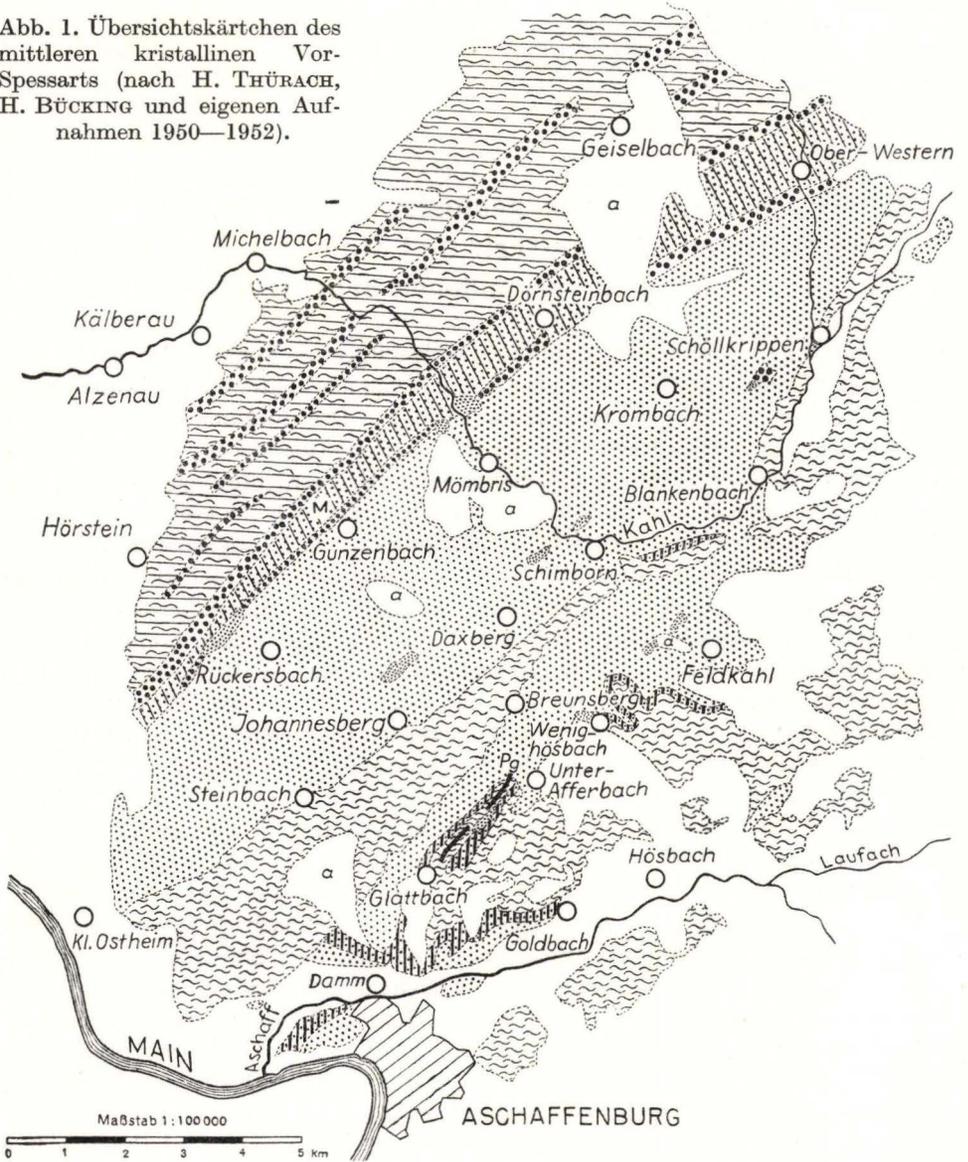
Im mittleren Teil des kristallinen Grundgebirges im Vor-Spessart ist ein ausgedehnteres Gneisareal paragenetischer Abkunft von markanter Substanz und eigener Mineralzusammensetzung angeschnitten (Abb. 1). Der melanokrate, vorwiegend glimmerreiche Plagioklas-Gneis führt als charakteristische Übergengenteile Granat und Staurolith. Eine anscheinende regionale petrographische Gleichförmigkeit dieses Gneisgebietes wird dadurch hervorgerufen, daß im großen und ganzen Mineralzusammensetzung und Gefüge des Gesteins nur in angemessenen Grenzen schwanken. Einzelbefunde im Kleinbereich eines Steinbruchs, Handstücks oder auch Dünnschliffs lassen jedoch häufig viel mehr Abwechslung in Mineralbestand, Struktur und Textur des Gneises sicherstellen. Das Gneisareal wird vielerorts durch andersartige leukokrate bis melanokrate Zwischenschaltungen, die aber stets nur relativ geringmächtig sind, nicht selten merklich substanzuell aufgelockert. Bizarre Fältelungen und turbulente Verformungen des anstehenden Gneises bilden vielfach eine beachtliche Kleintektonik ab, von der sich die einförmigere großtektonische Anlage des Gebiets augenfällig abhebt.

Der Anschnitt des genannten Gneisareals im mittleren Vor-Spessart wird entsprechend seiner SW/NE streichenden Struktur durch zwei mächtige, bandförmig angeschnittene Einlagerungen in drei Teilgebiete gegliedert (Abb. 1).

Das größere Teilgebiet in der Mitte, im Raume Steinbach-Schimborn-Blankenbach-Schneppenbach-Mömbris-Rückersbach, ist von dem nördlichen durch einen Quarzit-Zug, von dem südlichen durch einen Orthogneis-Streifen im SW getrennt. Das viel schmalere, nördliche Teilgebiet im Raume Molkenburg-Dörnsteinbach-Ober-Western grenzt an seiner NW-Flanke wiederum an einen (Serizit)-Quarzit-Streifen, der dem Bereich der Serie von Quarziten, Serizit-Quarziten, Quarzphylliten, Glimmerschiefern und Phylliten der nördlichen Zone des kristallinen Vor-Spessarts angehört. Das südliche Teilgebiet des genannten Gneisareals wird durch seinen gefingerten Verband mit Ortho-Gneis an der SE-Flanke stärker zergliedert. Es erstreckt sich im Raume Aschaffenburg-Damm-Glatzbach-Unter-Afferbach-Feldkahl und Goldbach-Sailauf.

Die wissenschaftlichen Forschungen über Gesteinsaufbau und tektonische Struktur des mittleren Teiles des kristallinen Vor-Spessarts waren mit den grundlegenden Arbeiten von H. BÜCKING, H. THÜRACH und G. KLEMM im Jahre 1895 für die damalige Zeit zu einem gewissen Abschluß gebracht. Ihre Untersuchungsergebnisse – vielfach bereits auf mikroskopische Beobachtungen und an zahlreichen Stellen auf sorgfältige Verbandsaufnahmen im Aufschluß (THÜRACH) gestützt – sind im Rahmen umfangreicherer Abhandlungen über das gesamte kristalline Grundgebirge des Vor-Spessarts niedergelegt (H. BÜCKING 1892, H. THÜRACH 1893, G. KLEMM 1895). Nicht

Abb. 1. Übersichtskärtchen des mittleren kristallinen Vorpessarts (nach H. THÜRACH, H. BÜCKING und eigenen Aufnahmen 1950—1952).



- | | | | | | |
|---|--|---|--|---|---|
|  | Glimmerschiefer, Phyllite |  | Ortho-Gneis („körnig-flasriger Gneis“ BÜCKINGs) |  | Quartäre Verhüllung und Deckgebirge von Rotliegendem und Zechstein |
|  | Quarzite, Serizit-Quarzite |  | Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit eingelagertem Granat-Plagioklas-Gneis |  | Einschlaltung von Pegmatit-Zusammensetzung zwischen Glattbach und Unter-Afferbach |
|  | Diaphthoritisch-phyllonitisch veränderter Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis |  | Progressiv metamorph beeinflusste Grenzzone von Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis zu Ortho-Gneis bzw. „Misch-Gneis“ |  | Ortsname „Molkenburg“ |

NB. Zwischenschaltungen von Amphiboliten und Hornblende-Plagioklas-Gneis, ebenso eine kleine Zone mit diaphthoritisch umgewandeltem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis am Glasberg SW Schimborn (etwa bei „h“ im Worte „Schimborn“), konnten auf dem vorliegenden Übersichtskärtchen nicht mit ausgegliedert werden, da diese zu geringmächtig sind. Nur die grobstrukturierte Einlagerung von Pegmatit-Zusammensetzung zwischen Glattbach und Unter-Afferbach hat sich unter der Signatur „Pg“ berücksichtigen lassen.

immer stehen allerdings ihre Beobachtungstatsachen und Feststellungen miteinander im Einklang.

Die am weitesten ins Einzelne gehende Abhandlung von THÜRACH ist rein beschreibend, während von den beiden anderen Arbeiten, in ganz besonderem Maße diejenige von KLEMM, auch schon genetische Vorstellungen über das Gneisgebiet des mittleren Vor-Spessarts mit einbezieht. Allerdings übersieht G. KLEMM, bei einer durchaus richtig begründeten paragenetischen Ableitung des „glimmerreichen Gneises“, noch vollkommen das kinetische Moment bei der Metamorphose des Gneises, wenn er denselben als ein „contactmetamorphes Sedimentgestein“ auffaßt.

In den folgenden 58 Jahren ist nur eine einzige Detailuntersuchung über das Kristallin des mittleren Vor-Spessarts publiziert worden, die sich speziell feldtektonischer und gefügeanalytischer Methoden bedient (L. KORN 1933).

Diese prototektonische Untersuchung weist als wichtiges Ergebnis einen einheitlichen und einförmigen Beanspruchungsplan innerhalb der Kristallinanteile des mittleren Vor-Spessarts eindeutig nach. Dieser Beanspruchungsplan unterscheidet sich nach L. KORN weder von demjenigen des nördlichen Vor-Spessart-Kristallins, noch von demjenigen der Orthogneis-Partien am Südrande des mittleren Vor-Spessarts. Durch die subtile Studie von L. KORN werden die großräumigen Betrachtungen von VON BUBNOFF (1926) über eine verschiedenartige Doppelttektonik im Raume des mittleren Vor-Spessarts widerlegt.

Der Mangel an neueren petrographischen Untersuchungen innerhalb des mittleren Vor-Spessarts mag wesentlich mit auf die relativ ungünstigen Aufschlußverhältnisse zurückzuführen sein. Kurze Zeit aufgelassene Steinbrüche weisen sehr bald nur noch unfrisches Gestein dadurch auf, daß unter dem Einfluß der Atmosphärien der reichlich dem Gneis beigemengte Biotit dem Baueritisierungsprozeß unterliegt und mehr oder weniger ausbleicht unter teilweiser Imprägnation seiner Umgebung mit Eisenoxydhydrat. Einschwemmungen, verursacht durch die starke bodenerodierende Wirkung einzelner Starkregen, wie sie für den Vor-Spessart besonders charakteristisch ist [O. SCHMITT (1952)], helfen mit, vorhandene Aufschlüsse zu zerstören.

Für die vorliegende Untersuchung schienen z. Z. jedoch die Aufschlußverhältnisse dadurch etwas gebessert, daß eine seit dem Kriege zunehmende Bautätigkeit auch zu einem stärkeren Abbau des hier anstehenden Gneises geführt hat. Dabei ist die regionale Verteilung der vorhandenen Aufschlüsse und Probeentnahmen nicht gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet verteilt, sondern vorwiegend an einzelne Talzüge geknüpft. Es liegen jedoch zahlreiche Anhaltspunkte dafür vor, daß die Substanz der Para-Gneise für die Problemstellung dieser Arbeit in ihren wesentlichen Eigenschaften ausreichend erfaßt worden ist.

II. Petrographische Gliederung des Untersuchungsgebietes im mittleren Vor-Spessart

Mit den Begriffen „Stauolithgneis“ (THÜRACH) und „glimmerreicher, schiefriger Gneis“ (BÜCKING, KLEMM) geben die früheren Autoren eine wesentliche petrographische Charakteristik der drei – oben regional abgegrenzten – Gebiete im mittleren Vor-Spessart, jedoch keine vollständige petrographische Erfassung des Gebietes, auch nicht des dort anstehenden Gneisanteils (Tab. I). Dabei hält sich THÜRACH bei seiner „Stufengliederung“ des „Stauolithgneises“ streng an die regionale Dreiteilung des Gneisanschnitts, die bei BÜCKING keinerlei Berücksichtigung findet.

Tabelle 1. Gliederung des Para-Gneises im mittleren Vor-Spessart nach THÜRACH und BÜCKING

	THÜRACH	BÜCKING
Para-Gneis im Raume Molkenburg-Dörnsteinbach-Ober-Western	Nördliche oder obere Stufe des Staurolith-Gneises (Dürrensteinbacher Stufe)	Glimmerreicher, schief-riger Gneis der Glimmerschieferformation des Spessarts
Para-Gneis im Raume Steinbach-Schimborn-Blankenbach-Schnepfenbach-Mömbris-Rückersbach	Mittlere oder Hauptstufe der Staurolithgneise (Mömbriser Stufe)	
Para-Gneis im Raume Aschaffenburg-Damm-Glattbach-Unter-Afferbach-Feldkahl und Goldbach-Sailauf	Südliche oder untere Stufe des Staurolith-gneises (Glattbacher Stufe)	

Der Versuch einer mehr detaillierten petrographischen Übersicht sei auf Tab. 2 angeführt:

Tabelle 2. Detaillierte petrographische Gliederung des Para-Gneis-Anschnitts im mittleren Vor-Spessart

Raum Molkenburg-Dörnsteinbach-Ober-Western	Diaphthoritischer und phyllonitischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit Einschaltungen von Granat-Plagioklas-Gneis (z. T. diaphthoritisch) Hornblende-Epidot-Plagioklas-Gneis Amphibolit (insbesondere am Nordrande des Gebiets) grobstrukturierte Quarz-Einschaltungen (seltener auch Plagioklas-führend)
Raum Steinbach-Schimborn-Blankenbach-Schnepfenbach-Mömbris-Rückersbach	Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis (mit viel Glimmer) mit Einschaltungen von Granat-Plagioklas-Gneis (mit weniger Glimmer und ohne Staurolith) Hornblende-Epidot-Plagioklas-Gneis (\pm Granat) Amphibolit (seltener) grobstrukturierte Quarz-Plagioklas- und Plagioklas-freie Quarz-Einschaltungen (\pm Biotit oder Muscovit)
Raum Aschaffenburg-Damm-Glattbach-Unter-Afferbach-Feldkahl und Goldbach-Sailauf	Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit syn- bis spät-deformer, groblastischer Regeneration seiner Gemengteile und Plagioklas-Metablastesis am Intrusionskontakt von Orthogneis (insbesondere in der Umgebung des Pfaffenbergs und Grauensteins zwischen Glattbach und Aschaffenburg) mit Einschaltungen von Granat-Plagioklas-Gneis metabasitischen Gliedern der Amphibolit-Gruppe, z. T. mit körnig-gabbroiden (Damm-Glattbach) oder ophitischen Reststrukturen im Gebiet von Wenig-hösbach und Feldkahl Kalksilikatfelse, Plagioklas-führende Epidot-Quarzite, grobstrukturierte Einlagerungen von Pegmatitcharakter, grobstrukturierte Plagioklas-führende und Plagioklas-freie Quarz-Einschaltungen, feinstrukturierte (aplitoid) Quarz-Plagioklas-Einlagerungen, teilweise mit viel Muscovit

III. Petrographische Physiographie

1. Der Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis (verbreiteter Haupt-Typus)

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Der Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis besitzt die weitaus größte Verbreitung im Untersuchungsgebiet. Das mittel- bis kleinblastische Gestein hat eine vorwiegend flasrige bis flasrig-schiefrige Textur, oft mit einer mehr oder weniger deutlichen linearen Streckung nach der Gefügekoordinaten b (Striemung auf „s“). Lamellare Texturen sind bei den ausgesprochen kleinblastischen Varianten des Gneises häufig, oft mit fast ebenplattigen Absonderungsformen im Anstehenden. Stauchgefältelte Partien von St-Gr-Pl-Gneis besitzen eine große Verbreitung.

Die lentikulare Textur des Gneises wird dadurch hervorgerufen, daß um mehr oder weniger linsenförmig ausgewalzte Quarz/Plagioklas-Anteile oder größere Staurolith-Porphyroblasten sich zusammenhängende Glimmerhäute herumschmiegen. Die umhüllenden Glimmer (Biotit und Muscovit) verdecken im Handstück und bei Absonderungskörpern den übrigen Mineralinhalt des Gneises oft weitgehend und täuschen einen viel höheren Gehalt an Glimmer vor als er diesem Gestein in Wirklichkeit entspricht. Der Gneis erscheint deshalb in stärkerem Maße melanokrat. Häufig treten die felsischen Gemengteile Plagioklas und Quarz nur im Querbruch ($//ac$) entsprechend ihrem wirklichen Volumenanteil hervor, von Glimmerlamellen bogenförmig umgeben. Staurolith, von Glimmerschuppen stets mehr oder weniger umwoben, wird besser sichtbar, wenn bei leichter Anwitterung der Gesteinsoberfläche Baueritisierung des Biotits einsetzt. Man erkennt dann sehr schön, wie die Staurolith-Prismen, mitunter bis zu 1,5 cm lang, in ausgeprägten „s“-Flächen in eine Ebene eingeregelt sind. Bei langperiodischer Einwirkung der Atmosphärrilien auf die Gesteinsoberfläche werden allmählich die Staurolith-Porphyroblasten, infolge hervorragender chemischer und mechanischer Resistenz gegenüber solchen Einflüssen, reliefartig herauspräpariert¹⁾.

Etwas besser als der mattglänzende, dunkelbraune Staurolith treten bei megaskopischer Betrachtung des Gneises mitunter einzelne, bis zu ca 1–2 cm lange, starkglänzende Prismen von schwarzem Turmalin aus dem schuppigen Verband der Glimmer hervor. Der Turmalin mit $\{10\bar{1}0\}$, $\{11\bar{2}0\}$ läßt sich meist vom Staurolith mit $\{110\}$, $\{101\}$, $\{010\}$ durch seine Kristalltracht unterscheiden. Granat ist megaskopisch viel weniger augenfällig.

Bei den kleinblastischen Varianten des St-Gr-Pl-Gneises macht sich der Anteil der felsischen Gemengteile Quarz und Plagioklas häufig dadurch stärker bemerkbar, daß der umhüllende Glimmer meist in solchen Typen etwas zurücktritt. Mitunter sind Quarz und Plagioklas auffällig rötlich pigmentiert durch winzige – bisweilen noch mikroskopisch erfaßbare – eingelagerte Hämatitschüppchen ausgezeichnet.

¹⁾ Hervorragende Erscheinung an den Felsen am Nordwesthang des Pfaffenbergs gegenüber der Straße Aschaffenburg/Glattbach mit ca 2 cm großen herauspräparierten Staurolith-Individuen an groblastisch regenerierten Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneispartien.

Tabelle 3. Vol.% und Korngrößen des Staurolith-Granat-Plagioklas-

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Vol. %									
Quarz	6,5	25,6	26,3	7,4	30,0	24,9	26,3	24,4	3,3	13,2
Kalknatronfeldspat	61,5	25,8	29,5	39,8	26,4	23,5	26,8	10,6	42,1	37,1
Muscovit	8,1	19,3	11,8	19,4	13,2	15,2	7,8	9,6	9,6	11,1
Biotit	13,4	19,4	24,2	24,4	21,3	21,6	21,2	23,2	28,3	23,9
Staurolith	4,8	6,3	3,8	2,8	9,1	8,9	12,7	29,6	9,6	10,8
Granat	3,8	1,5	1,6	4,1	1,3	3,0	3,2	0,5	4,9	2,3
Nebengemengteile	1,9	1,8	2,8	2,1	2,1	2,9	2,0	2,1	2,3	1,6
felsische Gemengteile	76,1	70,7	67,6	66,6	69,6	63,6	60,9	44,6	55,0	61,4
Mafiten	22,0	27,2	29,6	31,3	31,7	33,5	37,1	53,3	42,8	37,0

Wesentlicher Schwankungsbereich der Korngrößen in mm:

Quarz	0,030-2	0,030-0,8	0,020-0,35
Kalknatronfeldspat	0,100-3 (partienweise bis 5 mm)	0,150-2	0,150-1,8
Muscovit		0,030-0,8	0,080-0,8
Biotit	0,100-2	0,050-1,5	0,100-1,2
Staurolith	0,200-5 (partienweise bis 10 mm)	0,050-5	0,100-3
Granat	0,080-1,7	0,010-1,2	0,080-0,5

- 1) Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Plagioklasreiche, quarzarme Variante mit viel Einzelkörnern von Granat.
Stbr. ca 500 m SW Ober-Afferbach, Hang des Ketternbachtales, nahe Straße Oberafferbach-Steinbach. Handst. SM 1066.
- 2) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Rel. muscovitreiche Variante.
Ders. Fundpunkt, Handst. SM 2.
- 3) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Rel. glimmerreiche Variante.
Ders. Fundpunkt. Handst. SM 7. (Chemische Analyse, S. 23.)
- 4) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Rel. plagioklas- und muscovitreiche, aber quarzarme Variante.
Ders. Fundpunkt, Handst. SM 1067.
- 5) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Rel. quarzreiche, staurolithreiche und glimmerreiche Variante.
Ders. Fundpunkt. Handst. SM 1. (Chemische Analyse, S. 23.)
- 6) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch.
Ders. Fundpunkt. Handst. SM 3a.
- 7) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Rel. quarzreiche und staurolithreiche Variante.
Ders. Fundpunkt. Handst. SM 4.
- 8) St-Gr-Pl-Gneis, klein- bis mittelblastisch. Staurolithreiche Partie.
Ders. Fundpunkt. Handst. SM 1065.
- 9) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch. Rel. plagioklas- und biotitreiche Variante, quarzarm.
Unterer Stbr. im Kamer-Wald, E Breunsberg. Handst. SM 1038.
- 10) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch. Rel. quarzarm, plagioklas- und staurolithreich.
Womburg b. Schimborn. Handst. SM 1037.

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

Die mikroskopisch diagnostizierten Mineralgemengteile seien in der folgenden Übersicht aufgeführt und gegliedert, die mengenmäßig hervortretenden, „gesperrt“ gedruckt:

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₀₋₃₂) Muscovit	Serizit	Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Titanomagne- tit, Ilmenit, Eisenglanz, Limonit
mafisch	Biotit	Staurolith Granat Turmalin Chlorit	

Gneises (verbreiteter Normaltypus) im mittleren Vor-Spessart

11 Vol.%	12 Vol.%	13 Vol.%	14 Vol.%	15 Vol.%	16 Vol.%	17 Vol.%	18 Vol.%
36,1	29,2	24,4	24,1	11,7	18,2	29,8	21,7
41,8	35,0	47,2	28,8	54,1	51,3	39,4	35,9
0,0	7,7	5,7	21,6	4,4	3,7	2,2	16,2
17,7	19,6	15,9	19,6	25,8	20,6	23,6	20,6
0,2	3,9	2,2	3,5	1,6	3,9	2,2	2,4
2,4	3,2	2,1	0,9	0,7	0,9	0,4	2,1
1,8	1,4	2,5	1,9	1,7	1,4	2,4	1,1
77,9	71,9	77,3	74,5	70,2	73,2	61,4	73,8
20,3	26,7	20,2	24,0	28,1	25,4	26,2	25,1

0,015-0,5	0,030-0,8	0,080-0,6	0,020-0,6	0,030-0,8	0,020-0,6	0,050-0,6	0,020-0,8
0,050-1,0	0,150-1,5	0,080-1,2	0,100-1,5	0,150-1,5	0,200-1,6	0,080-0,8	0,040-1,0
—	0,050-1,0	0,050-0,8	0,080-1,5	0,050-0,8	0,080-0,6	0,030-0,4	} 0,050-0,5
0,050-0,6	0,050-2	0,050-0,8	0,080-1,5	0,080-2	0,100-2	0,050-0,6	
0,015-0,15	0,200-2	0,020-0,6	0,300-2	0,150-6	0,500-4	0,100-0,8	0,150-1,5
0,100-0,4	0,200-2	0,080-0,4	0,150-0,5	0,010-0,15	0,040-0,2	0,030-0,2	0,150-1,0

- 11) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch. Muscovitfrei, rel. plagioklasreich.
Womburg b. Schimborn. Handst. SM 1060.
- 12) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch.
Womburg b. Schimborn. Handst. SM 1083.
- 13) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch. Maiftenarm und muscovitarm.
Oberer Stbr. am NW-Hang des Glasbergs b. Schimborn. Handst. SM 2080.
- 14) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch. Muscovitreich.
Unterer Stbr. am NW-Hang des Glasbergs b. Schimborn. Handst. SM 1061.
- 15) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch. Rel. quartz- und muscovitarmer, jedoch plagioklasreiche Variante.
Stbr. NW des Hohen-Bühl im Afferbachtal. Handst. SM 1031.
- 16) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis mittelblastisch. Rel. muscovitarmer Variante.
Stbr. NW des Hohen-Bühl im Afferbachtal W Unter-Afferbach. Handst. SM 1030.
- 17) St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch.
Stbr. im Glaswald, N Glashof b. Daxberg. Handst. SM 2055.
- 18) St-Gr-Pl-Gneis, kleinblastisch. Unterer Stbr. im Kirchgrund N Johannesberg. Handst. SM 1085.

Der vorliegende Mineralbestand ergibt eine nomenklatorische Zuordnung zu den „Plagioklas“-Gneisen, da Kalifeldspat völlig fehlt¹⁾. Die Bezeichnung „Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis“ berücksichtigt das stete Vorhandensein der charakteristischen Übergemengteile Staurolith und Granat.

Die volumetrische Vermessung der Mineralgemengteile des Gneises wurde an zahlreichen Proben mit Hilfe des LEITZschen Integrationstisches durchgeführt. Stets hat dabei die Summe der einzelnen Meßlinien eines jeden Dünnschliffes das 200–300fache des mittleren bis oberen Korndurchmessers betragen. Der Abstand der einzelnen Meßlinien ist ungefähr im mittleren Korndurchmesser gehalten worden. Nach den gemachten Erfahrungen können demzufolge die angegebenen Meßzahlen in Vol. % als ca 1% genau bewertet werden. Jedoch kommt zu dieser Meßungenauigkeit der aufgeführten Vol. % noch ein weiterer Unsicherheitsfaktor hinzu, der in der Anisotropie des Gneisgefüges begründet ist. Meist stellen die aufgeführten Zahlen der Vol. % Mittelwerte aus drei (seltener jedoch nur aus zwei) kombinierten, den Anisotropieverhältnissen möglichst angepaßten Dünnschliffen jeder einzelnen Probe dar. In drei Fällen konnten Großschliffe verwendet werden.

Meßreihen an profilierten Probeentnahmen wurden an einer kleinen Steinbruchwand von 3,50 mal 4,00 m im Aufschluß ca 500 m SW Ober-Afferbach, die im Detail besonders

¹⁾ Bei der vorliegenden Untersuchung ist nur sehr vereinzelt einmal eine Spur von Kalifeldspat festgestellt worden, jeweils in besonderer Situation.

genau untersucht worden ist, durchgeführt. Hier steht ein megaskopisch relativ gleichförmig strukturierter, mittelblastischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis an, der im Kleinbereich immerhin merkliche Schwankungen im Mineralbestand aufweist, wie Nr. 1–8 in Tabelle 3 zeigen. Die Größe der Schwankungen sei an Hand sämtlicher vorliegender Messungen am Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis im mittleren Vor-Spessart (Tab. 3, Nr. 1–10 u. 11–19) im folgenden nochmals gesondert herausgestellt:

	Vol. %
Quarz	3,3–36,1
Kalknatronfeldspat	10,6–61,5
Muscovit	0,0–21,6
Biotit	13,4–28,3
Staurolith	0,2–29,6
Granat	0,4– 4,9
Nebengemengteile	1,1– 2,9

Bemerkenswert sind die großen Schwankungsbereiche bei Staurolith, Muscovit und Quarz. Hingegen erscheint die Variation im Biotitgehalt relativ geringer.

Besonders herausgestellt seien noch die mittlere Zusammensetzung vermessener Proben von Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis aus dem Steinbruch SW Ober-Afferbach (Tab. 3, Nr. 1–8) und die mittlere Zusammensetzung dieses Gneises sämtlicher volumetriert Vorkommen aus dem Untersuchungsgebiet (Tab. 3, Nr. 1–9, 11–19). Ihre Gegenüberstellung läßt eine weitgehende Ähnlichkeit der Durchschnittszusammensetzung erkennen:

	Mittlere Zusammen- setzung des St-Gr-Pl- Gneises vom Stbr. SW Ober-Afferbach (Mittelwerte aus Tab. 3, Nr. 1–8)	Mittlere Zusammen- setzung des St-Gr-Pl- Gneises sämtlicher untersuchter Proben aus dem Vor-Spessart (Mittelwerte aus Tab. 3, Nr. 1–9, 11–19)
	Vol. %	Vol. %
Quarz	21,2	21,1
Kalknatronfeldspat	30,4	36,3
Muscovit	13,0	10,9
Biotit	21,1	21,3
Staurolith	9,7	6,4
Granat	2,4	2,1
Nebengemengteile	2,2	1,9
Summe* der felsischen Gemengteile	64,6	68,3
Summe* der Mafiten	33,2	29,8

* Ohne Nebengemengteile.

Die auftretenden Korngrößen der Gemengteile des vorliegenden Gneises (Tab. 3) entsprechen nach den „Körnigkeitsstufen“ von E. O. TEUSCHER (1933) für „körnige Gesteine“, die hier auch zur Fixierung der Korngrößen von Gneisen übernommen seien, im wesentlichen etwa fein- bis feinkörnigen und klein- bis mittelkörnigen Gesteinen. Die relativ beträchtlichen Unterschiede der Größe der Mineralgemengteile des Gneises finden ihre Erklärung in den Struktureigenschaften des Gesteins, auf die unten im einzelnen näher eingegangen sei.

c) *Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen*

Quarz und Plagioklas¹⁾ bilden überwiegend ein schwach verzahntes, granoblastisches Pflaster. Partienweise tritt Plagioklas, streifen- oder nesterweise Quarz, stärker hervor (Abb. 2). Solche Bezirke sind meist durch Glimmerlamellen begrenzt und nicht selten linsenförmig deformiert. Untergeordnet finden sich winzige Glimmerblättchen – mehr oder weniger geregelt oder kreuz und quer – mitten zwischen dem Mosaik der Körner von Plagioklas und Quarz. Bei stärkerem volumetrischen Hervortreten der Plagioklassubstanz, besitzen die Plagioklasindividuen gern porphyroblastische Ausbildung gegenüber einem kleineren Quarzpflaster, das sich lückenfüllend zwischen die volumenmäßig hervortretenden Plagioklasporphyroblasten zwängt. Bisweilen sind solche Plagioklase in mehrere scheiben- bis augenförmige Teilindividuen zerlegt, andere aus einem feineren Mosaik hervorgesproßt.

Die porphyroblastisch entwickelten Plagioklase weisen nicht selten zahlreiche siebartige Einschlüsse oder Einsprossungen von Quarz oder auch von Plagioklas auf. In einem Falle bilden sie zusammen mit gleichlaufenden Reihen von Glimmer und Erzminerale als Internrelikt ein älteres „s“ ab, im anderen Falle sind sie als sukzessive, untereinander oft gleichorientierte, poikiloblastische Einbrüche einer jüngeren Quarzgeneration bzw. Plagioklasgeneration aufzufassen.

Nicht selten begegnet man in Teilbereichen eines Dünnschliffes auch monomineralisch verzahnte Pflaster von Quarz. Sie sind bisweilen nach s gelangt und enthalten vereinzelt, ebenfalls in s eingeregelt, etwas Muscovit. Plagioklas fehlt meist vollkommen in solchen Partien. Die gröber gesproßten Quarzpflaster weisen Übergänge und genetische Beziehungen zu den „grobstrukturierten“ Einschaltungen des Gebietes auf (vgl. S. 54).

Monomineralisch und relativ spät gebildet sind auch die verzahnten Pflaster von Quarz als gelegentliche Füllung in Dehnungsräumen. Am augenfälligsten treten solche bei Granat-Porphyroblasten mitunter als bilateral-„symmetrische“ Ansätze zur Ebene (ac) der Umformung in Erscheinung (Abb. 11).

Verdrängungen von Plagioklas durch Quarz bilden eine häufige Erscheinung im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis. Der Quarz enthält überall reihenförmig angeordnete, winzige Flüssigkeitseinschlüsse, die sich gleichlaufend von Korn zu Korn fortsetzen. Einzelne Granoblasten von Quarz sind schwach undulös.

Der Plagioklas, ein Kalknatronfeldspat mit durchschnittlich 20–26% An (meist 22–24%) und bisweilen mit Gehalten von 32% An (einmal bis 37% An) ist vielfach zonar gebaut, zuweilen mit fleckigem, inversen Zonarbau. Die Rekurrenzen sind je-

¹⁾ Nach der vorliegenden mikroskopischen Durchmusterung fehlt Kalifeldspat bei der Gneiszusammensetzung praktisch völlig. Nur sehr gelegentlich konnte einmal ein Korn Kalifeldspat festgestellt werden.

Diese Tatsache ist von den bisherigen Autoren übersehen worden! THÜRACH schreibt, daß Orthoklas gegenüber Plagioklas vorwiege (THÜRACH 1893, S. 123). BÜCKING spricht stets nur von „Feldspat“, ohne jede Unterscheidung. KLEMM (1895) versucht auf chemischem Wege wenigstens das Überwiegen von Plagioklas gegenüber Kalifeldspat zu belegen, S. 205: „Auch die kleineren Feldspäte der Grundmasse scheinen zum größeren Teile Plagioklase (Sperrung bei KLEMM) zu sein.“

doch zumeist nur sehr schwach um wenige Prozent An. Verzwillingungen nach dem Albit- und Periklingesetz werden mitunter beobachtet, wobei die Lamellierung bei der Verzwillingung nach dem Periklingesetz etwas breiter ist. Nach dem Periklingesetz verzwillingte Granoblasten von Plagioklas weisen sehr häufig eine Hauptentwicklung nach *b* auf. Lokal sind die Plagioklas stellenweise mit saussuritischen Filzen (vorwiegend Serizit) durchsetzt, besonders auch in der Nähe stärkerer diablastischer Quarzeinwanderung. Seltener erkennt man diffuse Kalzitausscheidungen.

Deformationserscheinungen sind auch an den Plagioklasen des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises beobachtet. Sie äußern sich bisweilen an schwachen Verbiegungen bei hervortretenden Porphyroblasten, seltener – oft fast unkenntlich – an blastisch regenerierten, feinen Plagioklasgranulaten mit Deformationsverglimmerung, zum Beispiel zwischen den starren Backen zweier Staurolithkörner. Bemerkenswert sind auch die birnenförmig ausgelängten, bisweilen etwas gedrehten Plagioklasporphyrosteren und verzahnten Scheibenquarze (Kamerwald, Glasberg). Nicht selten weisen die Porphyrosteren eine streifige Zerlegung auf.

Die mechanisch stark anisotropen Glimmer (Muscovit und Biotit) ordnen sich in Schnittlagen // zur Gefügekoordinaten *b* in leicht welligen, lepidoblastischen Zügen an. In mehr oder weniger straffer Einregelung legen sich solche Glimmersträhnen bogenförmig um linsig deformierte Quarz/Plagioklas-Bereiche oder um einzelne Porphyroblasten von Staurolith oder Granat. Je nach ihrem Anteil im Gneis sind diese Glimmerzüge aushaltend, berühren sich nur lose oder setzen häufig gegeneinander ab.

Der größere Anteil des Glimmers findet sich lagenweise angereichert (Abb. 2) in streifig alternierendem Verbande mit leukokraten Quarz-Plagioklas-Anteilen. Aber nicht wenige Glimmersträhnen befinden sich stets auch in den leukokraten Partien verstreut oder aneinandergereiht.

In Schnittlagen \perp *b* bilden Glimmerzüge stark turbulente Bewegungsbahnen ab (verknäuelte Biotitaggregate!). Oft erkennt man vielfältige Stauchfältelung, versteifend wirkende Staurolithporphyroblasten oder Quarz-Plagioklasaggregate umfließend (Abb. 4). Im Bewegungsschatten solcher versteifend wirkenden Anteile im Gefüge gibt es mitunter indifferente Bezirke der Einregelung von Glimmer mit sperrig angeordneten und gekreuzten Muscoviten mit Zwickelfüllungen von Biotit.

Das Gefügediagramm der Glimmer weist in den meisten Fällen ein mehr oder weniger straffes Gürtelbild in (*ac*)¹⁾ auf; häufig machen sich dabei überlagernde Maxima bemerkbar, die belegen, daß ein Teil der Glimmerblättchen einscharig subparallel nach *s*-Flächen eingeregelt ist.

Meist herrscht Biotit über Muscovit merklich vor. Dabei schwankt der volumetrische Anteil des Muscovits viel stärker als der des Biotits (vgl. Tab. 3). In einzelnen Partien (in Dimensionen eines Dünnschliff-Kleinbereichs) kann Muscovit sogar fast völlig oder überhaupt fehlen (Tab. 3). Muscovit zeichnet sich im allgemeinen durch dünne und schmale Aggregate aus, im Unterschied zu Biotit. Im Durchschnitt sind die Blättchen der beiden Glimmerarten gleich groß entwickelt, bei stärkerem Vorkommen des Biotits neigt derselbe jedoch zu einer etwas größeren Ausbildung (Tab. 3). Im allgemeinen erkennt man merkliche Größenunterschiede zwischen Glim-

¹⁾ Vgl. auch L. KORN (1933).



Abb. 2. *Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis* (verbreiteter Haupttypus), (ac)-Schnitt. – Lagiger, schwach lenticular ausgebildeter Wechsel von überwiegend leucokraten (Plagioklas, Quarz) und vorherrschend melanokraten (Biotit, Staurolith, Granat) Anteilen. Unter den leucokraten Lagen lassen sich gleichzeitig solche mit vorherrschend Quarz (farblos) und solche mit überwiegend Plagioklas (grau) ausgliedern. Staurolith (Relief, Spaltbarkeit) hält sich in seinen größeren Individuen meist an die glimmerreichen Streifen. Größeres Individuum von Granat rechts unten. – Dünnschliff SM 1083, oberer Schurf an der Womburg N Schimborn. Vergr. $7\times$.



Abb. 3. *Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis* (verbreiteter Haupttypus). – Porphyroblastisch hervortretende Staurolith-Individuen (Relief, Spaltbarkeit) sind an einen Streifen mit gröber hervorgesproßten Biotiten gebunden (mittlerer Bildteil). Die strenger lag eingeregelt und weniger kräftig hervorgesproßten Biotite haben keine größeren Staurolithindividuen in ihrer Nachbarschaft. Quarz (farblos) und Plagioklas (grau) befinden sich undifferenziert in einem mehr oder weniger verzahnten Kornverband. – Dünnschliff SM 1030, Stbr. im Afferbachtal N Hoher Bühl b. Unter-Afferbach. Vergr. $7\times$.

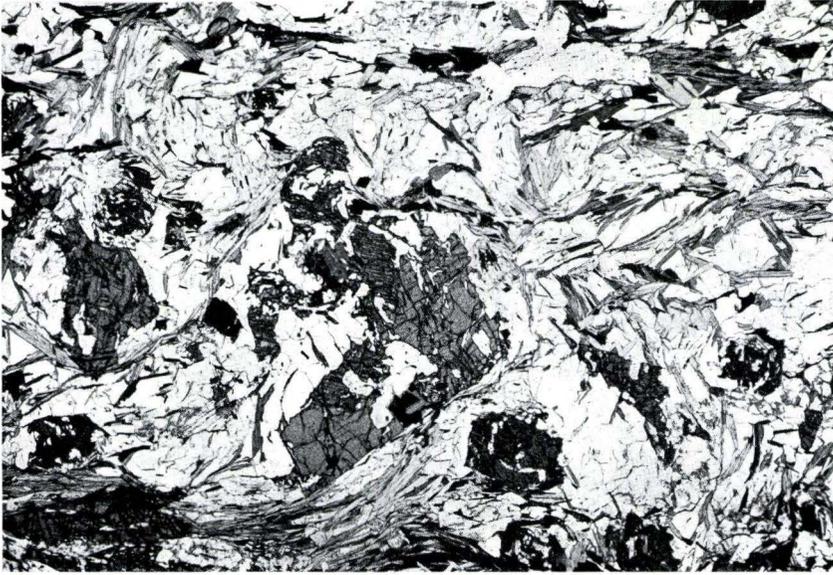


Abb. 4. *Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis* (verbreiteter Haupttypus). – In Schnittlagen 1 b des Gneises bilden Glimmerzüge stark turbulente Bewegungsbahnen ab. Staurolithporphyroblasten und Plagioklasaggregate wirkten versteifend auf die Stauchfältelung der Glimmerzüge. Im Bewegungsschatten erkennt man indifferente Bezirke der Einregelung der Glimmer mit sperriger Anordnung derselben (gekreuzte Muscovite mit Zwickelfüllung von Biotit). Quarz füllt Dehnungsräume. – Rechts neben großem Staurolithporphyroblasten in der Mitte der Abbildung, größerer Granat. – Dünnschliff SM 3b, Stbr. am Hang des Ketterntales SW Ober-Afferbach. Vergr. 7×.



Abb. 5. *Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis*, Partie mit ausgesprochen „blastophiler“ Tendenz des Stauroliths, der fingerförmig den Biotitzügen (von links nach rechts) nachtastet. Die Zwischenräume werden durch Quarzpflaster gefüllt. – Dünnschliff SM 1065, Stbr. am Hang des Ketterntales SW Ober-Afferbach. Vergr. 40×.



Abb. 6. Staurolith (St) mit Berührungssaum von Quarz (Q) gegen Plagioklas (Pl) aus Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis.

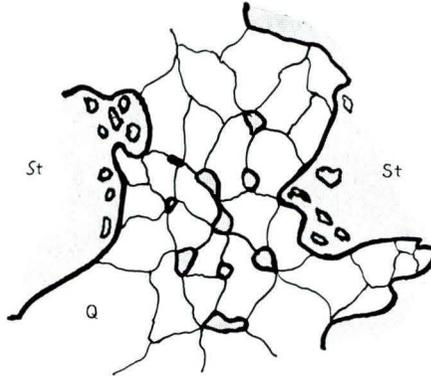


Abb. 7. Staurolith (St) wird durch zungenförmig eingreifende Quarzsubstanz verdrängt. Innerhalb eines Quarzmosaiks (Q) erkennt man zahlreiche Reste von Staurolith (Partie aus St-Gr-Pl-Gneis).

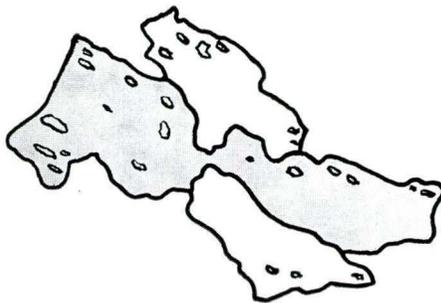


Abb. 8. Staurolithzwillung nach {232} mit xenoblastischer Begrenzung und Durchdringung, Quarzeinschlüsse enthaltend. Aus St-Gr-Pl-Gneis (Stbr. ca. 500 m SW Ober-Afferbach).



Abb. 9. *Staurolithporphyroblast mit Einschlüssen von Ilmenit*, die helizistisch eine präkristalline (in bezug auf die Sprossung des St.) Wellung des Gneises abbilden. Die leistenförmig geschnittenen Ilmenittäfelchen verlaufen gleichsinnig mit der jetzigen Gneistextur. Der obere (kleinere) St-Porphyroblast läßt einen Einschluß von Turmalin (dunkleres Korn) erkennen, der auch sonst mehrmals im Grundgewebe enthalten ist. Der große Porphyroblast von St. strebt auf einer Seite nach idioblastischer Begrenzung. – St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. Hang des Ketterntales ca. 500 m SW Ober-Afferbach. – Dünnschliff SM 2, Vergr. 30 ×.



Abb. 10. *Granat-Individuum* (ca. 1 mm \varnothing) mit besonders schön ausgebildetem atollförmigen Wachstum, das idioblastische Entwicklung in einer Umgebung von vorwiegend Plagioklas (links unten in Berührung mit einem größeren Quarzkorn) anstrebt. Der Atoll-Granat klammert sich an ein Biotit-Aggregat, das er neben Muscovit (unten) und Plagioklas (oben) umschließt. St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. im Afferbachtal am Hohen Bühl SW Unter-Afferbach. – Dünnschliff SM 1005, Vergr. 40 ×.

mern (Muscovit und Biotit) innerhalb von Quarzbezirken und solchen von Plagioklas. Die Glimmer in den Quarzfeldern weisen ein besseres Wachstum auf.

Parallelverwachungen von Muscovit und Biotit können häufig festgestellt werden. Internrelikte treten in den Glimmern des in diesem Kapitel zu beschreibenden Haupttyps von St-Gr-Pl-Gneis nicht auf.

Der Biotit mit n_{α} (gelblicholiv) $< n_{\beta}, n_{\gamma}$ (olivbraun) besitzt für einen solchen relativ nur mittelmäßige Absorptionsunterschiede. Dieser „grünbraune“ Biotit ist überaus charakteristisch für den Haupttypus des St-Gr-Pl-Gneises im mittleren Vor-Spessart. „Brauner“ Biotit ist selten und auf gewisse Varianten dieses Gneises beschränkt.

Auch die Lichtbrechung des „grünbraunen“ Biotits erscheint im Mittel mit $n_{\beta}, n_{\gamma} = 1,580 (\pm 0,005)$ relativ niedrig.

An den meisten der „grünbraunen“ Biotite sind, wenigstens bei stärkster Vergrößerung, Spuren von Chloritisierung erkennbar. Die Chloriteinwanderung vollzieht sich vielfach diffus, längs der Spaltrisse. Dabei erkennt man fast stets feine Rutilausscheidungen. Bei intensiverer Chloritisierung der Biotite lassen sich bisweilen Sagenitgitter erkennen. Solche, aus Biotit hervorgegangenen Chlorite, zeigen jeweils noch in Parallelverwachsung Übrigbleibsel des ehemaligen Biotits, bilden aber nur einen spärlichen Nebengemengteil des Gesteins.

Staurolith hält sich meist an die melanokraten, glimmerreichen Züge des Gneises. Dabei hat er sich im Bereich grobblättriger Biotite auch oft in ganz besonders großen Individuen angesiedelt (\varnothing bis ca 2 cm // c bisweilen). In vielen Fällen läßt sich eindeutig aus dem Dünnschliffbild herauslesen, daß die Sprossung von Staurolith gewöhnlich auf Kosten von Biotit geschehen ist. Eindrucksvoll erscheinen große, fingerförmig längs Biotitsträhnen vorgreifende Staurolithskelette mit Biotit-„Brücken“, die in „blastophilen“ Bereichen beachtliche Anteile ehemaliger Biotitsubstanz verdrängt haben (Abb. 5). In anderen Fällen sproßt das Mineral längs Korngrenzen Biotit/Muscovit oder auch Biotit/Plagioklas mehr oder weniger unter Verdrängung oder Einverleibung der Substanz der genannten drei Minerale. Sehr auffällig sind dabei Berührungssäume von Quarz um Staurolith gegen Plagioklas (Abb. 6).

Staurolith tritt weniger häufig in Bezirken granoblastisch/lepidoblastischer Verbände von Plagioklas und Glimmer mit überwiegend Plagioklas und spärlichem Biotit auf, bisweilen jedoch auch hier in einzelnen mittelgroßen oder größeren Individuen. Die Neigung zu porphyroblastischer Entwicklung des Stauroliths ist recht verbreitet (Abb. 2, 3, 4). Häufig meidet Staurolith die quarzreichen Bezirke des Gneises. Wenn er mit Quarz zusammentrifft, dann wird er überall von diesem stark korrodiert. Nicht selten durchsetzen gangförmige Pflaster von Quarz einen größeren Staurolith. Zwischen dem Mosaik finden sich dann oft noch Verdrängungsreste von Staurolith (Abb. 7). Die Quarzausscheidung ist dann sukzessiv gegenüber Staurolith.

Es sei ausdrücklich hervorgehoben, daß dieser Gneis bisweilen auch winzige und winzigste Holoblasten von Staurolith führt, die bei den stärksten Vergrößerungen (800-fach, Immersion) gerade noch als solche identifizierbar sind. THÜRACH hatte bereits mikroskopisch kleine Staurolithe festgestellt. Diese Feststellung THÜRACHS versucht KLEMM (1895, S. 207) dadurch zu widerlegen, daß er solche winzige Staurolithe als Teile nur eben berührter größerer Individuen des Minerals ansprechen möchte. KLEMM (S. 207) schreibt

wörtlich: „Jedenfalls fehlt in denjenigen Gesteinen, in welchen makroskopisch kein Staurolith nachzuweisen ist, derselbe auch in mikroskopischen Körnchen“. Die vorliegende Untersuchung hat indessen sicherstellen können, daß es durchaus Partien in dem vorliegenden Gneis gibt, in denen Staurolith ausschließlich als mikroskopischer Gemengteil auftritt. Im genetischen Teil dieser Arbeit wird darauf zurückzukommen sein!

Der Staurolith besitzt vorwiegend eine xenoblastische Ausbildung mit einer mehr oder weniger starken Tendenz zu idioblastischer Entwicklung. Es können entwickelt sein: {110}, vielfach kombiniert mit {101} und {010}. {001} wird mitunter angedeutet.

Die Ausbildung einer Fläche ist manchmal treppenartig unterbrochen, offenbar infolge Substanzmangels bei der Kristallisation des Stauroliths, da erfahrungsgemäß das Mineral am Anfang der kristalloblastischen Reihe mit großer „Formenergie“ steht. Dafür spricht auch, daß er gegen Biotit fast stets ebenflächige Begrenzung aufweist, während das Mineral gegenüber Quarz kaum in einem Falle durch Idioblastese ausgezeichnet ist. Allerdings stellen häufig in Staurolith buchtig eingreifende Quarzaggregate diablastische Einwachsungen einer jüngeren Quarzgeneration dar.

Vorwiegend schart sich Staurolith, entweder in einzelnen Individuen oder gern auch in Aggregaten, in den Bereichen mit viel Biotit. Unter den Aggregaten von Staurolith findet man nicht selten Zwillingsverwachsungen, Durchkreuzungszwillinge nach {232}, selten auch nach {032}¹⁾. Die Spur der Verwachsung (bzw. Durchdringung) ist stets unregelmäßig und uneben (Abb. 8). Um ein Bild über das Verhältnis der unverzwilligten zu den verzwilligten Staurolithen zu bekommen, wurden 10 Dünnschliffe von St-Gr-Pl-Gneis aus dem kleinen Stbr. ca 500 m SW Ober-Afferbach mit reichlich oder wenig Staurolith vermessen:

Nr. des Dünnschliffs	Anzahl der Staurolith- kristalloblasten im Schliff	davon verzwilligt	Verzwilligung nach %
SM 1a	37	7	19
SM 1b	21	4	19
SM 2	11	2	18
SM 3a	19	3	16
SM 3b	22	6	27
SM 4	11	3	27
SM 7	6	2	33
SM 1065	14	3	21
SM 1066	13	5	37
SM 1067	2	0	—
	156	35	22,4%

Es ergibt sich somit, daß $\frac{1}{5} - \frac{1}{4}$ der Staurolithkristalloblasten verzwilligt sind. Dabei werden unter den größeren Staurolithen sehr viel mehr Zwillingsverwachsungen angetroffen als unter den kleineren.

¹⁾ Die Beteiligung der beiden Zwillingsarten ließe sich relativ leicht auszählen in den abgespülten grusigen oder sandigen Verwitterungsprodukten des Gneises, wo Staurolith als Schwermineral angereichert wird.

Die vorliegenden Staurolithe besitzen eine deutliche Spaltbarkeit nach $\{010\}$, eine weniger deutliche nach $\{100\}$ und eine undeutliche nach $\{110\}$. Eine Spaltbarkeit bei Staurolith nach $\{100\}$ wird in der Literatur nur sehr selten genannt. (F. HÖRNER [1925] erwähnt sie einmal als Seltenheit bei Staurolithen vom „St. Gotthard“.)

Optische Eigenschaften und Dichte des Stauroliths:

Staurolith von „Aschaffenburg“ nach F. HÖRNER (1915):

n_α	1,7468		
n_β	1,7536	2 V_Z	79°27'
n_γ	1,7621	Dichte:	3,759 ± 0,069 ¹⁾

Staurolith aus St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. 500 m SW Ober-Afferbach:

$$2 V_Z 82^\circ (\pm 2^\circ) \text{ (Mittelwert aus 5 Messungen)}$$

Staurolith aus St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. im Kamerwald, E Breunsberg:

$$2 V_Z 83^\circ (\pm 2^\circ) \text{ (Mittelwert aus 5 Messungen)}$$

(U-Tisch-Messungen, Segmente $n = 1,649$ mit Kippwinkel-Korrektur nach TRÖGER [1952], S. 124.)

Optische Achsenebene // (100); X//b, Y//a, Z//c

Absorptionsschema:

Z (bräunlichgelb bis rotbräunlichgelb) > Y (gelblich) > X (blaßgelblich)

Der Pleochroismus ist in jeder Schnittlage im Dünnschliff deutlich wahrnehmbar.

Die größeren Kristalloblasten (Porphyroblasten) von Staurolith enthalten häufig Einschlüsse folgender Minerale: Quarz, Ilmenit, Plagioklas, Muscovit, Biotit (z. T. chloritisiert²⁾), Apatit, Turmalin, Zirkon, Magnetit, Granat und einer älteren Generation von Staurolith. Unter den Einschlüssen dominiert ganz vorwiegend Quarz, der fast stets die Staurolithe poikiloblastisch durchsetzt, mit Ausnahme der winzigen Individuen des Minerals. Nicht selten findet man reihenförmig angeordnete Interpositionen mehrerer der genannten Mineralarten vor, bisweilen Reste eines Plagioklas/Quarzpflasters mit Glimmer. Diese helizitischen Einschlußreihen sind im wesentlichen gleichlaufend und in der Vergesellschaftung wie in den umgebenden Grundgewebepartien des Gneises.

An einzelnen Stellen bilden solche Internrelikte im Staurolithporphyroblasten helizitisch eine präkristalline (in bezug auf die Sprossung des Stauroliths) Wellung der Gneistextur ab, wie auf Abb. 9 die Züge der in dem großen Staurolithporphyroblasten eingeschlossenen Ilmenite, gleichlaufend mit der Textur des umgebenden Grundgewebes. Die Haupteinregelung des Mineralinhalts des Gneises kann in vielen Fällen als präkristallin in bezug auf die Sprossung der Staurolithporphyroblasten angesprochen werden. Die Staurolithsprossung ist somit ihrerseits im wesentlichen als postkinematisch in bezug auf den Höhepunkt des Einformungsaktes des Gneises anzunehmen. Verlegtes s_1 oder s_1 mit Internrotation sind im Staurolith in keinem einzigen Falle festgestellt worden. Hervorzuheben seien noch besonders die Einschlüsse von Granat (auch größere Granate mit idioblastischer Tendenz) und (seltener) Staurolith einer älteren Generation.

¹⁾ Der von F. HÖRNER gegebene Dichtewert erscheint fragwürdig, da die Bestimmungsmethode auf die zahlreichen Einschlüsse im St. keinerlei Rücksicht nimmt!

²⁾ Im Staurolith eingeschlossene Biotit-Individuen sind stets randlich chloritisiert oder auch vollständig in Chlorit übergeführt!

Es kann als gesichert angenommen werden, daß der größte Teil des Stauroliths im vorliegenden Gneis eine relativ späte Sprossung in einem bereits tektonisch verformten, granoblastisch-lepidoblastischen Grundgewebe von Plagioklas, Muscovit, Biotit, Granat, den Nebengemengteilen und eines Teiles des Quarzes bildet. Eine sukzessive, postkristalline Deformation (in bezug auf die Staurolithporphyroblasten) legte gleitend umfließende Glimmerhüllen um das Mineral. Zweimal konnten jedoch auch geknickte Prismen von Staurolith in Lagen annähernd senkrecht zur Gefügekoordinaten b aufgefunden werden. Eine solche rupturale Verformung des Stauroliths mag nur von lokaler Bedeutung sein.

Die Staurolithprismen sind bei betonter einschariger Verformung einzelner Gneispartien, mit mehr oder weniger ausgeprägtem s , in diese Fläche mit ihren c -Achsen grob eingeregelt. Das meist hinzutretende lineare Gefügeelement nach der Gefügekoordinaten b (Streckung des Gneises) bewirkt eine stärkere Einstellung der Hauptachse // b des Gefüges. Die Einregelung des Stauroliths ist nur sehr wenig straff im Vergleich mit den Glimmern. Einen qualitativen Eindruck über die wenig straffe Formregelung können schon die Abbildungen 2, 3, 9 vermitteln.

Verdrängungen des Stauroliths durch fein- bis dichtschruppige Serizit- oder Chloritaggregate spielen im Haupttyp des St-Gr-Pl-Gneises eine nur untergeordnete Rolle. Solche Umwandlungserscheinungen setzen von den Korngrenzen oder Rissen des Minerals aus ein unter fleckig-diffuser Ausbreitung nach dem Korninneren. Gängchenförmige Durchbrüche von Serizit und Chlorit erinnern an das Maschennetz der Chrysotilgängchen serpentinierter Olivine. Im vorliegenden Falle sind jedoch blättchenförmig-verfilzte Aggregate mit ihrer Hauptentwicklungszone annähernd nach dem Verlauf des Gängchens orientiert.

Eine Identifizierung, ob Serizit oder Chlorit vorliegt, kann fast stets eindeutig erfolgen durch die höhere Doppelbrechung des Serizits und seine positive Hauptzone. Die Chlorit-schuppen lassen meist (bei einiger Übung) einen deutlich zart grünlichen Pleochroismus erkennen. Die Hauptzone des vorliegenden Chlorits ist stets negativ.

Granat hält sich nicht so streng an die melanokraten, glimmerreichen Partien des Gneises wie Staurolith. Größere, porphyroblastisch hervortretende Individuen mit 1–3 mm \varnothing sind relativ sehr viel seltener als bei Staurolith. Neben Sprossungen von Granat in biotitreichen Partien findet sich dieses Mineral häufig im granoblastisch-lepidoblastischen Verbände von Plagioklas und Biotit. Hier sind Reaktionsbildungen von Granat zwischen Biotit und Plagioklas besonders charakteristisch. Bezeichnend ist auch das verbreitete (im Schnitt) „atollförmige“ Wachstum des Granats; Abb. 10 zeigt ein besonders schönes Individuum davon. Im Schnitt unterbrochene Granatgebilde dieser Art (wie z. B. auf Abb. 10) hängen im räumlichen Verband zusammen, und das Ganze bildet eine lückenhafte, skelettförmige Hülle eines Einkristalls von Granat mit Füllung von granoblastisch-lepidoblastischem Grundgewebe. Das Wachstum des Granats hat sich dabei vorwiegend tangential in den $\{110\}$ -Ebenen vollzogen, meistens der für seine Bildung notwendigen Substanz nach tastend. So ist $\{110\}$ morphologisch, wenigstens in einzelnen Flächen, zur Ausbildung gekommen.

Die meisten Beobachtungstatsachen lassen schließen, daß der „Atoll-Habitus“ des vorliegenden Granats durch einen Substanzmangel während des Sprossungsaktes hervorgerufen wird.

Abb. 11 zeigt einen Granat-Porphyroblasten mit geschlossener Hülle und Grundgewebeeinschluß. Der dort abgebildete Granat-Holoblast sproßte in einer relativ



Abb. 11. *Granat*-Porphyroblast, fast idiomorph, mit geschlossener Hülle und Grundgewebecinschlüssen (si unverlegt). Dem Granat liegen symmetrisch zu (ac) Quarzpflaster an, die mit großer Wahrscheinlichkeit als Infiltrationen in Dehnungsräume angesehen werden können. – St-Gr-Pl-Gneis, mittl. Stbr. Hang des Gretenberges gegenüber Ströztzbach. – Dünnschliff SM 2066, (bc)-Schnitt, + Nic., Vergr. 30×.

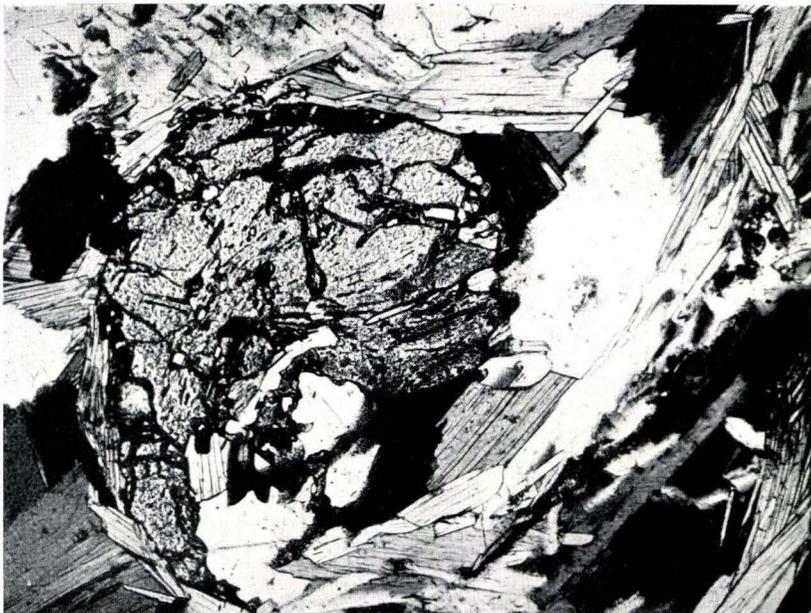


Abb. 12. *Parakristallin birnensförmig gedrehter Granat*-Porphyroblast mit Internrotation und Infiltration von Quarz an seiner Konkavseite. – St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. ca. 500 m SW Ober-Afferbach am Hang des Ketterntales. – Dünnschliff SM 1067, Vergr. 40×.

biotitreichen Umgebung, wo ihm mehr Substanz zu einer Bildung zur Verfügung stand. Der Holoblast weist starke idioblastische Tendenz auf und schließt geregeltes Grundgewebe ein. s_1 der Glimmer – und der übrigen eingeschlossenen Grundgewebe-Komponenten – ist unverlegt. Auch in bezug auf die strukturellen Eigenschaften sind Unterschiede zwischen den Einschlüssen und dem umgebenden Grundgewebe selbst nicht feststellbar. Die Sprossung des Granats kann demzufolge im vorliegenden Falle als sukzessiv in bezug auf die Kristalloblastese und Haupteinregelung der Grundgewebekomponenten Biotit, Muscovit, Plagioklas, Ilmenit und des eingeschlossenen Quarzes angesprochen werden.

In anderen Porphyroblasten von Granat sind Einschlußreihen internrotiert bis zu einem Betrag von ca 70° zu ihrer Ausgangsstellung. Solche Granate besitzen fast stets einen turbulentgeformten, mitunter gedreht-birnenförmigen Habitus (Abb. 12). Die Kristalloblastese derartiger Granate kann als synkinematisch in bezug auf den Hauptdurchbewegungsakt des Gneises in dem betreffenden Kleinbereich angesprochen werden. Ihre Sprossung läßt sich im Vergleich mit den obengenannten Granat-Porphyroblasten – bezogen auf den gleichen Haupteinformungsakt des Gneises – etwas früher ansetzen. Anliegende Glimmerhüllen mit umfließenden Gleitbahnen belegen, daß die tektonische Einformung des Gneises diese Granatsprossung noch überdauert hat.

Bemerkenswert ist, daß Granat-Holoblasten mit gedrehten Wachstumsformen in gewissen Teilbereichen dieses Gneises öfter vorkommen. In solchen Bereichen erkennt man dann auch häufig auffällig wirbelig eingerollte – bis angedeutet kreuz und quer gestellte – Biotitaggregate. Da sicher deutbare Relikte fehlen, ist noch nicht entscheidbar, ob es sich hierbei um biotitisierte Granate handelt, oder ob hier eine granatbildende Situation im vorbereiteten Stadium angedeutet wird. Wichtig könnte dabei die Feststellung sein, daß solche Biotitknoten stets frei von Muscovit sind, während sonst im allgemeinen eine Vergesellschaftung von Biotit und Muscovit in benachbarten Bereichen beobachtet wird.

Kleinere bis winzige Idioblasten oder Xenoblasten von Granat befinden sich recht häufig inmitten glimmerreicher Anteile des Gneises, im Unterschied zu Staurolith jedoch nicht selten auch in den nur mit Biotit durchsetzten, plagioklasreicheren Partien des Gneises, selbst bei relativ geringem Biotitanteil.

Granat ist merklich gleichmäßiger verteilt innerhalb des Gneises als z. B. Staurolith. Das zeigt auch Tab. 3. Seine volumetrischen Schwankungen in den vermessenen Proben sind nicht so erheblich als bei Staurolith. Im Mittelwert tritt in Vol.% der Granat merklich zurück gegenüber Staurolith. Zählt man aber seine Individuen aus, so kann man feststellen, daß Granat reichlicher beigemengt ist.

Der vorliegende Granat erscheint im Dünnschliff schwach rötlichgrau. Morphologie: xenoblastisch bis idioblastisch mit $\{110\}$, seltener schwach mit $\{211\}$ kombiniert.

Granat weist stets winzige bis submikroskopisch-feine Einschlüsse auf. Bisweilen sind die winzigsten Interpositionen Rutil. Solche winzige Rutilinschlüsse reichern sich jeweils in einer inneren oder randlichen Zone des Granats an, wodurch ein gewisser Zonenbau des Granats sichtbar wird. Neben Rutil, jedoch weniger häufig, können größere Einschlüsse im Granat festgestellt werden: Chlorit, Biotit, Muscovit, Plagioklas, Quarz, Ilmenit, Staurolith, Turmalin. Bisweilen eingeschlossene kleine Staurolith-Prismen – einer etwas älteren Generation von Staurolith angehörig – sind stets mehr

oder weniger chloritisiert. Auch einzelne Biotitaggregate zeigen in einem Berührungsaum mit der umwachsenden Granatsubstanz fast stets eine partielle Chloritisierung, wenn auch nicht ganz so intensiv wie die Biotiteinschlüsse des Stauroliths. Relativ seltener wird Granat siebartig von Quarz durchsetzt im Unterschied zu Staurolith.

Nur lokal und vereinzelt tritt – ähnlich wie im Staurolith – eine Verdrängung des Granats durch Chlorit-Aggregate stärker hervor. Auch hier greift die Chloritisierung des Minerals längs Rissen und Sprüngen vor. Verhältnismäßig selten sind einzelne größere Granate bis auf wenige Kornreste durch büschelig angeordnete Chloritschuppen verdrängt. Zufällig angeschnittene Berührungssäume von Granat und Biotit lassen fast stets eine ansetzende Chloritbildung am Biotit erkennen.

Als Nebengemengteile sind im vorliegenden Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis festgestellt worden: Turmalin, Apatit, Ilmenit, Magnetit, Rutil, Hämatit, Limonit, Zirkon, Kalzit und Chlorit. In Vol. % können sie in einzelnen Partien zusammen bis zu 2,5% vom Mineralinhalt des Gneises betragen.

Unter den Nebengemengteilen erscheinen Turmalin und Apatit in besonderem Maße beachtenswert: beide treten in zwei Generationen auf.

In einer älteren Generation als Turmalin (I) bzw. Apatit (I) finden sie sich nicht selten zusammen mit Ilmenit, Magnetit, Biotit und Muscovit in mehr oder weniger unterbrochenen Kornreihen, bisweilen durch Porphyroblasten von Plagioklas oder Staurolith (selten Granat) umschlossen. Solche Kornreihen bilden ein frühangelegtes „s“ helizitisch ab. Die Turmalin- und Apatit-Prismen sind relativ klein geblieben (unter 0,3 mm //c). Turmalin (I) ist weniger verbreitet als Apatit (I) im Unterschied zu ihren Sprossungen in der 2. Generation. In einzelnen Dünnschliffen fehlt Turmalin (I) überhaupt.

Die jüngere Generation der beiden Minerale Turmalin (II) und Apatit (II) zeichnet sich meist durch eine augenfällig groblastische Entwicklung aus, mit einer Prismenlänge bei Turmalin bis zu 2 cm. In dieser Generation sind die beiden Minerale relativ spät gebildete Gemengteile unter den Mineralkomponenten des vorliegenden Gneises. Turmalin (II) und Apatit (II) sind nach der Zahl der auftretenden Individuen sehr viel weniger verbreitet als Turmalin (I) und Apatit (I). Sie finden sich meist nur vereinzelt in den relativ blastophilen Partien des Gneises, im Verbands mit grobentwickelten Glimmern, großgesproßten Holoblasten von Staurolith, Plagioklas und Granat. Man findet im Turmalin (II) oder Apatit (II) wohl gelegentlich einmal jede der vorkommenden Mineralkomponenten dieses Gneises in ihnen eingeschlossen, u. a. auch Einschlüsse von Staurolith (II) oder Granat (II), die dann häufig partiell chloritisiert sind. Die Sprossung von Turmalin (II) und Apatit (II) kann (noch viel deutlicher als bei Staurolith) als postkinematisch in bezug auf den Haupteinformungsakt des Gneises angesprochen werden. Im Handstück läßt sich bisweilen sehr schön erkennen, wie große, schwarze Turmalinsäulchen in wenig straffer Einregelung zur Gneistextur mehr oder weniger sperrig hervortreten, im Unterschied z. B. zu Staurolith, der noch überall von umschmiegenden Glimmerhäuten eingehüllt wird. Jedoch liegen wiederum in zwei Fällen Gesteinsproben von St-Gr-Pl-Gneis mit größeren geknickten Turmalin-Prismen vor.

Die mikroskopisch-optische Physiographie der beiden Generationen von Turmalin und Apatit weicht, mit Ausnahme der auffälligen Größenunterschiede, nicht voneinander ab. Die Kristalloblasten von Turmalin sind in beiden Fällen in bezug auf die Prismen-Zone vorwiegend idioblastisch ausgebildet mit $\{10\bar{1}0\}$ $\{11\bar{2}0\}$. Die Säulchen weisen meist zahlreiche, subparallel verlaufende Querabsonderungsrisse annähernd nach $\{0001\}$ auf. Oft ist ein deutlicher Zonarbau erkennbar:

Turmalin (Innenzone)

$$n_o \text{ (olivbraun)} > n_e \text{ (blaßbräunlich)}$$

$$n_e - n_o = -0,030 (\pm 0,002)$$

Turmalin (Randzone)

$$n_o \text{ (meer- bis blaugrün)} > n_e \text{ (blaßbräunlich)}$$

$$n_e - n_o = -0,025 (\pm 0,002)$$

Ilmenit ist wohl der verbreitetste Nebengemengteil. Seine „Lamellen“ liegen sowohl in den melanokraten, als auch in den leukokraten Anteilen des Gneises verstreut. In den

melanokraten Partien folgen die Ilmenitlamellen meist den Glimmerzügen und sind häufig zwischen die Glimmerblättchen eingeregelt. Ihre Züge bilden augenfällig ein sehr früh-angelegtes „s“ ab, und man findet sie häufig von den größeren, sukzessiven Sprossungen der meisten Haupt- und Übergemengteile umschlossen (Abb. 9). Bisweilen bildet er Aggregate, die wahrscheinlich spätere Umlagerungen darstellen. Auch größere, sechsseitig begrenzte Kriställchen dieses Minerals können mitunter festgestellt werden. Umwandlungserscheinungen in Rutil sind beobachtet, aber nicht sehr bezeichnend für den Haupttypus des St-Gr-Pl-Gneises.

Weniger reichlich als Ilmenit ist Magnetit beigemengt, bisweilen randlich in einen Hämatitsaum umgewandelt. Limonitkrümel oder Hämatitschüppchen sind nur lokal feststellbar.

Rutil tritt in winzigen, gerundeten und gedrunen-säuligen Körnern, eingeschlossen in Plagioklas oder Quarz, bei den stärksten Vergrößerungen noch am augenfälligsten hervor (Korndurchmesser meist zwischen 0,010 bis 0,040 mm). Bisweilen beobachtet man herzförmige Zwillinge oder (seltener) solche mit „knieförmigem“ Habitus. Weiterhin findet sich Rutil in winzigsten, bis in submikroskopische Dimensionen hinunterreichende Interpositionen im Granat eingeschlossen, oft zonenweise angereichert. Auf die Ausscheidungen des Minerals als Sagenit in chloritisierten Biotiten wurde oben bereits hingewiesen.

Zirkon bildet relativ selten gerundete Körner bis zu 0,100 mm \varnothing . Auch als Einschluß im Quarz ließ er sich vereinzelt auffinden. Am augenfälligsten tritt er in seinen zahlreichen Interpositionen im Biotit hervor, infolge der ihn umgebenden pleochroitischen Höfe. Als Einschluß im Staurolith konnte ein pleochroitischer Hof um Zirkon in keinem einzigen Falle festgestellt werden.

d) Chemische Analyse

Für zwei chemische Analysen wurden aus einem kleinen Steinbruch ca 500 m SW Ober-Afferbach, einer liegenden und einer hangenden Partie, Proben entnommen. Die räumliche Distanz der Entnahmestellen beträgt ungefähr 2,40 m \perp s. Die beiden Proben sind petrographisch sehr ähnlich und entsprechen einem relativ glimmerreichen, mittel- bis kleinblastischen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis vom Haupttypus. Das Gesteinsmaterial besitzt flasrig-schiefrige Textur mit angedeuteter Streckung nach b.

Es wurde jeweils ca 1 kg Gestein entnommen und nach E. DITTLER, „Gesteinsanalytisches Praktikum“, 1933, S. 3/4, für die chemische Analyse vorbereitet. Herr Dr. P. PFEFFER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, fertigte die chemischen Analysen an:

Gesteinsprobe Nr. 1, Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, liegende Partie, Stbr. SW Ober-Afferbach (wie Nr. 5, Tab. 3):

	Gew. %	Mol. %
SiO ₂	58,71	64,31
TiO ₂	0,83	0,85
Al ₂ O ₃	20,78	13,42
Fe ₂ O ₃	4,24	1,75
FeO	3,46	3,17
MnO	0,18	0,16
MgO	2,56	4,17
CaO	1,15	1,35
Na ₂ O	1,65	1,70
K ₂ O	4,05	2,80
H ₂ O ⁺	1,70	6,21
P ₂ O ₅	0,24	0,11
CO ₂	0,0	
	99,55	100,00

Gesteinsprobe Nr. 7, Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, hangende Partie, Stbr. SW Ober-Afferbach (wie Nr. 3, Tab. 3):

	Gew. %	Mol. %
SiO ₂	55,05	60,11
TiO ₂	0,98	1,00
Al ₂ O ₃	21,59	13,95
Fe ₂ O ₃	4,75	1,95
FeO	3,72	3,39
MnO	0,18	0,16
MgO	3,21	5,21
CaO	0,99	1,17
Na ₂ O	3,15	3,33
K ₂ O	4,03	2,78
H ₂ O ⁺	1,89	6,87
P ₂ O ₅	0,18	0,08
CO ₂	0,0	
	99,72	100,00

B₂O₃ wurde in beiden Proben durch Kurkumafarbstoff mit Sicherheit nachgewiesen. Einwandfreie quantitative Werte konnten jedoch bei dem geringen Gehalt an Bor nicht erzielt werden. Die gefundenen Werte liegen unter 0,1 Gew.%. ZrO₂ war trotz Anwendung verschiedener Aufschluß- (Karbonat- und Boraxaufschluß) und Fällungsmethoden (als Phosphat, Phenylarsin und Kupferron) nicht in wägbarer Menge erfaßbar. Da bei den Alkaliaufschlüssen mit nur 2 g Einwaage gearbeitet werden kann, so würde ein Gehalt an ZrO₂ von 0,1 Gew.% einem Niederschlag von 1 mg entsprechen, der aber erkennbar sein müßte. Cr₂O₃ konnte nicht nachgewiesen werden.

Der relativ große Unterschied der Na₂O-Bestimmung – bei ähnlichen CaO-Werten – kann durch den mikroskopisch-optischen Befund keine Erklärung finden!

Dichte¹⁾: Gesteinsprobe Nr. 1:
2,870 (± 0,003)

Gesteinsprobe Nr. 7:
2,876 (± 0,003)

Niggli-Werte:

si	ti	p	h	si	ti	p	h
212	2,8	0,37	20,5	177,5	3,0	0,25	20,3
al	fm	c	alk	al	fm	c	alk
44	36,5	4,5	15	41	37,5	3,5	18
k	mg	o	c/fm	k	mg	o	c/fm
0,62	0,56	0,47	0,12	0,46	0,59	0,45	0,09
qz	t	T'	al-alk	qz	t	T'	al-alk
(52)	24,5	+ 6	29	(5,5)	19,5	+ 3	23

An Mineralanalysen des St-Gr-Pl-Gneises liegen vor:

Staurolith von „Aschaffenburg“ aus F. HÖRNER (1915):

	Gew.%
SiO ₂	27,68
TiO ₂	0,77
Al ₂ O ₃	53,37
Fe ₂ O ₃	2,33
FeO	12,69
MnO	Sp
MgO	1,78
H ₂ O ⁺	1,46
H ₂ O ⁻	0,13
	<hr/>
	100,21 Gew.%

Granat aus St-Gr-Pl-Gneis, Hochspannungsmast auf dem „Kalbsbuckel“ N Bahnhof Kleinostheim.

Einzelne Splitter des Minerals wurden u. d. M. ausgelesen und als Pulver von Frau Dr. HAHN-WEINHEIMER spektrochemisch untersucht.

	Gew.%	Mol.%
SiO ₂	35,1	40,5
Al ₂ O ₃	19,7	13,4
FeO (inkl. Fe ₂ O ₃)	32,3	31,2
MnO	3,4	3,4
MgO	4,0	6,9
CaO	3,8	4,6
	<hr/>	<hr/>
	98,3	100,0

¹⁾ Die Dichtebestimmungen, ebenso auf S. 30, 36, 52, verdanke ich Herrn cand. min. H. KRÄMER.

Die gefundenen Werte von SiO_2 , Al_2O_3 , FeO (inkl. Fe_2O_3) sind mit ± 5 Gew. % Fehlerbereich zu betrachten, die Werte MgO und MnO mit $\pm 10\%$ genau, während die gefundene CaO -Menge mit $\pm 20\%$ Fehler nur den Ermittlungen eines halbquantitativen Verfahrens genügt, jeweils als Durchschnitt aus 5 Bestimmungen. Immerhin ist hieraus bereits die sichere Aussage zulässig, daß die Almandin-Komponente ganz wesentlich vorherrscht, während die Komponenten Pyrop, Grossular und Spessartin nur relativ untergeordnet beteiligt sind, ein Befund, der durchaus zu erwarten war.

„Braungrüner“ Biotit aus St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. ca 500 m SW Ober-Afferbach:

Für eine spektrochemische Bestimmung der Komponenten MgO und FeO (inkl. Fe_2O_3) standen 0,04778 g lufttrockene Substanz u. d. M. ausgesuchter Biotit-Schüppchen zur Verfügung. Frau Dr. HAHN-WEINHEIMER ermittelte aus 10 Einzelbestimmungen die unten aufgeführten Werte als Durchschnittszahlen. Dabei liegt der mittlere Fehler der Einzelbestimmung bei $\pm 2\%$.

	Gew. %
FeO (inkl. Fe_2O_3)	17,68
MgO	12,83
FeO (inkl. Fe_2O_3) : MgO in Mol. % =	0,77

Es handelt sich hiernach um einen relativ Mg-reichen Biotit.

2. Phyllonitisch-diaphthoritischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Als „phyllonitisch-diaphthoritischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis“ sei – unter Vorwegnahme seiner genetischen Deutung – eine fein- bis kleinblastische Variante des St-Gr-Pl-Gneises von vorwiegend schiefriger Textur bezeichnet, die fast ausschließlich im nördlichen Teile des Untersuchungsgebietes, im Raume Molkenburg-Dörnsteinbach-Ober-Western, ansteht. Es sprechen Gründe dafür, daß in diesem Raume die hangenden Teile des Paragneis-Komplexes des mittleren Vor-Spessarts angeschnitten sind. Aber es sei auch hervorgehoben, daß St-Gr-Pl-Gneis von ähnlicher Ausbildung im mittleren Gneisstreifen in den oberen Teilen des Glasbergs b. Schimborn ansteht.

Der phyllonitisch-diaphthoritische St-Gr-Pl-Gneis ist vorwiegend schiefrig ausgebildet; bisweilen treten allerdings auch lineare Texturen nach der Gefügekoordinaten b stärker in Erscheinung (u. a. im Stbr. am Wiesenberg b. Dörnsteinbach). Glimmerschiefer- oder phyllitähnlich aussehende, dünnplattige Anteile dieses Gneises besitzen auf s-Flächen einen phyllitischen Glanz, oft mit feinen Runzelungen. Auch Stauchfältelung ist häufig (Stbr. am Pfahlloch b. Rückersbach). Hingegen fehlen ausgesprochen flasrige Texturen und gröber strukturierte Partien fast völlig.

Kennzeichnend für das Anstehende des phyllonitisch-diaphthorischen St-Gr-Pl-Gneises sind wiederholte, mehr oder weniger geringmächtige Zwischenschaltungen eines viel weniger schieferhold verformbaren Gneisbestandteils. Derselbe führt merklich weniger Glimmer und ist völlig staurolithfrei. Im Falle eines fehlenden graduellen Überganges zu solchen Zwischenlagen wurden die Grenzen größerer Materialunterschiede durch die Tektonik flächig herausgearbeitet. Die weniger schieferholden Anteile im Gesteinsverband wirkten versteifend auf eine ansetzende Fältelung und wurden von ausgeschmierten, glimmerreichen Partien umhüllt. Dabei zeichnen sich die

Hauptschieferungs- und Bewegungsflächen durch chloritische Beläge aus, hervorgegangen aus einem stark deformierten und zerriebenen Biotit-Film.

Die Mineralgemengteile Biotit und Muscovit sind meist flachwellig bis fast ebenflächig in „s“ eingeregelt und verhüllen weitgehend den übrigen Mineralbestand des Gneises. In Schnittlagen // zur Gefügekoordinaten c erkennt man in dünnen, weitgehend zerscherten Streifen die leukokraten Anteile des Gneises mit den Gemengteilen (Lupe!) Plagioklas und Quarz. Die geglätteten oder leicht runzeligen s-Flächen des dünnplattig zergliederten Gneises sind örtlich (z. B. am Hang des „Gehickel“ an der Straße Hörstein-Hohl) durchsetzt von unzähligen, idioblastisch ausgebildeten Körnern von Granat bis zu einem Durchmesser von Stecknadelkopfgröße. Die Granatkörner treten schwarmartig auf einzelnen Schieferungsflächen hervor, während sie auf dicht benachbarten oft unvermittelt aussetzen oder nur in wenigen Individuen vertreten sind. Unter dem Einfluß der atmosphärischen Verwitterung zersetzen sich die Granate gar bald zu einem ockrigen Mulm und treten dadurch im Handstück noch besser hervor. Die megaskopische Betrachtung kann schließlich noch hier und da vereinzelt hervortretende Staurolithe (bzw. deren Pseudomorphosen) oder bis zu ca 2 mm lange Prismen von schwarzem Turmalin auf den s-Flächen des vorliegenden Gneises sicherstellen.

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

Die mikroskopisch diagnostizierbaren Mineralgemengteile seien wiederum in einer Übersicht aufgeführt und gegliedert, die mengenmäßig hervortretenden, „gesperrt“ gedruckt:

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₀₋₂₅) Muscovit	Serizit	Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Titanomagnetit, Ilmenit, Eisenglanz, Limonit
mafisch	Biotit	Staurolith (und dessen Pseudomorphosen) Granat Chlorit Turmalin	

Dem St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) gegenüber ist der „phyllonitisch-diaphthoritisch“ überprägte St-Gr-Pl-Gneis durch stärkere Einwanderung von Serizit und Chlorit gekennzeichnet. Die Staurolithe sind größtenteils, bis auf einzelne Relikte, in Serizit- oder Chlorit-Pseudomorphosen umgewandelt. Auch Biotit und Granat weisen in vielen Fällen Umwandlungserscheinungen in Chlorit und Rutil (bzw. Limonitkrümel) auf.

Das über die Methode der volumetrischen Vermessung auf S. 13 Gesagte sei mit diesem Hinweis wiederholt.

Auf Tab. 4, Nr. 1-4, sind vier volumetrische Vermessungen von phyllonitisch-diaphthoritischem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis aufgeführt, zusammen mit den Korngrößen der Mineralgemengteile. Diese Gneisvariante ist, nach den „Körnigkeitsstufen“ von E. O. TEUSCHER (1933) für „körnige Gesteine“, die hier angewendet seien, als fein- bis kleinblastisch in seiner Struktur anzusprechen.

Tabelle 4. Vol.% und Korngrößen des „phyllonitisch-diaphthoritischen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises“ im mittleren Vor-Spessart

	1 Vol.%	2 Vol.%	3 Vol.%	4 Vol.%
Quarz.....	35,5	37,2	32,0	29,3
Kalknatronfeldspat .	23,0	41,4	27,0	18,8
Muscovit	15,7	Sp.	17,9	29,3
Biotit (Chlorit)	18,6*	16,4	15,4	18,4
Staurolith (inkl. Pseudomorphosen)	0,9**	1,2**	2,9**	0,1**
Granat	3,2*	1,8	2,2	1,8
Nebengemengteile ..	3,1	2,0	2,2	2,3
felsische Gemengteile	74,2	78,6	76,9	77,4
Mafiten	22,7	19,4	20,5	20,3

Wesentlicher Schwankungsbereich der Korngrößen in mm:

Quarz.....	0,050–0,3	0,030–0,4	0,020–0,6	0,020–0,8
Kalknatronfeldspat .	0,080–0,5	0,080–0,8	0,050–0,8	0,100–1,0
Muscovit	0,080–0,6	—	0,080–1,4	0,080–1,4
Biotit (Chlorit).....	0,050–0,8†	0,030–0,7	0,050–0,8	0,080–0,8
Staurolith	0,150–0,6††	0,050–0,6	0,030–1,4	0,200–1,0††
Granat	0,150–0,5	0,080–0,5	0,060–0,35	0,030–0,16

* Z. T. in Chlorit umgewandelt.

** Weitgehend in Serizit oder Chlorit umgewandelt

† „Quer“-Chlorite bis zu 1,5 mm.

†† Staurolith oder Pseudomorphosen nach St.

1 Phyllonitisch-diaphthoritischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, fein- bis kleinblastisch.

Stbr. am Wiesenberg, W Dörnsteinbach, Handst. SM 2064.

2 Phyllonit.-diaphthor. St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch.

Stbr. am Pfahlloch NW Rückersbach, Straße Hohl-Hörstein, Handst. SM 2060.

3 Phyllonit.-diaphthor. St-Gr-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch.

Stbr. am Pfahlloch NW Rückersbach, Straße Hohl-Hörstein, Handst. SM 2059.

4 Phyllonit.-diaphthor. St-Gr-Pl-Gneis, glimmerreich, fein- bis kleinblastisch.

Stbr. am Pfahlloch NW Rückersbach, Straße Hohl-Hörstein, Handst. SM 2065 (chemische Analyse S. 30).

Auf Grund der vier volumetrischen Vermessungen wird der Schwankungsbereich in der Mineralzusammensetzung des vorliegenden Gneises angegeben:

	Vol.%
Quarz	29,3–37,2
Kalknatronfeldspat.....	18,8–41,4
Muscovit	Sp.–29,3
Biotit (Chlorit)	15,4–18,6
Staurolith (inkl. Pseudomorphosen)	0,1– 2,9
Granat	1,8– 3,2
Nebengemengteile	2,0– 3,1

Auch die hier besprochene Gneisvariante weist einen großen Schwankungsbereich im Muscovitgehalt auf, im Unterschied zu den viel konstanteren Biotitgehalten. Es kommen ebenso an Muscovit völlig freie Partien vor.

Die Quarzgehalte erscheinen im vorliegenden Falle unausgeglichener.

Als Mittelwerte können aus den vier volumetrischen Vermessungen errechnet werden:

	Vol. %
Quarz	33,7
Kalknatronfeldspat	27,6
Muscovit	15,7
Biotit (Chlorit)	17,2
Staurolith (inkl. Pseudomorphosen)	1,2
Granat	2,2
Nebengemengteile	2,4
Summe ¹⁾ der felsischen Gemengteile	77,0
Summe ¹⁾ der Mafiten	20,6

Der phyllonitisch-diaphthoritische St-Gr-Pl-Gneis weist mit einem Durchschnitt von 20,6 Vol. % an Mafiten (Biotit, Chlorit, Staurolith, Granat) gegenüber 29,8 Vol. % im St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) einen merklich geringeren Gehalt an dunklen Gemengteilen auf.

Auf Grund der ermittelten Durchschnittswerte überwiegen im ersteren Quarz und Muscovit, in letzterem Plagioklas, Biotit und Staurolith. Hingegen sind die Granatgehalte vergleichbar. Der geringe, aber deutliche Überschuß an Nebengemengteilen des ersteren wird verursacht durch hinzukommende Limonit- und Rutilausscheidungen der diaphthorischen Mineralumwandlungen.

c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungserscheinungen

Einen Eindruck über die texturellen und strukturellen Verhältnisse des phyllonitisch-diaphthorischen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises soll die schwach vergrößerte Übersichtsaufnahme einer Schnittlage annähernd parallel (bc) (Abb. 13) vermitteln. Die lamellar oder zuweilen schwach lentikular verlaufenden Glimmerstrahlen bilden das markanteste Texturelement des Gneises ab. Die stets trübe zersetzten Plagioklase sind flachlinsig zerschert und schwach rekristallisiert. Intensivere Rekristallisationserscheinungen weisen die Quarze auf, die nesterweise ein verzahntes Mosaik bilden. Winzige Granate, serizitisierte Staurolithe und Erzminerale sind im Schliffbild überall verstreut, wohl stets mit Andeutungen einer Einregelung ihrer Kornreihen nach der lamellaren Textur des Gneises.

Die Struktur des phyllonitisch-diaphthorischen St-Gr-Pl-Gneises ist im wesentlichen als granoblastisch-lepidoblastisch anzusprechen. Porphyroblastische und poikiloblastische Strukturelemente treten im Unterschied zum Haupttypus und anderen Varianten dieses Gneises sehr stark zurück.

Quarz und Plagioklas bilden ein schwach verzahntes granoblastisches Pflaster. Ihr Kornverband weist ausgesprochen starke blastomylonitische Züge auf. Quarz tritt lagenweise oder in einzelnen Nestern etwas stärker hervor und zeigt häufig Deformationserscheinungen (BÖHMISCHE Streifung). Der Plagioklas (An₂₀₋₂₅) besitzt meist Einwachsungen dichter Serizit-Filze und wie die übrigen Hauptgemengteile, Deformationserscheinungen (undulöse Auslöschung), die bisweilen mehr oder weniger verbreitet sind. Deformationsverglimmerung der Plagioklase ist verbreitet.

¹⁾ Ohne Nebengemengteile.

Die Glimmer sind meist strähnenartig deformiert (Abb. 13) und bilden in den melanokraten Anteilen des Gneises zusammenhängende Züge. In den Hauptgleitbahnen wurden Glimmer weitgehend ausgeschmiert. Muscovit kann stellenweise sehr zurücktreten. Biotit ist fast stets „mißfarben“ und mit Rutilnadelchen und Limonit durchsetzt. Bei den stärksten Vergrößerungen kann der „mißfarbene Biotit“ als ein weitgehend schichtenweise durch Chlorit (Klinochlor) verdrängter und mit zahlreichen Ausscheidungen von Rutil und Limonit durchsetzter Biotit angesprochen werden. Auch in den leukokraten Partien des Gneises liegen überall einzelne Glimmerpakete verstreut. In den stärker deformierten und rekristallisierten Plagioklasanteilen ist der Biotit in (fächerförmige) Aggregate von Chlorit (Klinochlor) umgewandelt. In diesem Zusammenhang sei das gelegentliche Vorkommen einzelner „Quer-Chlorite“ in der vorliegenden Gneisvariante genannt.

Mikroskopische Charakteristik der „Quer-Chlorite“:

$$n_z \text{ (hellgrün)} > n_x \text{ (zart gelblich)}$$

$$2V_z = 4-6^\circ$$

Verdrängungen des Stauroliths durch dichte bis feinschuppige Serizit- oder Chlorit-Aggregate spielen in dem phyllonitisch-diaphthoritischen St-Gr-Pl-Gneis eine große Rolle. Solche Umwandlungserscheinungen setzen an Korngrenzen und Rissen des Minerals ein unter fleckig-diffuser Ausbreitung nach dem Korninnern. Die meisten Staurolithe sind auf diese Weise vollständig oder bis auf einzelne Kornreste in Serizit oder (seltener) Chlorit-Pseudomorphosen übergeführt (vgl. hierzu Text S. 56). Das durch ein Maschennetz gröberer Serizit(Chlorit)-Aggregate abgebildete ehemalige Rißsystem im Staurolith enthält häufig winzige Limonitschnüre. Von zufälligen Berührungsstellen der Serizit-Pseudomorphosen mit Biotit (bzw. Chlorit) ausgehend, macht sich fast stets eine diffuse Einwanderung feinschuppiger Chloritaggregate bemerkbar.

Auch im vorliegenden Falle hält sich Granat nicht nur an die melanokraten Partien des Gneises mit viel Biotit (Chlorit), sondern findet sich ebenso verbreitet in den plagioklasreichen Partien. Die Granatkörner sind häufiger xenoblastisch entwickelt und enthalten besonders viele Interpositionen. Die in der Randzone der Granatindividuen angereicherten, winzigen Einschlüsse wurden vorwiegend wiederum als Rutil bestimmt, z. T. sind sie aber auch Limonit. Der Granat wird nicht selten von fein- bis kleinblättrigen Chlorit-Aggregaten verdrängt. Aber im großen und ganzen ist die Verdrängungserscheinung am Granat viel weniger intensiv als bei Staurolith. Oft konnte sich offensichtlich die Granatprossung nicht recht durchsetzen, und sie tastet sich zuweilen zwischen den Korngrenzen des Biotits entlang.

Es sind die gleichen Nebengemengteile beobachtet worden wie im Haupttyp des Gneises: Turmalin, Apatit, Ilmenit, Magnetit, Rutil, Hämatit, Limonit, Zirkon, Kalzit. Chlorit darf hier als ein charakteristischer Übergemengteil angesprochen werden und ist oben bereits beschrieben worden. Hämatit ist viel seltener, dafür Limonit umso stärker vertreten. Überhaupt sind die besonders zahlreichen opaken bis halbopaken Nebengemengteile in dieser Gneisvariante recht augenfällig. Auch die Nebengemengteile ordnen sich im großen und ganzen der lamellaren Textur des Gneises ein. Die Ilmenite besitzen gern Rutilsäume. Im Biotit (Chlorit) eingeschlossene Zirkonkörner haben sich auch hier mit pleochroitischen Höfen umgeben.

d) *Chemische Analyse*

Es wurde eine typische Partie von phyllonitisch-diaphthoritischem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis aus dem Stbr. vom „Pfahlloch“ NW von Rückersbach an der Straße Hörstein-Hohl entnommen und ca 1 kg davon nach E. DITTLER, „Gesteinsanalytisches Praktikum“ 1933, S. 3/4, für die chemische Analyse vorbereitet. Die chemische Analyse führte Herr Dr. P. PFEFFER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, aus:

Gesteinsprobe Nr. 2065, phyllonitisch-diaphthoritischer St-Gr-Pl-Gneis, Stbr. am „Pfahlloch“ NW Rückersbach, Straße Hörstein-Hohl (wie Tab. 4, Nr. 4):

	Gew. %	Mol. %
SiO ₂	60,60	64,86
TiO ₂	0,82	0,83
Al ₂ O ₃	18,61	11,74
Fe ₂ O ₃	5,03	2,02
FeO	2,44	2,18
MnO	0,21	0,19
MgO	2,26	3,61
CaO	0,76	0,88
Na ₂ O	1,71	1,77
K ₂ O	4,46	3,05
H ₂ O ⁺	2,46	8,78
P ₂ O ₅	0,21	0,09
CO ₂	0,0	
	99,57	100,00

B₂O₃ konnte eindeutig mit Kurkumafarbstoff nachgewiesen werden. Der gefundene Wert liegt unter 0,1 Gew.%. ZrO₂ konnte nicht in wägbarer Menge erfaßt werden. Cr₂O₃ wurde nicht festgestellt.

Beim Vergleich mit den beiden Analysen von St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) ergibt sich: der relativ niedrige Plagioklasgehalt kommt in den entsprechend niedrigen Werten von CaO und Na₂O gut zum Ausdruck. Der höhere SiO₂-Wert liegt in einem größeren Quarzgehalt begründet, der höhere K₂O-Wert in einem entsprechend höheren Glimmergehalt. Auch das Vorherrschen der höheren Oxydationsstufe des Fe ist plausibel, infolge zusätzlicher Limonitausscheidungen. Der relativ hohe Gehalt an (OH)-haltigen Mineralien ergibt entsprechend den H₂O-Wert.

Dichte: 2,806 (± 0,003).

Niggli-Werte:

si	ti	p	h
238	3,0	0,35	32,2
al	fm	c	alk
43	36,5	3	17,5
k	mg	o	c/fm
0,63	0,60	0,68	0,08
qz	t	T'	al-alk
(68)	22,5	+ 2,5	25,5

3. Progressiv metamorph beeinflusster Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis

Der Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis weist innerhalb seines Verbreitungsgebietes im mittleren Vor-Spessart lokal in einzelnen kleineren bis kleinsten Bereichen Symptome einer progressiven Metamorphose oder stärkeren Stoffmobilisation auf:

- A. St-Gr-Pl-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten und z. T. mit braunem Biotit.
- B. St-Gr-Pl-Gneis mit Disthen - und Sillimanit („Fibrolith“) - in Partien mit größeren Plagioklas-Einsprossungen.
- C. St-Gr-Pl-Gneis mit lagiger bis diffuser Auflockerung der melanokraten Gneisanteile durch Einsprossungen stärker mobilisierter, salischer Komponenten (Quarz und Plagioklas) und verschiedengradiger Entregelung des älteren Gneisgefüges (Plagioklas-Metablastesis!).

A. Partien mit Masseneinsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Die vorliegende Variante des St-Gr-Pl-Gneises besitzt bei ihrer extensiven Verbreitung immer nur sehr geringe Mächtigkeiten, so daß eine Eintragung in die Kartenskizze nicht möglich gewesen ist. Nur lokal kann ihr charakteristisches Gefügeelement auch einmal Gesteinspartien bis zu wenigen Metern Ausdehnung durchsetzen, so z. B. in den Stbrn. am Gretenberg gegenüber Strötzbach, wo fast stets gleichzeitig brauner Biotit die grünbraune Varietät vertritt.

Aus dem St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) entwickelt sich die vorliegende Variante in graduellen Übergängen durch ein stärkeres Hervortreten und bevorzugtes porphyroblastisches Wachstum der Plagioklase mit unzählig vielen poikiloblastischen Granat-Einsprossungen. In solchen Partien hält nicht immer das Wachstum der Glimmer oder des Stauroliths mit dem Plagioklas-Wachstum Schritt. Die Staurolith-Individuen bleiben dabei oft auffällig klein. Hingegen treten nicht selten vereinzelt bis zu 1-1,5 cm große Turmalin-Prismen hinzu.

Im Bereiche des phyllonitisch-diaphthoritisch überprägten St-Gr-Pl-Gneises vorkommende Partien dieser Varianten sind mit von der rückschreitenden, destruktiven Metamorphose überwältigt, aber immer noch stellenweise in Relikten erhalten.

Im Unterschied zum St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) zeichnet sich die vorliegende progressiv beeinflusste Variante megaskopisch häufig durch ein körneliges Hervortreten von Plagioklas auch auf den flasrig-knotigen s-Flächen aus, meistens eine nicht ganz geschlossene Glimmerhaut unterbrechend. Die Plagioklase können dabei homöoblastisch in bezug auf die Entwicklung der Glimmer sein, oder sie sind als Porphyroblasten von einem heteroblastischen Verbands fein- bis kleinschuppiger Glimmer umhüllt. Die siebartigen Einschlüsse von Granat in den Plagioklasen treten bei Betrachtung mit der Lupe teilweise deutlich hervor. Durch stärkere Beteiligung von Muscovit erscheint der Gneis merklich lichter (Vorkommen am Gretenberg). Der hier beigemengte braune Biotit tritt im Handstück nicht besonders augenfällig als solcher hervor.

Die bekanntgewordenen Vorkommen von St-Gr-Pl-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten und braunem Biotit weisen häufig

(aber durchaus nicht immer) nach dem Geländebefund räumliche Beziehungen zu Schwärmen fein- oder grobstrukturierter Zwischenschaltungen oder einzelnen größeren Einlagerungen dieser Art im St-Gr-Pl-Gneis auf.

Es seien Vorkommen besonders aufgeführt: In den Stbrn. am Gretenberg gegenüber Strötzbach stehen solche dm- bis m-mächtige Partien neben St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus), nicht so gut verformbaren, glimmerarmen – aber quarzreicheren – Partien von Granat-Plagioklas-Gneis und Hornblende-Plagioklas-Gneis im Verbands mit zahlreichen grobstrukturierten Quarz-Einschaltungen an.

Vergleichbare Partien mit augenförmigen Einsprossungen von Plagioklas und Granat-Poikiloblasten werden im Bereiche des stärker mobilisierten St-Gr-Pl-Gneises vom Pfaffenberg und Grauenstein b. Glattbach und in unmittelbarer Nachbarschaft des Ortho-Gneis-Streifens von Schöllkrippen-Blankenbach-Erlenbach-Kaltenberg, insbes. neben leukokraten, feinkörnigen Quarz-Plagioklas-Einschaltungen aufgefunden. Im Verbands mit gleichartig feinkörnigen Einlagerungen sind auch in einem schmalen Berührungssaum solche Partien im Stbr. am Hohen-Bühl b. Unter-Afferbach festgestellt worden.

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

Die mikroskopisch diagnostizierten Mineralgemengteile seien in der folgenden Übersicht aufgeführt und gegliedert, die mengenmäßig hervortretenden „gesperrt“ gedruckt:

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₀₋₂₆) Muscovit	Serizit	Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Ilmenit, Limonit, Eisenglanz
mafisch	(brauner) Biotit	Staurolith Granat Chlorit Turmalin	

Das charakteristische mikroskopische Merkmal der vorliegenden Variante sind die überaus zahlreichen poikiloblastischen Einwachsungen von Granat in Plagioklas-Porphroblasten (Abb. 14); in Plagioklasen von ca 2 mm \varnothing werden oft bis zu 120 Granat-Individuen als Einschlüsse gezählt. In manchen Fällen liegt als Biotit ausschließlich brauner Biotit vor, bisweilen auch grünbrauner daneben in Übergangstypen. Bezeichnend ist weiterhin ein größerer Rutilgehalt, in Relikten zurückgehend auf Ilmenit.

Auf Tab. 5 sind drei volumetrische Vermessungen der vorliegenden Gneisvarietät angeführt, zusammen mit den Korngrößen der Mineralgemengteile. Man kann daraus erkennen, daß sowohl klein- bis mittelblastische, als auch ausgesprochen groblastische Partien des Gesteins vorkommen.

Auf Grund von fünf volumetrischen Vermessungen wird das Schwankungsbereich in der Mineralzusammensetzung angegeben:

	Vol. %
Quarz	14,5–25,5
Kalknatronfeldspat	29,9–40,1
Muscovit	9,4–38,0
Biotit	13,7–26,1
Staurolith	0,3– 4,9
Granat	1,1– 6,1
Nebengemengteile	0,6– 2,3

Die Schwankungsbereiche von Quarz und Plagioklas sind geringer als im Haupttypus des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises. In Übereinstimmung haben wir bei Muscovit einen relativ großen Schwankungsbereich, hingegen bei Biotit einen relativ nur geringen.

Als Mittelwerte können aus Tab. 5, Nr. 1-3 und zwei weiteren volumetrischen Vermessungen errechnet werden:

	Vol. %
Quarz	18,6
Kalknatronfeldspat	33,4
Muscovit	19,6
Biotit	21,8
Staurolith	1,3
Granat	2,7
Nebengemengteile	2,6
Summe* der felsischen Gemengteile ..	71,6
Summe* der Mafiten	25,8

* Ohne Nebengemengteile.

Vergleicht man die errechneten Mittelwerte der einzelnen Gemengteile mit den entsprechenden Zahlen des St-Gr-Pl-Gneises (Haupttypus), dann ergeben sich reell hinnehmbare Unterschiede bei Muscovit, Granat und Staurolith. Die vorliegende Variante führt im Durchschnitt relativ mehr Granat und Muscovit, hingegen weniger Staurolith als der Haupttypus des Gneises.

Tabelle 5. Vol. % und Korngrößen des „progressiv metamorph beeinflussten Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten“ aus dem mittleren Vor-Spessart

	1 Vol. %	2 Vol. %	3 Vol. %
Quarz	19,9	16,5	14,5
Kalknatronfeldspat	40,1	32,8	29,9
Muscovit	9,4	20,4	38,0
Biotit (Chlorit)....	21,9	26,1	13,7
Staurolith	0,3	0,5	0,4
Granat	6,1	3,1	1,4
Nebengemengteile	2,3	0,6	2,1
felsische Gemeng- teile	69,4	69,7	82,4
Mafiten	28,3	29,7	15,5

Wesentlicher Schwankungsbereich der Korngrößen in mm:

Quarz	$\left. \begin{array}{l} 0,005-0,080 \\ \text{(als Zwischenfülle)} \\ 0,050-1,0 \\ \text{(in Nestern)} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0,010-0,100 \\ \text{(als Zwischenfülle)} \\ 0,080-4 \\ \text{(in Nestern)} \end{array} \right\}$	} 0,5-5
Plagioklas	$\left. \begin{array}{l} 0,060-0,200 \\ \text{(als Zwischenfülle)} \\ -4 \\ \text{(als Porphyroblasten)} \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 0,040-0,150 \\ \text{(als Zwischenfülle)} \\ -4 \\ \text{(als Porphyroblasten)} \end{array} \right\}$	
Muscovit	0,050-0,5	0,050-1,2	} 0,200-1,2
Biotit (Chlorit)....	0,050-0,8	0,080-1,4	
Staurolith	0,080-1,5	0,150-0,5	
Granat	0,050-0,25	0,030-0,25	} 0,060-0,4

- 1) Progressiv metamorph beeinflusster St-Gr-Pl-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten und mit braunem Biotit, fein- bis mittelblastisch.
Nördlicher Stbr. am Hang des Gretenbergs oberhalb Ober-Steinbach. Handst. SM 2091 (chemische Analyse: S. 36).
- 2) Progressiv metamorph beeinflusster St-Gr-Pl-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten und mit braunem Biotit, fein- bis mittelblastisch.
Nördlicher Stbr. am Hang des Gretenbergs oberhalb Ober-Steinbach. Handst. SM. 1050.
- 3) Progressiv metamorph beeinflusster St-Gr-Pl-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-Porphyroblasten und im Muscovit, teilweise mit braunem Biotit, mittel- bis grobblastisch.
Gesteinsmaterial, das bei Setzung eines Hochspannungsmastes am Westhang des „Kalbsbuckels“, N Bf. Klein-Ostheim, gefördert worden war. Handst. SM 1007.

c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Mineralgemengteile und deren Umwandlungerscheinungen

Abb. 14 zeigt einen relativ schwach vergrößerten (bc)-Schnitt einer charakteristisch strukturierten, relativ plagioklasreichen Partie des vorliegenden Gneistyps. Das Gesteinsmaterial ist dem großen Stbr. am Gretenberg, unmittelbar oberhalb Ober-Steinbach (Kahl) entnommen. Porphyroblastisch aus dem Mineralverbande hervortretende Plagioklas-Xenoblasten werden von unzähligen, winzigen Granat-Idioblasten mit {110} (seltener -Xenoblasten) poikiloblastisch durchsetzt. Ebenso massenhaft finden sich in den Plagioklasen Einschlüsse von feinen Glimmerschüppchen, meist in gleichlaufenden, bisweilen etwas turbulenten Zügen angeordnet, die ein mehr oder weniger verlegtes „s“ abbilden. Viel gröber entwickelt (wenn auch nicht an die Größenordnung der Plagioklase herankommend) sind die Glimmersträhnen (vorwiegend Biotit), die sich bogenförmig um die xenoblastischen Plagioklase herumlegen oder sich an deren Korngrenzen aggregieren. Nester von Quarz füllen die Lücken zwischen den Plagioklasindividuen.

In struktureller Hinsicht tritt neben grano-, lepido- und porphyroblastischen Strukturelementen markant und dominierend das poikiloblastische Strukturelement hervor. Das Gefüge ist ausgesprochen blastomylonitisch. Bei den Plagioklasen haben sich mitunter noch streifig bis polygonal verlaufende Rekristallisationsnähte verschwommen erhalten. Die bogenförmig verlaufenden Glimmerzüge lassen sich häufig als regenerierte, zerzauste Strähnen ansprechen.

Plagioklas ($An_{20-26(\pm 2)}$) besitzt fast stets einen diffusen (bisweilen inversen) Zonenbau. Lokal ist auch hier eine schwache Serizitisierung festzustellen. Im Plagioklas sind folgende Minerale als Einschlüsse festgestellt: Granat, Muscovit, Biotit, Quarz, Apatit, Rutil, Rutil nach Ilmenit, Chlorit, Limonit, Magnetit, Eisenglanz, Zirkon, Turmalin. Die Granate scheinen im Stadium der sich zu Porphyroblasten regenerierenden Plagioklas-Granoklasten als Reaktionsprodukt zwischen Plagioklas und Biotit gebildet. Dabei hat die Aussprossung der Plagioklase zu Porphyroblasten den Akt der Granatentstehung deutlich überdauert. Nicht ganz so augenfällig treten die noch zahlreicheren Glimmereinschlüsse im Plagioklas hervor. Unter diesen Glimmereinschlüssen herrscht Muscovit über Biotit wesentlich vor. Solche Glimmer

erscheinen bezeichnenderweise in jedem Plagioklas-Individuum für sich in annähernd gleichlaufenden Reihen. Dabei darf offengelassen werden, ob nicht ein Teil des eingeschlossenen Muscovits auf rekristallisierte und geregelte Serizitaggregate einer vorangegangenen Deformationsverglimmerung von Plagioklas zurückzuführen ist. Hingegen bilden Einschlußreihen von Apatit, Rutil nach Ilmenit, Magnetit und Zirkon in zahlreichen Partien wiederum in ihrer Anordnung ein älteres „s“ ab, das als primär angelegtes (sedimentäres) anzusprechen ist. Unbedeutend sind jüngere Durchwachsungen von Quarz und einer sukzessiven Generation von Plagioklas in den Plagioklas-Porphyroblasten.

In Partien mit zahlreichen poikiloblastischen Einwachsungen von Granat im Plagioklas innerhalb des St-Gr-Pl-Gneises wird stets brauner Biotit an Stelle des grünbraunen beobachtet. Im Bewegungsschatten können Aggregate von braunem Biotit und Muscovit eine gekreuzte Struktur bilden.

Chlorit kommt sehr viel häufiger als bei den übrigen Varianten des Gneises mit relativ grobentwickeltem „Quer-Chlorit“ vor. Er stellt mit die jüngste Bildung dar und enthält die meisten der Gemengteile gelegentlich eingeschlossen. Von ihm umschlossene Granatkörner sind partiell chloritisiert und die von Staurolith serizitisiert. Auch Körner von Zirkon sind nicht selten in solchen „Quer-Chloriten“ enthalten, jeweils von einem pleochroitischen Hof umgeben. Der Chlorit ist gelegentlich verzwillingt und kann als Klinochlor angesprochen werden:

X (hellgrün), Z (zart gelblich bis farblos)

$2V_X = 10^\circ (\pm 2^\circ)$, $Z^c = 6^\circ (\pm 1^\circ)$, Max. Doppelbrechung: $0,008 (\pm 0,002)$.

Als Einschluß in den Plagioklas-Porphyroblasten besitzt Granat meist idioblastische Entwicklung, innerhalb der Glimmer fast stets xenoblastische. Er schließt in den glimmerreicheren Partien, wo er mitunter recht grob gesproßt sein kann, bisweilen Grundgewebe mit Biotit, Muscovit, Rutil nach Ilmenit, Plagioklas und Quarz ein. Es handelt sich hier zweifellos um eine ältere Generation der beiden Minerale Plagioklas und Quarz als die oben beschriebenen Plagioklas-Porphyroblasten und die Quarzpflaster in deren Lücken. Andererseits findet sich Granat häufiger im Staurolith eingeschlossen. Auch sind winzige Einschlüsse von Staurolith im Granat beobachtet, jedoch viel seltener. Reaktionssäume von Granat zwischen Biotit und Plagioklas können oftmals festgestellt werden. Erwähnenswert ist noch der stets vorhandene Zonarbau des Granats, sichtbar durch unzählige winzige und winzigste (bis unter die mikroskopische Auflösungsgrenze) Einschlüsse von Rutil. Diese Interpositionen haben sich jeweils in der innersten Partie der Granatkörner angereichert.

Staurolith tritt volumetrisch in der vorliegenden Variante etwas zurück, vor allem durch das Fehlen größerer Individuen. Kleine und winzigste (fast submikroskopische) Sprossungen von Staurolith besitzen jedoch eine größere Verbreitung im Gestein. Solche winzige Staurolithe sind nicht nur in glimmerreicheren Partien, sondern auch in Plagioklas/Quarz-Feldern beobachtet worden. Als Einschlüsse im Staurolith haben sich feststellen lassen: Quarz, Granat, Rutil nach Ilmenit, Apatit, Biotit (teilweise chloritisiert), Muscovit, Turmalin.

Unter den Nebengemengteilen ist die außerordentlich große Verbreitung von Rutil gerade für die vorliegende Variante kennzeichnend. Pseudomorphosen von Rutil nach Ilmenit sind sehr verbreitet. Ilmenit ist kaum mehr erhalten. Zu den Pseudomorphosen

von Rutil nach Ilmenit gesellt sich bisweilen häufiger Magnetit oder Limonit. Die Reihen von Rutil nach Ilmenit bilden in der gleichen Weise wie oben ein frühangelegtes ‚s‘ ab. Gerundene, licht durchscheinende, oft gerundete Prismen von Rutil liegen in winzigen Individuen überall verstreut, vorwiegend in den leukokraten Partien des Gesteins. Unter diesen Rutilkörnern finden sich sehr häufig herzförmige Zwillinge nach (301). Die Biotite enthalten hingegen kaum jemals Rutil eingeschlossen im vorliegenden Falle.

Apatit und Turmalin werden auch hier in zwei Generationen beobachtet. Die viel seltener auftretende jüngere, grobgesproßte Generation schließt gelegentlich wiederum die meisten der Gemengteile ein. Das Vorkommen von Biotit in Apatit und Granat in Turmalin als Einschlüsse sei besonders genannt.

d) Chemische Analyse

Für eine chemische Analyse wurde ca 1 kg des vorliegenden Gesteinsmaterials in typischer Ausbildung aus dem nordwestlichsten der Steinbrüche am Hang des Gretenbergs, oberhalb Ober-Steinbach (Kahl), vorschriftsmäßig vorbereitet. Die chemische Analyse führte Herr Dr. PFEFFER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, aus.

Gesteinsprobe Nr. SM 2091, „progressiv metamorph beeinflusster Stauroolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit Massen-Einsprossungen von Granat in Plagioklas-PorphYROblasten und mit braunem Biotit“ (wie Tab. 5, Nr. 1):

	Gew. %	Mol. %
SiO ₂	57,10	60,92
TiO ₂	0,55	0,44
Al ₂ O ₃	19,63	12,34
Fe ₂ O ₃	3,59	1,44
FeO	4,81	4,29
MnO	0,14	0,13
MgO	2,59	4,11
CaO	1,66	1,89
Na ₂ O	2,74	2,83
K ₂ O	3,76	2,56
H ₂ O ⁺	2,49	8,85
P ₂ O ₅	0,45	0,20
CO ₂	0,0	—
	99,51	100,00

B₂O₃ konnte eindeutig mit Kurkumafarbstoff nachgewiesen werden. Der gefundene Wert liegt unter 0,1 Gew.%. ZrO₂ konnte nicht in wägbarer Menge erfaßt werden. Cr₂O₃ wurde nicht festgestellt.

Bemerkenswert ist das Überwiegen von FeO gegenüber Fe₂O₃. Die geringeren K₂O- und Al₂O₃-Gehalte im Vergleich mit denen im St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) erklären sich aus dem geringeren Glimmeranteil. Da die analysierte Partie etwas reichlicher Apatit führt, sind CaO und P₂O₅ erkennbar höher. Der ermittelte größere Gehalt an H₂O⁺ kann jedoch nicht aus dem mikroskopischen Befund erklärt werden.

Dichte: 2,809 (± 0,003).

Niggli-Werte:

si	ti	p	h	al	fm	c	alk
197	1,4	0,7	28,7	40	37	6	17
k	mg	o	c/fm	qz	t	T'	al-alk
0,47	0,48	0,34	0,16	(29)	17	+ 1	23

B. Disthen- und Sillimanit-führende Partien mit gröberen Plagioklas-Einsprossungen

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Disthen und Sillimanit („Fibrolith“) sind relativ seltene Übergengenteile in dem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis des mittleren Vor-Spessarts. Bereits H. THÜRACH erwähnt „Fibrolith“ und Disthen aus dem südlichen Streifen des St-Gr-Pl-Gneises. Die vorliegende Untersuchung konnte Disthen – wenn auch recht selten – als sehr spärlichen Übergengenteil im Bereich des Pfaffenbergs und Grauensteins innerhalb weitgehend diffus durch felsische Komponenten aufgelockerten St-Gr-Pl-Gneises bestätigen. Insbesondere hat eine Durchmusterung des Verwitterungsgruses vom SW-Abhang des Pfaffenbergs einen Gehalt an Disthen (bis zu 1 cm große Individuen) ergeben.

Reichere Partien mit Disthen und Sillimanit (Fibrolith) sind vom Verf. im mittleren Streifen dieses Gneises in einem kleinen Schurf am Südhang der „Womburg“ bei Schimborn aufgefunden worden. Der St-Gr-Pl-Gneis wird hier von stärker deformierten pegmatoiden Partien durchsetzt. In unmittelbarer Nachbarschaft solcher grob strukturierter Einschaltungen finden sich im Gneis mitunter knäuelig aggregierte Einsprossungen von Plagioklas, oftmals in lagiger Anordnung, von gröberen Biotitzügen durchsetzt. An solchen Stellen sind dem St-Gr-Pl-Gneis bisweilen massenhaft Disthen und Sillimanit als mikroskopischer Bestandteil beigemischt.

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

Die mengenmäßig hervortretenden Mineralgemengenteile sind „gesperrt“ gedruckt.

	Hauptgemengenteile	Übergengenteile	Nebengemengenteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat Muscovit	Serizit (Disthen) (Sillimanit)	Apatit, Zirkon, Ilmenit, Rutil, Eisenglanz
mafisch	Biotit	Staurolith (Granat) (Chlorit)	

Die volumetrische Vermessung mit dem LEITZschen Integrationstisch hat ergeben (kleiner Schurf am Südhang der „Womburg“ bei Schimborn, Handst. SM 1063):

	Vol. %
Quarz	2,3
Kalknatronfeldspat.....	71,9
Muscovit	2,7
Biotit	12,1
Staurolith.....	8,9
Granat	0,0
Disthen (+ Sillimanit).....	1,2
Nebengemengenteile ¹⁾	0,9
Summe der felsischen Gemengenteile	78,1
Summe der Mafiten	21,0

¹⁾ Ohne Nebengemengenteile.

Korngrößen in mm:

Quarz	0,050–0,150
Kalknatronfeldspat	0,100–5
Muscovit	0,020–0,6
Biotit	0,080–3
Staurolith	0,020–1,5
Disthen	0,010–0,5

Mit 1,3 Vol. % ist der Gehalt an Disthen und Sillimanit (relativ) nicht sehr hoch. Vergleicht man die vorliegende Disthen- und Sillimanit-führende Partie mit der Durchschnittszusammensetzung des St-Gr-Pl-Gneises (Haupttypus) (S. 14), so zeichnet sie sich durch einen fast doppelt so hohen Plagioklasgehalt aus. Hingegen beträgt der Quarzgehalt nur $\frac{1}{9}$. Der Biotit-Wert ist nur etwas mehr als die Hälfte, der von Muscovit nur $\frac{1}{4}$. Bemerkenswert erscheint der außerordentlich geringe Gehalt an Granat, der volumetrisch nach dem angewendeten Verfahren nicht mehr zu erfassen ist. Turmalin konnte nicht aufgefunden werden, Rutil nur recht selten. Einmal war eindeutig ein Korn von Kalifeldspat identifizierbar.

Faßt man die felsischen Gemengteile einerseits und die Mafiten andererseits zusammen, so ist eine größere Übermacht an den felsischen Komponenten feststellbar als sie der normale St-Gr-Pl-Gneis aufweist.

c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Gemengteile und deren Umwandlungserscheinungen

Die Disthen- und Sillimanit-führenden Partien von der „Womburg“ bei Schimborn zeichnen sich durch grobe Einsprossungen von Plagioklas aus (Abb. 15). Solche Einsprossungen sind meist lagig aneinandergereiht, dem Gneisgefüge nachtastend. Sie schließen relativ häufig ebenso grobausgebildete Strähnen von Biotit ein (Abb. 15) und enthalten sehr spärlich Nester von Quarz, zuweilen Aggregate von Ilmenit. Stellenweise zeigen diese Plagioklase eine sehr starke Serizitisierung (oder Pigmentierung durch Eisenglanz). Fast niemals schließen sie größeren Muscovit ein; dafür sind sie in einzelnen Partien von unzähligen, dünnen und bündelförmig gehäuften Sillimaniten durchsetzt.

Man kann häufig beobachten, wie solche merklich grob gesproßte Plagioklas-pflaster in das viel feiner ausgebildete und texturierte Gefüge des angrenzenden St-Gr-Pl-Gneises eingreifen und dasselbe diffus verdrängen. Oft werden nicht vollkommen aufgelöste Reste des Gneises eingeschlossen. Nicht immer hat sich zwischen den mechanisch so verschieden gearteten Gesteinsanteilen eine tektonische Diskontinuitätsfläche ausgebildet (z. B. Abb. 15).

In die groben Plagioklas-Einsprossungen eingeschlossene oder angrenzende Gneispartien zeichnen sich bis zu einer Tiefe von wenigen Zentimetern durch eine mit der Entfernung abklingende Führung von Disthen und Sillimanit und übermäßig vielen kleineren Individuen von Staurolith aus. Disthen und Staurolith halten sich dabei vorwiegend an die Glimmer-Züge, ersterer im wesentlichen den Muscovit, letzterer den Biotit verdrängend. Die beiden Glimmerarten sind in auffallendem Maße durch Disthen und Staurolith ersetzt, Muscovit fast nur noch in Relikten vorkommend.

Sillimanit sitzt in Faserbündeln oft massenhaft in den Plagioklasen. Wirr verfilzte Sillimanit-Strähnen setzen häufig bartartig an Reste von Biotit an und greifen weit in die umgebende Plagioklassubstanz hinein.

In besonderem Maße auffällig sind die überaus zahlreich gebildeten Individuen von Disthen und insbesondere von Staurolith, ohne daß es dabei zu einer besonderen Größenentwicklung gekommen ist (Staurolith bis 1,5 mm maximal //c, Disthen bis 0,5 mm //c). Die Biotite enthalten oft viele, meist mit $c/(001)_{\text{Biotit}}$ orientierte Einwachsungen von Staurolith mit sehr starker idioblastischer Tendenz. Die gleiche Orientierung bevorzugen die Disthene. In der bekannten Weise orientiert verwachsene Individuen von Disthen und Staurolith werden bisweilen beobachtet. Solche Verwachsungen $(010)_{\text{Staurolith}} // (100)_{\text{Disthen}}$ mit gemeinsamer Zone $[001]$ haben sich offensichtlich aus parallelverwachsenem Biotit und Muscovit gebildet. Auch in den leukokraten Anteilen des Gneises, zwischen den Glimmerzügen, beobachtete man unzählige kleine Individuen von Staurolith und Disthen, sich an mehr oder weniger verdrängte Biotite und Muscovite klammernd. Stark deformierte und geknickte Individuen von Disthen sind nicht selten.

Granat ist ein auffallend seltener Übergemengteil in den Disthen- und Sillimanit-führenden Anteilen dieses Gneises.

C. Partien mit lagiger bis diffuser Auflockerung der melanokraten Gneisanteile durch Einsprossungen stärker mobilisierter, salischer Komponenten (Plagioklas + Quarz)

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Die vorliegende Variante entwickelt sich aus St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) in mehr oder weniger kontinuierlichen Übergängen durch eine merkliche Mobilisation der Plagioklas-Substanz (Abb. 16) und besserem Wachstum der Glimmer und partienweise auch des Stauroliths. Es kommt zu lagenförmig sich aneinanderreihenden Plagioklas-Einsprossungen. Solche durch viel Plagioklas leukokrat geartete Anteile des Gneises wechseln im Verbands mit zusammenhängenden Glimmerlagen ab. Dabei sind die größeren Plagioklas-Augen häufig siebartig von kreuz und quer gelagerten Biotit-schüppchen durchsetzt (Abb. 16). In anderen Partien überwiegt der leukokrate Anteil des Gneises noch stärker, bis zu einer weitgehend diffusen Auflösung und Entregelung des melanokraten Anteils (leukokrat- bis mesotyp-gemischte Anteile).

Die Verbreitung der vorliegenden Variante beschränkt sich im wesentlichen auf einen bis zu mehreren Metern mächtigen Berührungssaum des St-Gr-Pl-Gneises mit Ortho-Gneis („körnig-flasrigem Gneis“ BÜCKINGS) bzw. „Mischgneis“ im Südteil des mittleren Vor-Spessarts (Raum Aschaffenburg-Damm-Glatzbach-Wenighösbach-Feldkahl, Abb. 1). Insbesondere im Bereiche des Pfaffenbergs und Grauensteins bei Glatzbach sind derartig modifizierte St-Gr-Pl-Gneise in fingerförmig verflößtem Verbands mit „Mischgneis“ durch vielfache Wiederholung über ein größeres Areal verbreitet. Die petrographischen Eigenschaften des St-Gr-Pl-Gneises sind hier besonders wechselvoll, die wenig günstigen Aufschlußverhältnisse deshalb nur für eine recht lückenhafte Erfassung aller Einzelheiten z. Z. auswertbar.

Im Bereiche einer nur ca 800 m breiten ausstreichenden Zunge von St-Gr-Pl-Gneis am Grauenstein b. Glattbach – im NW und S durch „körnig-flasrigen Gneis“ BÜCKINGS begrenzt – treten in besonderem Maße Einsprossungen stark glänzender Glimmer (insbes. Biotit) an zahlreichen Blöcken und Felsriffen dieses Gneises augenfällig hervor. Beziehungen dieser Erscheinung zu einem benachbarten, relativ mächtigen und im NE-Streichen aushaltenden „Pegmatit-Gang“ innerhalb des stärker mobilisierten St-Gr-Pl-Gneises können auf Grund der z. Z. ungünstigen Aufschlußverhältnisse nicht nachgewiesen werden. Nach den an anderen Stellen gemachten Erfahrungen (vgl. S. 55/56) könnten merkliche Umwandlungserscheinungen am Saume einer solchen besonders mächtigen grobstrukturierten Einschaltung erwartet werden.

An einem kleinen Felsvorsprunge am Fuße des Pfaffenberg-Westhanges finden sich in steilstehendem Verbande grob gesproßte St-Gr-Pl-Gneise in Wechsellagerung mit relativ leukokraten, glimmerarmen Plagioklas-Gneis von Ortho- bzw. Mischgneischarakter (Mächtigkeiten: 6–7 m/2 m/2,5 m/10 m). Die 6–7 m mächtige Partie von stärker mobilisiertem und grobgesproßtem St-Gr-Pl-Gneis von melanokraten bis mesotypem Charakter führt auffallend großentwickelte Staurolithe mit vorwiegend {110} und {101}. Dieselben sind fast niemals allseitig ausgebildet und bezeichnenderweise gedrunge nach c. Ihr Durchmesser mißt bis zu 2 und fast 3 cm. Auf angewitterten Gesteinsoberflächen sind die Staurolithe, infolge ihrer Resistenz gegenüber den Verwitterungsvorgängen, höckerig herauspräpariert. Am oberen Teil dieser Felspartie fanden sich innerhalb von Gneisanteilen mit viel grobentwickelten Biotiten mehrere bis zu 2 cm lange Säulchen von schwarzem Turmalin mit {10 $\bar{1}$ 0}, {11 $\bar{2}$ 0} neben Staurolith. Beim Betrachten eines solchen Handstückes erkennt man bisweilen eine mehr oder weniger sperrige Anordnung des Turmalins in bezug auf die Einregelung der Glimmerstrahlen. Im Unterschied hierzu ist der gleichzeitig beigemengte Staurolith von der Einregelung der Glimmer weitgehend mit betroffen. Die großentwickelten, von ihrer umschmiegenden Glimmerhaut entblößten Staurolithe zeigen eine auffällige striemige Glättung ihrer Kristalloberflächen und Rundung ihrer Kristallkanten.

Der diesem Vorkommen dem St-Gr-Pl-Gneis zwischengeschaltete leukokrate, relativ glimmerarme Gneis ist bei flüchtiger megaskopischer Betrachtung dem „körnig-flasrigen Gneis“ BÜCKINGS zunächst nicht unähnlich. Häufig auftretende Biotitschlieren, Relikte von Staurolith oder Granat, auch Disthen und spärliches Auftreten oder völlige Abwesenheit von Kalifeldspat lassen seinen „Mischcharakter“ aus Staurolith-Granat-Pl-Gneis und „körnig-flasrigem“ Gneis erkennen. Augenfällig ist jeweils die starke grusige Zersetzung dieser leukokraten Zwischenlagen gegenüber dem widerstandsfähigeren, felsriffbildenden St-Gr-Pl-Gneis. Ein „Mischgneis“ ähnlicher Beschaffenheit bedeckt z. B. eine 200–300 m breite Zone NW und SE des Pfaffenbergs mit einer zunehmenden Angleichung an den Mineralbestand des „körnig-flasrigen Gneises“ BÜCKINGS in NW- und SE-licher Richtung. Einzelne Felsriffe mit stark mobilisiertem St-Gr-Pl-Gneis ragen stellenweise aus dem grusig zersetzten „Mischgneis“ heraus. Besonders schön aufgeschlossen ist z. Z. eine größere Scholle von stark umgeprägtem St-Gr-Pl-Gneis mit eingesprengten, auffallend glänzenden Biotiten und Andeutungen von schlierigen Texturelementen im Verband mit (zersetztem) leukokraten Gneis von Mischgneischarakter am E-Hang des Grauensteins, ca 150 m unterhalb des Gipfels. Einzelne Blöcke des (unzersetzten) leukokraten, reichlich Staurolith- und Granatrelikte führenden „Mischgneises“ von oft orthogneisähnlichem Aussehen, liegen im Gebiet SW des Grauensteins verstreut.

Aplitoide Gneis-Zwischenlagen greifen über den Bereich der stärker mobilisierten St-Gr-Pl-Gneise hinaus und können z. B. im Verbande mit „gewöhnlichem“ St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) in dem kleineren Stbr. am Fuße des Westhanges vom Hohen-Bühl b. Unter-Afferbach und bei Wenighösbach zur Zeit beobachtet werden. Es sind einzelne, bisweilen kaum cm-mächtige Lagen im St-Gr-Pl-Gneis, die lokal eine mäßige Stauchfältelung des Wirtgesteins mitmachen. Manche dieser leukokraten Lagen erreichen Mächtigkeiten bis zu wenigen Dezimetern. Auch in Nachbarschaft des nördlichen Orthogneis-Streifens wurde an einzelnen Felsklippen an der Straße Kaltenberg–Erlenbach b. km-Stein 15,0 eine vergleichbare, dünnstreifige Bänderung im St-Gr-Pl-Gneis festgestellt.

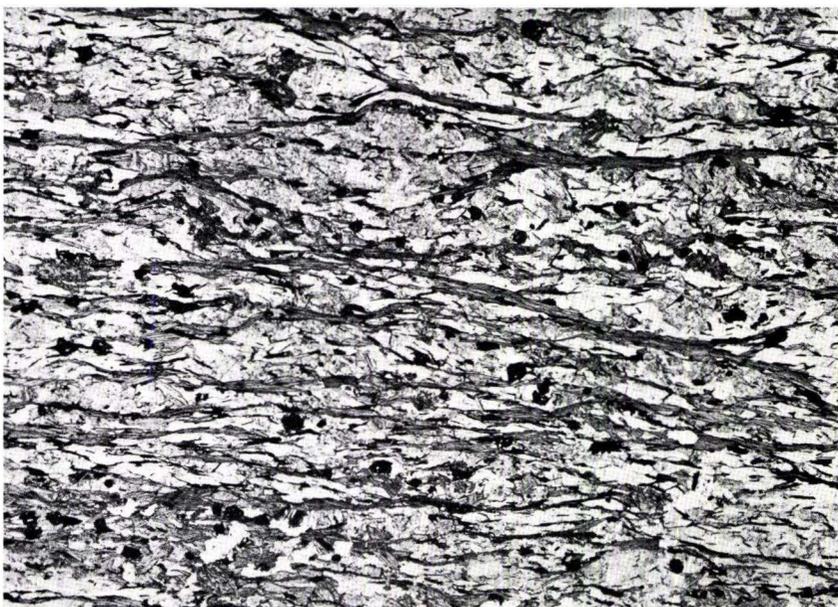


Abb. 13. Typisches Dünnschliffbild eines *phyllonitisch-diaphthoritisch überprägten St-Gr-Pl-Gneises* (bc-Schnitt). – Die lamellar oder zuweilen schwach lenticular verlaufenden Glimmer (Chlorit)-Strähnen bilden ein markantes Gefügeelement gegenüber dem Haupttypus dieses Gneises. Die trübe zersetzten Plagioklase sind flachlinsig zerschert und nur wenig rekristallisiert. Die Quarze hingegen weisen nesterweise ein verzahntes Mosaik auf (farblose Felder auf Abb.). Winzige Granate, serizitisierte Staurolithe und Erzminerale sind im Schliffbild überall verstreut, wohl stets mit Andeutungen einer Einregelung ihrer Kornreihen nach der lamellaren Textur des Gneises. – Stbr. am „Pfahlloch“ NW Rückersbach, Straße Hohl/Hörstein. – Dünnschliff SM 2059, Vergr. 7 ×.

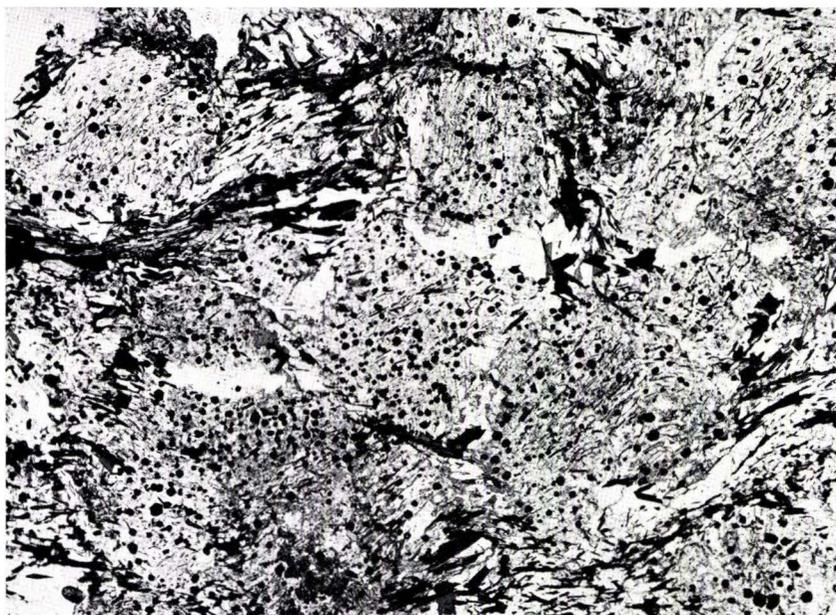


Abb. 14. Relativ schwach vergrößertes Dünnschliffbild einer „*progressiv metamorph beeinflussten Partie mit Massen-Einsprossungen von Granat im Plagioklas*“ (bc-Schnitt). – Vorwiegend parakristallin deformierte Plagioklas-Xenoblasten (grau) mit unzähligen poikiloblastischen Einschlüssen von Granat (schwarz) und winzigen, oft turbulent angeordneten, eingeschlossenen Glimmerzügen (vorw. Muscovit), die ein mehr oder weniger verlegtes „s“ abbilden. Grobe, schwach regenerierte Biotitsträhnen (schwarz) (vereinzelt mit Muscovit verwachsen) umschmeißen die porphyroblastisch hervortretenden Plagioklas-Individuen oder bilden, zusammen mit Quarz (hell) eine Zwischenfülle. Stbr. am NW-Hang des Gretenbergs, dicht oberhalb Ober-Steinbach (Kahl). – Dünnschliff SM 2091a, Vergr. 7 ×.



Abb. 15. „Progressiv metamorph beeinflusster St-Gr-Pl-Gneis mit Disthen- und Sillimanitbildung“ im Verbands mit rel. grobgesproßter Plagioklas-Ader. – Eine Plagioklas-„Ader“ (Bildmitte), eine augenfällige Biotitsträhne enthaltend, lockert in einem Berührungsaum die (oben und unten) angrenzenden Gneisanteile merklich auf. In diesem Bereich sind die Plagioklase neben viel Serizit, teilweise mit Sillimanit gefüllt. Einzelne Individuen von Biotit, Staurolith und Disthen liegen verstreut. Am oberen und unteren Rand der Abbildung erkennt man streifig angeordnete Züge mit viel Staurolith, Disthen und etwas Biotit. Staurolith überwiegt dabei sehr stark. In ihrer Anordnung und Formentwicklung tasten Staurolith und Disthen ehemaligen Biotiten und Muscoviten nach, die sie verdrängen. Dabei ist der Muscovit durch Disthen völlig verdrängt worden. Auffällig erscheint die ungewöhnlich große Zahl von Einzelindividuen des Stauroliths, bei wenig gutem Wachstum, aber leidlicher Formentwicklung. Die vorliegende Partie ist sehr quarzarm. Schurf S-Hang der „Womburg“ b. Schimborn. Dünnschliff SM 1063, Vergr. 7 ×.

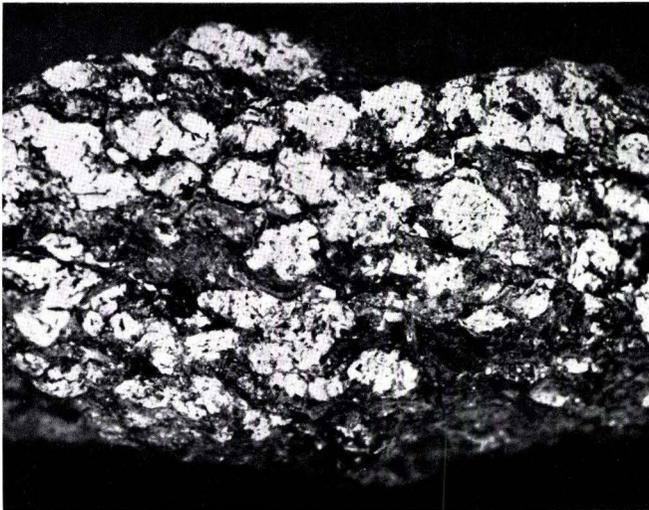


Abb. 16. Mittel- bis groblastischer Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit zahlreichen Plagioklas-Einsprossungen (Plagioklas-Metablastesis). – Die Plagioklas-Porphyroblasten sind siebartig von kreuz und quer gelagerten Biotit-schüppchen durchsetzt. – Felsriff ca. 400 m NW Grauenstein b. Glattbach. Handst. K 10, etwa natürliche Größe.

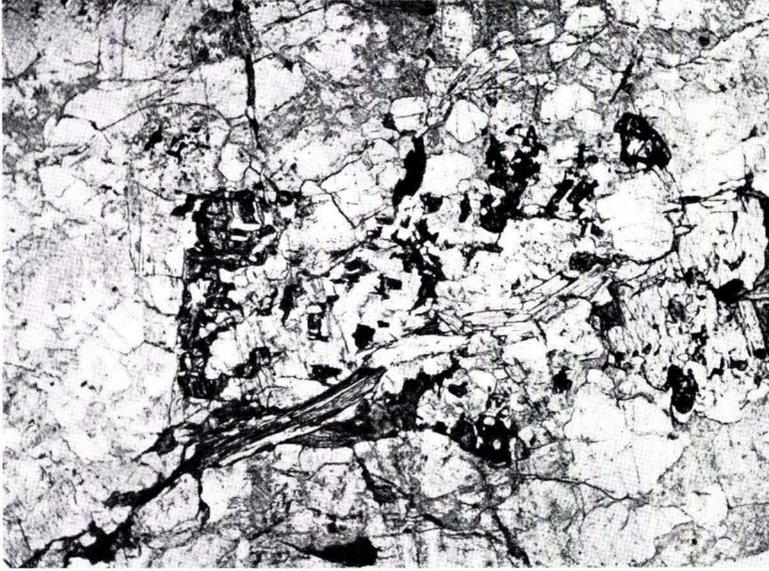


Abb. 17. *Aplitoide Gneiszwischenlage* (Plagioklas + Quarz + Muscovit) im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit größerem, skelettförmigen Relikt von Staurolith (in der Bildmitte mit Relief dunkel hervortretend) und etwas Chlorit (nach Biotit). – Stbr. am Fuße Westhang des Hohen-Bühl b. Unter-Afferbach. Dünnschliff SM 1427, Vergr. 32 ×.



Abb. 18. *Progressiv metamorph beeinflüßter St-Gr-Pl-Gneis* mit deutlicher Plagioklas-Umsprossung und starker porphyroblastischer Hervorsprossung von Staurolith. Lenticuläre Anordnung von Plagioklas mit umschmiegenden Glimmerbögen, wie sie für (bc-Schnittlagen) St-Gr-Pl-Gneis (Haupttypus) charakteristisch ist, tritt stark zurück (Relikte im unteren Bildteil, hier mit Masseneinsprossungen von Granat im Plagioklas). Die Staurolith-Holoblasten sind auffällig stark von Quarzeinschlüssen durchsetzt, die eine mehr oder weniger weitgehende skelettförmige Aufgliederung der meisten Individuen von Staurolith verursachen. Die Quarzinterpositionen weisen häufig ein verlegtes si (z. B. Individuum Mitte unten) auf. Korrosionsbuchten von Quarz gliedern bisweilen einzelne Teile von Staurolith ab. Die Holoblasten von Staurolith und Plagioklas scheinen von einer turbulent angreifenden Durchbewegung erfaßt, die ihre Bildung überdauert hat. Staurolith wirkte im Endstadium versteifend auf die Turbulenz. Vorzugsweise im Bewegungs-„schatten“ der größeren Staurolith-Holoblasten haben sich gekreuzte Biotitaggregate und verzahnte Pflaster von Quarz angesiedelt. – Felsblock Höhe W Grauenstein b. Glattbach, Dünnschliff SM 1423 (bc-Schnitt), Vergr. 7 ×.

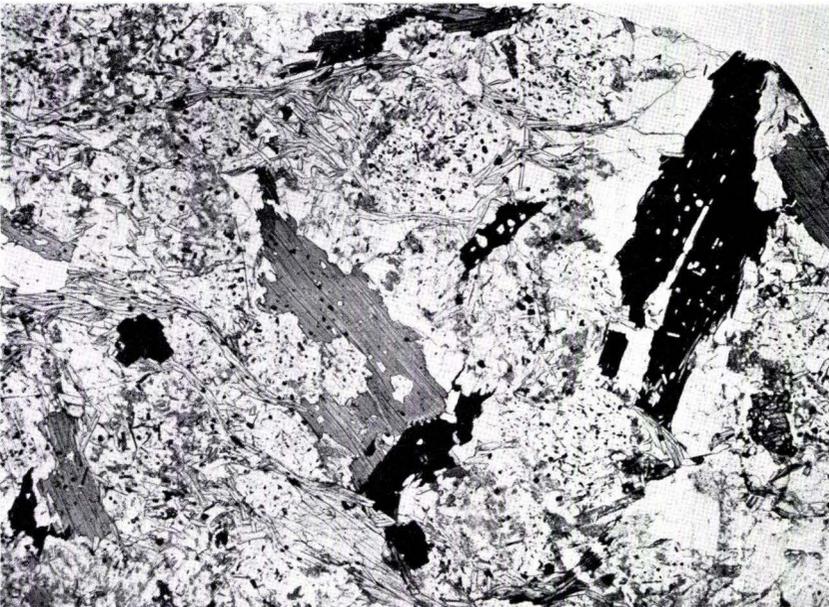
Biotit



← Staurolith

Abb. 19. *Progressiv metamorph beeinflusster Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit auffällig üppigem Wachstum von Biotit.* Neben Staurolith ist insbesondere Biotit aus einem völlig leukokrat gewordenen Grundgewebe (Plagioklas, Quarz und Girlanden von kleinschuppigem Muscovit) durch Sammelkristallisation porphyroblastisch hervorgesproßt. Das Grundgewebe enthält demzufolge kaum noch Mafiten. Der (auch hier grünbraune) Biotit weist als Charakteristika zahlreiche Interpositionen und durchweg xenoblastische Entwicklungen auf, Erscheinungen, die nur in den vorliegenden Partien von St-Gr-Pl-Gneis des südlichen Teilgebietes vorkommen. — Felspartie SW Grauenstein (ca. 250 m unterhalb Gipfel) neben vergrustem „Mischgneis“⁴. (ab)-Schnitt, SM 3000, Vergr. 9 ×.

Abb. 20. *Weitgehend umkristallisierte, mesotype Partie von St-Gr-Pl-Gneis mit merklicher Verdrängung der Mafiten durch Plagioklas.* — Auffällig sind besonders die grob hervorgesproßten Biotit-Porphyrblasten mit zahlreichen Interpositionen. Die Plagioklasfelder werden durch girlandenförmig aneinandergereihte Züge von feinblättrigem Muscovit durchsetzt.



Erkennbar sind weiterhin unzählige, winzige Körner von Magnetit (seltener auch Spinell), die fast der gesamte Mineralinhalt des Gneises als Einschlüsse enthält. Nur der Quarz ist frei davon.

Größere Quarzpflaster lehnen sich an die Biotitporphyroblasten an. Staurolith tritt in solchen Partien sehr stark zurück (vereinzelt ein Individuum am rechten Bildrand, Mitte), ebenso Granat. Übrigens fügen sich die Biotitporphyroblasten nur sehr lose in den Regelungsplan des Gneises ein, die bemerkenswerterweise als grünbrauner Biotit gesproßt sind. — Lesestein Südhang des Grauensteinsb. Glattbach, (ac)-Schnitt, SM 1011, Vergr. 7 ×.

Die felsischen Gemengteile Plagioklas und Quarz herrschen in solchen Einlagerungen überaus stark vor. Ihr Kornverband ist das Produkt einer merklichen Umkristallisation. Die Plagioklase sind meist auffällig stark von feinschuppigen Serizitaggregaten durchsetzt. Nur sehr vereinzelt konnte in den Kornlücken auch einmal Kalifeldspat mit perthitischen Flecken festgestellt werden.

Muscovit ist nur in einzelnen Fällen reichlicher beigemischt, Biotit in einzelnen Strähnen auffällig häufig chloritisiert. In Nestern haben sich kleine divergent-büschelig angeordnete, neugebildete Chloritaggregate (Chlorit mit $2V\gamma$ 6–8°) angesiedelt. Insbesondere scheinen aber die vereinzelt vorgefundenen, weitgehend aufgegliederten Skelette von Staurolith als Verdrängungsreste für die genetische Deutung dieser leukokraten Zwischenlagen von Bedeutung zu sein (Abb. 17). Ein auffällig großes Korn (0,900 mm) von Zirkon mit einer starken Tendenz zu idioblastischer Entwicklung und lokale, fleckige Ilmenit- und Rutilanreicherungen seien noch erwähnt.

Der angrenzende St-Gr-Pl-Gneis führt in einem schmalen Berührungssaum auffallend viele poikiloblastische Einwachsungen von Granat in Plagioklas wie 3. A.

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

Mineralbestand der melanokraten bis mesotypen Anteile

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₂₋₃₀) Muscovit	(Serizit)	Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Ilmenit
mafisch	Biotit	Turmalin (Chlorit) Staurolith Granat	

Im Dünnschliffbild u. d. M. ist die vorliegende Variante in ihren zahlreichen Nuancen durch eine mehr oder weniger starke Auflockerung und Verdrängung des älteren, schichtig-flasrig angelegten Gneisgefüges ausgezeichnet, infolge dominierender Neu- und Umsprossungen des Mineralinhalts. Das Gneisgefüge hat dadurch eine stärker heteroblastische Tendenz erhalten. Es treten felsische Einsprossungen als Plagioklas-Porphyroblasten und Quarz-Aggregate hinzu, die sich in lagiger Anordnung aneinanderreihen können. Die mafischen Gemengteile Biotit und Staurolith regenerieren und sprossen vereinzelt oder in Haufen ebenfalls porphyroblastisch hervor, ältere Grundgewebebestandteile poikiloblastisch umschließend (Abb. 18). Dabei überdauerte die Biotitbildung das Staurolithwachstum vielerorts, bisweilen unter deutlicher Verdrängung des letztgenannten Minerals.

In den leukokrat-gemischten Zwischenschaltungen und Grenzbereichen zum „körnig-flasrigen Gneis“ BÜCKINGS hin treten die Mafiten (zunächst mit Ausnahme von Biotit) sehr stark zurück und Staurolith oder Granat sind bis auf einzelne skelett-förmige Relikte aufgezehrt. Kalifeldspat fehlt jedoch in den meisten Partien noch völlig oder tritt nur sehr spärlich auf. Mitunter ist hier Disthen als Übergemengteil zusammen mit Staurolith- und Granatresten festgestellt worden.

Auf Tab. 6, Nr. 1–4, sind vier volumetrische Vermessungen der vorliegenden Gneisvarietät – die wesentlichen Nuancen umfassend – aufgeführt, wiederum zusammen mit den Korngrößen der Gemengteile. Es handelt sich hiernach um mittel- bis grobblastische Strukturen.

Für die melanokraten und die leukokraten, stärker gemischten Anteile des St-Gr-Pl-Gneises im Raume Grauenstein-Pfaffenberg seien die Schwankungsbereiche der volumetrischen Vermessung getrennt aufgeführt (in Tab. 6, 1, 2 und 3, 4).

	melanokrat- bis mesotype Anteile Vol. %	leukokrat-mesotyp- gemischte Anteile Vol. %
Quarz	21,5–29,5	32,1–33,7
Kalknatronfeldspat....	32,4–45,7	48,1–50,1
Muscovit	1,7– 7,2	0,3– 0,7
Biotit	13,4–14,5	14,1–18,2
Staurolith	7,1–19,5	Sp.– 0,1
Granat	0,8– 1,9	0,2
Disthen	—	Sp.
Nebengemengteile	1,8– 2,7	1,1

Die melanokrat bis mesotypen Anteile führen weniger Quarz und Plagioklas, mehr Staurolith und Granat. Der Biotitgehalt ist nicht wesentlich verschieden, nach den vermessenen Proben eher in den leukokrat- bis mesotyp-gemischten Partien etwas höher. Es kann vermutet werden, daß ein aus Staurolith gebildeter Biotitanteil enthalten ist.

Tabelle 6. Vol. % und Korngrößen des „stärker mobilisierten Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises“ mit Staurolith- und Plagioklas-Porphroblasten, einer Partie mit diffuser bis lagiger Auflockerung der melanokraten Gneisanteile durch merkliche Einsprossungen felsischer Komponenten (leukokrat-gemischte Partie) und „Mischgneis“ mit Staurolith- und Granatrelikten aus dem mittleren Vor-Spessart

	1 Vol. %	2 Vol. %	3 Vol. %	4 Vol. %
Quarz	29,5	21,8	33,3	32,1
Kalknatronfeldspat .	32,4	45,7	50,1	48,1
Muscovit	1,7	7,2	0,7	0,3
Biotit (Chlorit)	13,4	14,5	14,1	18,2
Staurolith	19,5	7,1	0,1	Sp.
Granat	0,8	1,9	0,2	0,2
Disthen (Sillimanit) .	—	—	Sp.	—
Nebengemengteile ..	2,7	1,8	1,1	1,1
felsische Gemengteile	63,6	74,7	84,5	80,5
Mafiten	33,7	23,5	14,4	18,4

Wesentlicher Schwankungsbereich der Korngrößen in mm:

Quarz	0,020–0,2 (als Einschlüsse) –2 (in Nestern)	0,020–0,3 (als Einschlüsse) 0,200–1,2 (in Nestern)	0,040–2	0,030–1,4
Plagioklas	0,500–6	0,050–5	0,100–2,5	0,200–2,0
Muscovit	0,050–0,8	0,100–2,0	0,100–0,6	0,100–0,4
Biotit	0,100–2	0,100–2,5	0,100–2,5	0,100–1,2
Staurolith	0,200–0,5 (– 20 mm)	0,100–2,5	–1,2	–0,3 0,020–0,2
Granat	0,040–0,150	0,020–0,2	0,060–0,4	
Disthen			–0,4	

- 1) Stärker mobilisierter Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit Plagioklas- und Staurolith-Porphyroblasten, mittel- bis grobblastisch.
Felsblock Höhe W Grauenstein b. Glattbach. Handst. SM 1423.
- 2) Stärker mobilisierter St-Gr-Pl-Gneis mit Plagioklas- und Staurolith-Porphyroblasten, relativ glimmerreich, mittel- bis grobblastisch.
Felsriffe Westhang des Pfaffenbergs gegenüber Straße Aschaffenburg-Glattbach. Handst. SM 1428.
- 3) St-Gr-Pl-Gneis mit diffuser bis lagiger Auflockerung der melanokraten Gneisanteile durch merkliche Einsprossung felsischer Komponenten (leukokrat-gemischte Partie).
Felsriffe Westhang des Pfaffenbergs gegenüber Straße Aschaffenburg-Glattbach. Handst. SM 1034.
- 4) „Mischgneis“ mit Staurolith- und Granatrelikten, klein- bis mittelblastisch.
Hohlweg ca 400 m SW des Pfaffenbergs. Handst. SM 2052.

Vergleicht man die Ergebnisse volumetrischer Vermessungen der melanokrat- bis mesotypen und leukokrat- bis mesotyp-gemischten Partien des vorliegenden St-Gr-Pl-Gneises mit dem verbreiteten Haupttypus dieses Gneises, so lassen sich schon bei den melanokraten bis mesotypen Anteilen etwas höhere Plagioklas- und Quarzgehalte – hingegen geringere Muscovit-, Biotit- und Granatgehalte – konstatieren. Bei den leukokrat- bis mesotyp-gemischten Anteilen werden die aufgeführten Abweichungen in der quantitativen Mineralzusammensetzung gegenüber dem Haupttypus noch wesentlich deutlicher, ausgenommen bei Biotit.

*c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Gemengteile
und deren Umwandlungserscheinungen*

Die Abbildungen (Abb. 18, 19, 20) stellen typische Gefügearten mit Neu- und Umsprossungen des St-Gr-Pl-Gneises aus dem Gebiet des Grauensteins bei Glattbach bei relativ schwacher mikroskopischer Vergrößerung dar. Dabei repräsentiert Abb. 18 ein Stadium mit noch unvollständigem Ab- und Umbau des Gneisgefüges. Besonders im unteren Bildteil rechts ist die lentikuläre Anordnung – Plagioklas mit bogenförmig umschmiegenden Glimmern – entsprechend den meisten (bc)-Schnitten des St-Gr-Pl-Gneises (Haupttypus) des Untersuchungsgebietes noch erkennbar. Dabei erscheinen aber die Biotite teilweise schon deutlich rekristallisiert und innerhalb der Plagioklase (rechts unten auf Abb. 18) machen sich massenhaft Poikiloblasten von Granat bemerkbar, in derselben Art, wie sie oben (unter 3. A., S. 34/35, Abb. 14) beschrieben worden sind. Die lentikuläre Gneistextur wird vorherrschend durch Ein- und Umsprossungen von Plagioklas und relativ viel Staurolith verdrängt. Dabei sind die Staurolith-Holoblasten auffallend stark von Quarzeinschlüssen durchsetzt, die eine mehr oder weniger weitgehende skelettförmige Aufgliederung der meisten Individuen von Staurolith verursachen. Die Quarzinterpositionen weisen häufig ein verlegtes s_1 auf. Es läßt sich jedoch erkennen, daß ihre Anordnung im wesentlichen rein kristallographisch bedingten Wachstumsrichtungen des Wirtkristalls folgen. Korrosionsbuchten von Quarz gliedern bisweilen einzelne Teile von Staurolith ab. Die Holoblasten von Staurolith und Plagioklas scheinen von einer turbulent angreifenden Durchbewegung erfaßt, die ihre Bildung überdauert hat (besonders Staurolith wirkte im Endstadium versteifend auf die Turbulenz). Vorzugsweise im Bewegungs-„schatten“ der größeren Staurolith-Holoblasten haben sich gekreuzte Biotitaggregate und verzahnte Pflaster von Quarz angesiedelt.

Wesentlich stärker umkristallisiert erscheinen Partien mit leukokratem Grundgewebe von Plagioklas, Quarz und mit Girlanden von kleinblättrigem Muscovit. Aus diesem Grundgewebe sind, neben Holoblasten von Staurolith, insbesondere solche von Biotit porphyroblastisch hervorgesproßt (Abb. 19). Die porphyroblastisch ausgebildeten Biotit-Holoblasten weisen ein üppiges Wachstum auf. Sie sind fast durchweg vollkommen xenoblastisch (mit buchtig ausgebildeten Umrissen) entwickelt und haben zahlreiche Einschlüsse. Buchtiger Habitus und derartig viele Interpositionen lassen sich bei Biotit des St-Gr-Pl-Gneises vom mittleren Vor-Spessart sonst niemals feststellen.

Die Einwanderung felsischer Komponenten (Plagioklas, Quarz) unter Verdrängung der Mafiten kann in mesotypen Partien des St-Gr-Pl-Gneises vom Grauenstein und Pfaffenberg noch wesentlich stärker sein (Abb. 20). Der Charakter des Gneisgefüges wird dadurch merklich verändert. Staurolith und Granat werden in starkem Maße verdrängt, und nur Biotit sproßt weiterhin in der oben beschriebenen Art hervor, ebenfalls siebartig von zahlreichen Einschlüssen durchsetzt. Markant sind insbesondere auch die unzähligen, winzigen Körner, oft von oktaedrischer Tracht, von Magnetit (seltener auch von grünem Spinell), die fast der gesamte Mineralinhalt des Gneises als Einschlüsse enthält. Nur der Quarz ist frei davon.

Der in solchen Partien meist volumetrisch stärker als sonst hervortretende Plagioklasgehalt setzt sich aus einem merklich umgesproßten Pflaster zusammen, von girlandenförmigen Zügen eines fein- bis kleinschuppigen Muscovits durchsetzt. Von diesen Muscovitzügen ist im wesentlichen die Durchbewegung aufgenommen worden, während die individualisierten Biotit-Holoblasten in dieser Hinsicht kaum eine Rolle spielen konnten. Größere individualisierte Muscovit-Holoblasten sind beobachtet, jedoch weniger häufig. Diese Glimmer-Porphyroblasten (Biotit und Muscovit) fügen sich dem Regelungsplan des Gneises nur sehr lose ein.

Staurolith und Granat treten in solchen Partien zurück. Als Verdrängungsreste sind sie indessen häufiger.

Für die meisten Partien des stärker mobilisierten St-Gr-Pl-Gneises vom Pfaffenberg und Grauenstein sind poikiloblastische Gefügebilder ausgesprochen charakteristisch. Die häufig porphyroblastisch hervortretenden Gemengteile Plagioklas, Staurolith und Biotit werden überall siebartig von Einschlüssen durchsetzt. Hervorgehoben sei, daß der Staurolith neben den massenhaft auftretenden Einschlüssen von Quarz bisweilen auch solche von Rutil, Granat und einer älteren Generation von Staurolith mit einem nur schwach entwickelten Wachstumsvermögen als einzelne idioblastische Einschlüsse aufweist. Zuweilen ist die eingeschlossene Generation partiell chloritisiert und die groblastisch umschließende 2. Generation randlich biotitisiert (St-Gr-Pl-Gneis-Felsen am Fuße des Pfaffenberg-Westhanges). Es kann festgestellt werden, daß in manchen Partien grobsprossende Biotit-Holoblasten den Staurolith bis auf einzelne gegeneinander abgesetzte (aber als zusammengehörig bestimmbare) Reste aufgezehrt haben. $(001)_{\text{Biotit}}$ folgt dann meist $c_{\text{Staurolith}}$ (Abb. 21 a). Auch Biotitisierung von Staurolith nach Art von Abb. 21 b, c läßt sich nicht selten beobachten. Die interessante Erscheinung einer sukzessiven Biotitbildung aus Staurolith in den vorliegenden Partien ist jedoch stets nur von einer lokalen und untergeordneten Bedeutung.

Die porphyroblastisch hervortretenden Biotit-Sprossungen enthalten als Einschlüsse: Quarz, Plagioklas, Magnetit, Staurolith, Granat, Muscovit.

Die vermessenen Plagioklase weisen An-Gehalte zwischen 22 und 30% auf. Inverser Zonenbau ist verbreitet.

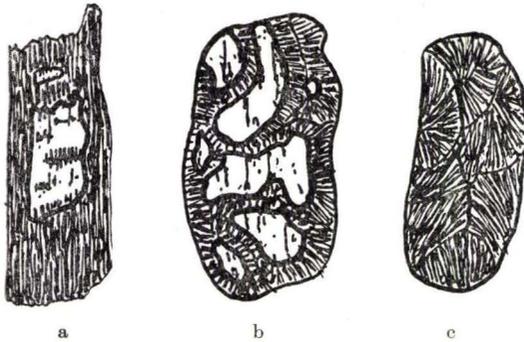


Abb. 21a-c. Verdrängung von Staurolith durch Biotit. – *Sukzessive Biotisierung von Staurolith in merklich umkristallisiertem und mobilisiertem St-Gr-Pl-Gneis*. Das Wirtsgestein zeigt ein auffälliges Sprossungsvermögen des Biotits. – Partien aus Felsvorsprung am Fuße des Pfaffenbergs gegenüber der Straße Aschaffenburg-Glatzbach. Gezeichnet nach Dünnschliffen SM 1420, 1428, Vergr. etwa 20fach.

- a) Staurolith (hell) wird durch größeres Biotitindividuum orientiert verdrängt (001)_{Biotit} // ^cStaurolith.
- b) Staurolith (hell) wird maschenförmig von feinschuppigen Biotitaggregaten verdrängt.
- c) Divergent-schuppig zusammengesetztes Biotit-Aggregat, pseudomorph nach Staurolith.

Dünnschliffbilder aus der unmittelbar angrenzenden Angleichszone („Mischgneiszone“) zwischen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis und „körnig-fasrigem Gneis“ BÜCKINGS lassen nur noch einzelne Züge des hier als „stärker mobilisierter St-Gr-Pl-Gneis“ bezeichneten Gneises erkennen. In wesentlichen Zügen weist die Grenzzone eine zunehmende Ähnlichkeit mit dem „körnig-fasrigen Gneis“ auf (spärliche bis zunehmende Beteiligung von Kalifeldspat, untergeordneter Muscovitgehalt bei oft noch reichlichem Biotitgehalt). Von Interesse sind hier insbesondere einzelne Körner von Disthen, die mit $c//(001)$ den Muscovit verdrängen. Dabei wird Disthen seinerseits bisweilen wieder durch Plagioklas in ehemals zusammengehörige Teilstücke zerlegt.

Die An-Gehalte der hier vorliegenden Plagioklase liegen nach einzelnen durchgeführten Vermessungen mit einem etwas größeren Schwankungsbereich im Durchschnitt etwas höher als bei den verschiedenen Typen des St-Gr-Pl-Gneises und erreichen Werte bis zu 36% An.

4. Staurolith-freie Einschaltungen im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis

Der durch porphyroblastisch ausgebildete Plagioklas- und Staurolith-Individuen vorwiegend fasrig-lentikular texturierte St-Gr-Pl-Gneis wechsellagert in seinem Verbande im mittleren Vor-Spessart bisweilen mit flachwellig-ebenschiefri-gen Partien eines solchen Gneises. Porphyroblastische Gefügeelemente treten hier weitgehend zurück und die Gemengteile neigen eher zu einer homöoblastischen, fein- bis feinkörnigen Entwicklung. Die Glimmerzüge sind vielfach unterbrochen, zusammenhängende Glimmerlagen viel seltener. Vereinzelt, meist nur winzig entwickelte Staurolithindividuen halten sich an die glimmerreicheren Streifen.

A. Granat-Plagioklas-Gneis und Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis

a) Vorkommen, Anstehendes und megaskopische Gesteinsbeschreibung

Aus solchen staurolitharmen Partien entwickeln sich in graduellen Abstufungen bisweilen auch vollkommen staurolithfreie Granat-Plagioklas-Gneise, mit Mächtigkeiten bis zu mehreren Metern. Geringmächtigere Wechsellagerungen sind häufiger, halten jedoch im Streichen meist nicht lange aus. Partien mit staurolithfreiem Granat-Plagioklas-Gneis zeichnen sich stets durch feinkörnige Entwicklung der Gemengteile aus und sondern, infolge ihres relativ geringeren Glimmergehaltes und ihres gleichmäßigen Kornes, stets plattig oder bankig ab, weil zusammenhängende Glimmerlagen als Gleitebenen nur in größeren Abständen im Gesteinsverband auftreten. Der relativ höhere Quarzgehalt macht solche Partien merklich widerstandsfähiger, so daß diese Einlagerungen im Gelände zu morphologischen Erhebungen neigen. Stets tritt Granat als charakteristischer Übergemengteil auf.

In anderer Weise vermitteln petrographische Übergänge solcher an Staurolith freien Granat-Plagioklas-Zwischenschaltungen durch Abnahme des Plagioklas- und Biotitgehaltes zu Serizit-(Granat)-Quarziten, wenn auch hier nicht so häufig Übergangstypen aufgefunden werden konnten (am Kalmus SW Schöllkrippen, Lesest. NW Ober-Schur, NW von Wenighösbach).

Es ließ sich sicherstellen, daß staurolithfreie Gr-Pl-Gneise wenigstens in drei, jedoch nur sehr unterbrochen verfolgbaren Zügen dem allgemeinen Streichen des Gebietes der St-Gr-Pl-Gneise im mittleren Vor-Spessart eingeschaltet sind; von Süden nach Norden (vgl. Abb. 1):

1. Grauenstein – NW Wenighösbach – NW Feldkahl,
2. „Hart“ N Johannesberg – NW-Hang Glasberg – „Womburg“ NW Schimborn – Kalmus b. Schöllkrippen,
3. Pfahlloch NW Rückersbach – Gretenberg E Strötzbach – „Blumrich“ NW Hofstädten.

Der südliche Zug (Grauenstein–NW Feldkahl) befindet sich bereits im Bereiche stärker mobilisierten St-Gr-Pl-Gneises und lehnt sich andererseits im Streichen Gneispartien mit Hornblende, sowie amphibolitischen Bestandteilen an. Die Aufschlußverhältnisse sind jedoch z. Z. nicht ausreichend für ein eingehenderes Studium der Verbandsverhältnisse in diesem Raum. (Anstehende Partien von Gr-Pl-Gneis: SWS-Gipfel des Grauensteins, Weghang NW Wenighösbach.)

Im mittleren Zug („Hart“–Glasberg–„Womburg“–Kalmus) ist Gr-Pl-Gneis z. Z. recht gut, insbesondere in dem südlichsten größeren Stbr. an der „Hart“ N von Johannesberg, aufgeschlossen. Hier steht das Gestein mit bankiger Absonderung in mehreren Metern Mächtigkeit an. In den zahlreichen kleineren Steinbrüchen bzw. Schürfen am NW-Hang des Glasberges b. Schimborn wechsellagert hingegen Granat-Plagioklas-Gneis mehrfach mit den weitaus vorherrschenden, staurolithführenden Gneispartien. Am Kalmus b. Schöllkrippen wird Gr-Pl-Gneis vorwiegend durch Serizit-(Granat)-Quarzit vertreten.

Das nördliche Auftreten von Gr-Pl-Gneis (Pfahlloch–Gretenberg–„Blumrich“) ist an einen Serizit-(Granat)-Quarzitzug geknüpft. Der Quarzitzug setzt an einzelnen Stellen aus und wird im Streichen von einem wechsellagernden Schichtenverband von Gr-Pl-Gneis und St-Gr-Pl-Gneis unterbrochen. Besonders schön findet man z. Z. solche Partien in dem Stbr. am Pfahlloch N Rückersbach und in den Stbrn. am Gretenberg b. Strötzbach aufgeschlossen.

Für die Gr-Pl-Gneis-Partien erscheint charakteristisch, daß sie bisweilen von ebenso feinkörnigen Epidot-Hornblende-Gneislagen im Schichtenverband unterbrochen werden. Mächtigere¹⁾ Einschaltungen dieser Art fanden sich lagig eingeschaltet am Pfahlloch und Glasberg und an der Womburg. Feinere, oft nur mm- bis cm-mächtige – und dann wiederholt auskeilende – Lagen lassen sich insbesondere an der „Hart“, am Glasberg, an der Womburg, am Pfahlloch und Gretenberg beobachten. Eine schwach melanokrate Bänderung in (ac) oder (bc) des Gneises durch solche Partien wird bei megaskopischer Betrachtung im Handstück leicht übersehen!

b) Qualitativer und quantitativer mikroskopischer Befund

α) Mineralzusammensetzung der Hornblende-freien Gneisanteile (Granat-Plagioklas-Gneis)

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₄₋₃₀)	(Muscovit)	Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Ilmenit, Eisenglanz, Limonit, Kalzit
mafisch	Biotit	Granat Chlorit (Epidot) (Turmalin)	

Die durchgeführten volumetrischen Vermessungen haben Schwankungsbereiche in der Mineralzusammensetzung des Granat-Plagioklas-Gneises ergeben:

	Vol.‰		Vol.‰
Quarz	25,7–39,4	Biotit	10,8–18,9
Kalknatronfeldspat	39,0–48,6	Granat	0,4– 3,9
Muscovit	0,0– 2,6	Epidot	0,0– 2,3

Muscovit fehlt oft in dem Granat-Plagioklas-Gneis völlig; bisweilen tritt Epidot hinzu. Apatit kann dabei in einzelnen dünnen Lagen (Abb. 24) auffällig reichlich beigemischt sein. Das Verhältnis der felsischen Gemengteile zu den Mafiten verschiebt sich im allgemeinen zugunsten ersterer bei dem Gr-Pl-Gneis im Hinblick auf den St-Gr-Pl-Gneis, insbesondere durch Zurücktreten von Biotit und Abwesenheit von Staurolith.

β) Mineralzusammensetzung der Hornblende-führenden Zwischenschaltungen im Granat-Plagioklas-Gneis (Epidot-Hornblende-Pl-Gneis)

	Hauptgemengteile	Übergemengteile	Nebengemengteile
felsisch	Quarz Kalknatronfeldspat (An ₂₆₋₃₃)		Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Ilmenit, Eisenglanz, Limonit
mafisch	Hornblende	Granat Epidot Chlorit (Biotit)	

Bei an Hornblende reicheren Epidot-Hornblende-Pl-Gneis ändert sich das Verhältnis der felsischen Gemengteile zu den Mafiten zugunsten der Mafiten mehr oder weniger stark.

¹⁾ Diese Hornblende-führenden Gneise werden im Rahmen einer im Mineralogischen Institut der Universität Frankfurt (Main) durchgeführten Untersuchung über die Hbl-führenden Gneise und Amphibolite des Vor-Spessarts im einzelnen behandelt werden. In der vorliegenden Arbeit seien ausschließlich die feingebänderten Anteile in feinschichtiger Wechsellagerung innerhalb des Gr-Pl-Gneises berücksichtigt.

c) Detaillierte Beschreibung des mikroskopischen Gefüges, der Gemengteile und deren Umwandlungserscheinungen

α) Granat-Plagioklas-Gneis

Der Granat-Plagioklas-Gneis besitzt in den meisten Fällen eine fein- bis höchstens kleinblastische Struktur, bei einer vorwiegend homöoblastischen Entwicklung seiner Gemengteile (Abb. 23). Granoblastische Strukturelemente (Plagioklas, Quarz, Granat) sind dabei stark vorherrschend gegenüber lepidoblastischen (Glimmer). Poikiloblastische Verwachsungserscheinungen (insbesondere von Quarz in Plagioklas) treten nur sehr untergeordnet auf, wenn Plagioklas lokal einmal ein wenig porphyroblastisch gesproßt ist.

Lagentextur in (bc) und auch einigermäßen in (ac) kann als sehr charakteristisch angesprochen werden (Abb. 24). Lentikulare Texturelemente treten insbesondere in (bc) weitgehend zurück. Abb. 24 zeigt ein Dünnschliffbild eines Granat-Plagioklas-Gneises vom Grauenstein nach (bc) mit einem wenigstens 15-fachen Lagenwechsel. Dabei handelt es sich bezeichnenderweise um eine Übergangspartie mit einzelnen schwach Staurolith-führenden Lagen, die sich durch größeren Biotitgehalt mit verbundener gröberer Sprossung dieses Minerals kenntlich machen. So wird z. B. eine auffallend apatitreiche Lage auf beiden Seiten von je einem biotitreichen, groblepidoblastisch ausgebildeten Band begrenzt, das Staurolith in einzelnen Individuen führt. Auch an Biotit ganz besonders arme Streifen treten hervor, die niemals Staurolith, aber jeweils noch Granat enthalten. Granat ist übrigens recht gleichmäßig in vereinzelt Individuen über das ganze Schliffbild verteilt (nicht erkennbar auf Abb. 24).

Abb. 25 gibt wiederum einen mikroskopisch feinen Lagenwechsel von Gr-Pl-Gneis, diesmal jedoch mit Serizit-Quarzit aus einer Partie vom Gretenberg b. Strözbach bei + Nic., wieder.

Ein Rhythmus in der Wechsellagerung konnte in keinem Falle ermittelt werden.

Auch im Bereiche der mehrere Meter mächtigen Gr-Pl-Gneispartien, z. B. von der „Hart“ N Johannesberg, macht sich eine feine Bänderung bemerkbar, sehr viel besser als bei dem meist stark turbulent verformten und heteroblastisch entwickelten Staurolith-Gr-Pl-Gneis mit seinen lentikularen und poikiloblastischen Textur-elementen.

Plagioklas ($An_{26-28(\pm 2)}$) bildet mit Quarz einen schwach verzahnten Kornverband. Insbesondere der letztere der beiden Gemengteile kann dabei lagig oder nesterweise überwiegen. Plagioklas besitzt auch hier mitunter einen augenfälligen Zonarbau, meist mit inverser Zonenfolge. Die wenigen, in ihrer Größe hervortretenden Plagioklase enthalten oftmals Einschlüsse. Es kann vereinzelt beobachtet werden, daß durch Deformation zerlegte Porphyrosteren von Plagioklas eine schwache, aber deutliche Rekristallisation aufweisen. Die Quarze sind indessen fast stets undulös. Auch BÖHMISCHE Streifung kommt nicht selten vor.

Der Biotit zeichnet sich wie bei dem St-Gr-Pl-Gneis durch olivbraune Absorptionsfarben parallel zu den Spaltrissen nach {001} aus. Muscovit tritt in zahlreichen Partien vollständig zurück. Die beiden Glimmer bilden in (ac)- und (bc)-Schnitten



Abb. 23. *Granat-Plagioklas-Gneis*, homöoblastisch-feinkörnige Partie mit relativ wenig Granat (auf Abb. kaum hervortretend), Granoblastisches Pflaster von Quarz (hell) und Plagioklas (grau durch merkliche Serizitisierung) mit einzelnen, in „s“ geregelte Biotit (Chlorit)-Schüppchen. – Weghang W Wenighösbach, Dünnschliff SM 3001 (bc)-Schnitt, Vergr. 100×.

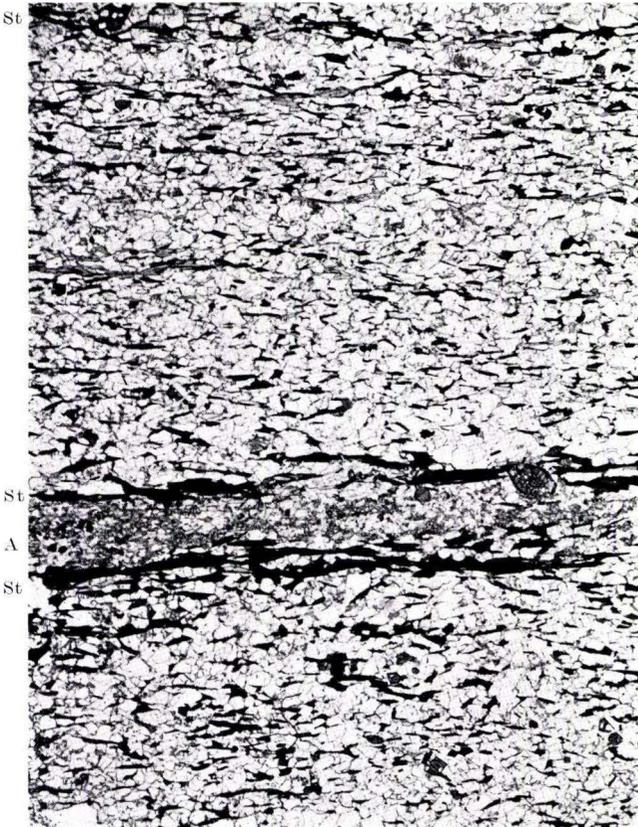


Abb. 24. *Granat-Plagioklas-Gneis*, Übergangspartie mit dünnstreifiger Wechsellagerung staurolithführender und mehr oder weniger biotitreicher Streifen. Den größten Teil der Abbildung nehmen typische Partien von Gr-Pl-Gneis ein mit einem granoblastischen Pflaster von Plagioklas + Quarz (+ Granat) von relativ kleinem Korn mit verstreuten, aber geregelten Biotitschuppen (\pm Muscovit). Eine doppelte Lage mit Staurolith (etwa Bildmitte) zeichnet sich gleichzeitig durch auffallend grobentwickelte, zusammenhängende Biotitzüge (neben Turmalinführung) aus. Diese doppelte Lage mit Staurolith schließt eine außerordentlich apatitreiche Schicht A ein. Ein wenigstens 15facher, lagiger Wechsel kann aus der vorliegenden, 1,6 cm mächtigen Partie der Abbildung mit mehr oder weniger großer Deutlichkeit herausgelesen werden. – Felsen Höhenrücken SW vom Grauenstein b. Glattbach. Dünnschliff SM 1419 (bc)-Schnitt, Vergr. 7×. St (staurolithführende Lagen)



Abb. 25. Dünnes Gneissband con der Zusammensetzung Granat + Biotit + Muscovit + Plagioklas + Quarz im mittleren Bildteil wird oben und unten durch serizitquarzitische Lagen begrenzt. Das abgebildete Gneissband ist im oberen Teil außerordentlich muscovitreich, im unteren ebenso plagioklasreich und entsprechend glimmerarm. — Gretenberg, Stbr. an der Straße gegenüber Strötzbach (Kahl), Dünnschliff SM 2026 (bc-Schnitt), Vergr. 9×, + Nic.

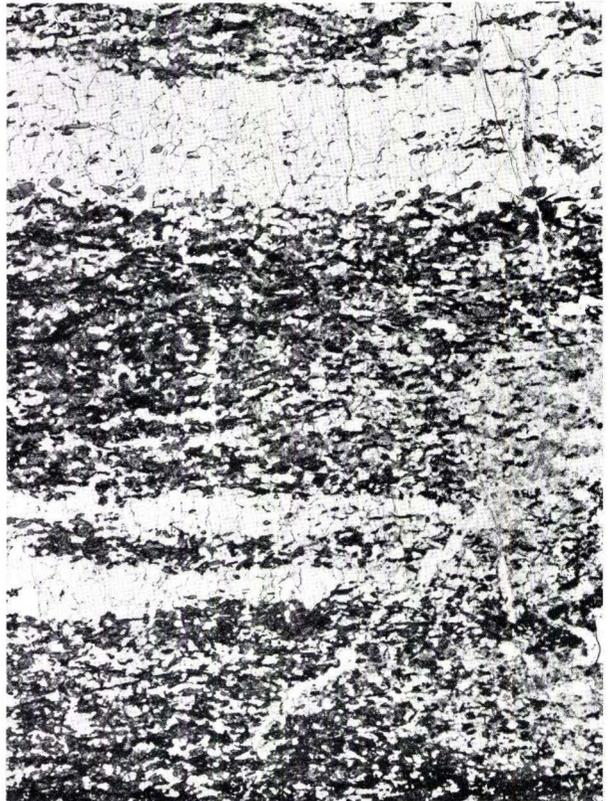


Abb. 26. Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis in dünnstreifiger Wechselagerung mit extrem leucokraten, fast nur aus einem verzahnten Pflaster von Quarz bestehenden Anteilen. — Gretenberg, Stbr. unmittelbar an der Straße gegenüber Strötzbach (Kahl), Dünnschliff SM 1051, Vergr. 7×.

u. d. M. fast niemals zusammenhängende Züge oder Girlanden wie bei den St-Gr-Pl-Gneisen, sondern ihre Strähnen setzen voneinander ab. Verwachsungen von Biotit mit grasgrünem Chlorit von Klinochlorcharakter sind verbreitet. Chlorit kommt überhaupt in dem vorliegenden Gneis ein klein wenig häufiger vor als in den meisten der St-Gr-Pl-Gneis-Varietäten. Biotit und Chlorit führen in gleicher Weise wiederum Einschlüsse von Zirkon mit pleochroitischen Höfen.

Granat zeichnet sich, wie die übrigen Gemengteile, durch Kleinheit seiner Kristalloblasten aus. Nur selten handelt es sich dabei um Idioblasten ($\{110\}$). Zonarbau wird durch winzige Einschlüsse markiert. Mit dem Immersionsobjektiv bei 800-facher Vergrößerung lassen sich solche Interpositionen vorwiegend als Rutil identifizieren. Unter diesen wurden vereinzelt wiederum auch herzförmige Zwillinge festgestellt. Auch größere Einschlüsse, insbesondere von Biotit, Chlorit oder Muscovit, kommen vor. Mitunter lassen die Einschlüsse wiederum Internrotationen erkennen, in einem Falle Biotit mit Verwachsungen von Chlorit.

Tabelle 7. Vol.% und Korngrößen des Granat-Plagioklas-Gneises

	1 Vol. %	2 Vol. %	3 Vol. %	4 Vol. %	5 Vol. %
Quarz.....	39,4	39,3	25,7	37,2	37,8
Kalknatronfeldspat .	45,6	39,0	48,6	45,7	47,3
Muscovit	1,2	0,4	0,0	2,6	0,0
Biotit (Chlorit)	10,8	15,7	18,9	12,3	12,2
Granat	1,1	2,1	3,9	0,7	0,4
Nebengemengteile ..	1,9	1,3	1,2	1,5	2,3
Epidot.....	—	2,2	1,7	—	—
felsische Gemengteile	86,2	78,7	74,3	85,5	85,1
Mafiten	11,9	17,8	24,5	13,0	12,6

Wesentlicher Schwankungsbereich der Korngrößen in mm:

Quarz.....	0,030–0,7	0,030–0,3
Kalknatronfeldspat .	0,050–0,8	0,060–0,5
Muscovit	0,050–0,5	—
Biotit (Chlorit)	0,050–0,5	0,050–0,6
Granat	0,150–0,6	0,080–0,35
Epidot.....	0,010–0,4	—

- 1) Granat-Plagioklas-Gneis, fein- bis kleinblastisch.
S Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg, Handst. SM 1416. (Chemische Analyse S. 51.)
- 2) Granat-Plagioklas-Gneis, Epidot-führend, fein- bis kleinblastisch.
S Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg, Handst. SM 1081.
- 3) Granat-Plagioklas-Gneis, Epidot-führend, feinblastisch.
S Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg, Handst. SM 1076.
- 4) Granat-Plagioklas-Gneis, feinblastisch.
S Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg, Handst. SM 1400.
- 5) Granat-Plagioklas-Gneis, fein- bis kleinblastisch.
Stbr. am Gretenberg dicht an der Straße gegenüber Strötzbach, Handst. SM 1059.

Unter den Nebengemengteilen fällt Apatit durch sein gehäuftes Auftreten in einzelnen dünnlagigen Streifen auf (SW Grauenstein, unterer Stbr. NW-Hang des Glasbergs). Es sei besonders erwähnt, daß der Apatit aus den Partien (Abb. 24) anomal zweiachsig ist (AW 10–12°!). Fleckig verteilte Hämatitausscheidungen, Chloritbildungen und partielle Serizitisierungen von Plagioklas sind offensichtlich zusammengehörige Erscheinungen.

Volumetrische Zusammensetzung von Granat-Plag.-Gneis und Korngrößen vgl. Tabelle 7.

β) Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis

Übergangszonen des Granat-Plagioklas-Gneises in Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis mit dünnen Wechsellagerungen können in ihren Feinheiten nur mikroskopisch durch Studium des Dünnschliffes erfaßt werden. In streifigem Verband wechsellagern häufig zunächst epidothaltige und dann meist quarzreiche Partien mit Gr-Pl-Gneislagen. Es tritt dann neben Epidot auch etwas Hornblende hinzu; solche Anteile endlich alternieren dann streifenweise mit melanokraten Partien mit viel Hornblende, in denen Granat völlig aussetzt. Letztere bestehen vorwiegend aus Hornblende + Epidot als Mafiten und Plagioklas + Quarz als felsische Gemengteile. Die beschriebene melanokrate Bänderung innerhalb des Gr-Pl-Gneises kann durch Aussetzen von Hornblende und Epidot unvermittelt auskeilen. In anderen Fällen können hornblendereiche Bänder in solche mit mehr Epidot übergehen (Abb. 26).

Die Plagioklase der gebänderten hornblendeführenden Partien besitzen im allgemeinen An-Gehalte zwischen 26 und 38%, in einem hornblendearmen Streifen haben Messungen mehrere Male 24 (± 3)%, in einer besonders hornblendereichen Lage einmal 40 (± 3)% ergeben. Die Schwankungen der An-Gehalte – auch innerhalb ein und derselben Lage – sind demnach recht groß. Saussuritisierung dieser Plagioklase ist verbreitet.

Quarz dominiert besonders stark in den epidothaltigen Streifen.

Biotit ist meist nur spärlich vertreten oder fehlt, wie Muscovit, völlig.

Granat läßt sich nur außerordentlich selten in hornblende- und epidotreicheren Lagen beobachten.

Epidot besitzt stets xenoblastische Entwicklung. In der Stellung stärkster Absorption erscheint er (bei normaler Dünnschliffdicke) deutlich zart gelblichgrün gefärbt. Bei Zonarbau besitzen die inneren Teile der Körner eine schwächere Absorption (an Pistazit reichere Randzonen).

Die Hornblende, körnig-prismatisch, bei xenoblastischer Entwicklung, besitzt Auslöschungsschiefen ($Z^{\wedge}c$) zwischen 17 und 20°. Absorptionsschema: Z (bläulichgrün) > Y (grasgrün) \gg X (gelblich). Diese Hornblende scheint der „prasinitischen“ Hornblende nahezustehen.

Als Nebengemengteile kommen hinzu: Apatit, Rutil, Ilmenit, Magnetit, Magnetkies.

Volumetrische Zusammensetzung und Korngrößen:

Gebänderter Epidot-Hornblende-Pl-Gneis, fein- bis kleinblastisch vom Stbr. am Gretenberg, dicht an der Straße gegenüber Strötzbach (Handst. SM 1051):

mesotyper Streifen		melanokrater Streifen	
	Vol.%		Vol.%
Quarz	39,9		28,8
Plagioklas ¹⁾ . . .	25,5		20,0
Epidot	16,8		30,5
Hornblende	10,7		13,5
Nebengemengteile	7,1		7,2

Korngrößen in mm:

Quarz	0,050–0,4 (1 mm in quarzreichen Bändern)
Plagioklas	0,080–0,4
Epidot	0,040–0,4
Hornblende	0,050–0,4

d) Chemische Analyse

Aus einer Gesteinspartie von Nr. 1416 (vgl. Tab. 7, Nr. 1, S. 49), Gr-Pl-Gneis, südlicher Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg, wurden ca 900 g entnommen und wie oben zur chemischen Analyse vorbereitet. Die chemische Analyse führte wiederum Herr Dr. P. PFEFFER, Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, aus:

	Gew. %	Mol. %	Niggli-Werte:			
			si	ti	p	h
SiO ₂	72,35	76,07				
TiO ₂	0,58	0,57	367	2,8	0,52	15,6
Al ₂ O ₃	13,14	8,15				
Fe ₂ O ₃	1,68	0,66	al	fm	c	alk
FeO	1,94	1,74	39,5	26	8,5	26
MnO	0,10	0,09				
MgO	1,44	2,25	k	mg	o	c/fm
CaO	1,55	1,74	0,24	0,55	0,32	0,37
Na ₂ O	4,02	4,10				
K ₂ O	1,95	1,30	(qz)	t	T'	al-alk
H ₂ O ⁺	0,92	3,22	163	5	—7,8	23,5
P ₂ O ₅	0,24	0,11				
CO ₂	0,0					
	<hr/> 99,91	<hr/> 100,00				

B₂O₃ konnte analytisch nicht nachgewiesen werden. ZrO₂ wurde trotz Anwendung verschiedener Aufschluß- (Karbonat und Borax) und Fällungsmethoden (Phosphat, Phenylarsin und Kupferron) nicht in wägbarer Menge erfaßt. Da bei den Alkaliaufschlüssen mit nur 2 g Einwaage gearbeitet werden kann, so würde ein Gehalt an ZrO₂ von 0,1% einen Niederschlag von 1 mg entsprechen. Ein solcher müßte bereits erkennbar sein. Die Prüfung auf Cr₂O₃ verlief gleichfalls negativ.

Die vorliegende chemische Analyse des Gr-Pl-Gneises weist entsprechend ihrem etwas abweichenden Mineralbestand gegenüber St-Gr-Pl-Gneises genügend markante Unterschiede auf.

Besonders deutlich ist der wesentlich höhere SiO₂-Wert, verursacht durch einen viel größeren Quarzgehalt des Granat-Pl-Gneises. Der sehr merklich niedrigere

¹⁾ Stark serizitisiert.

Al_2O_3 -Wert findet eine Erklärung in einem entsprechend geringeren Glimmergehalt (insbesondere Muscovit) und in der Abwesenheit von Staurolith im vorliegenden Gneis. Auch der viel niedriger ermittelte Fe-Gehalt erklärt sich durch Zurücktreten des Biotits und durch Fehlen von Staurolith einerseits, zu einem anderen Teil durch geringere Beteiligung Fe-haltiger Nebengemengteile. Auch der niedrigere Wert von H_2O^+ steht mit dem vergleichenden mikroskopischen Befund im Einklang: (OH)-haltige Minerale treten etwas zurück. Der niedrigere MgO-Wert geht wiederum auf Zurücktreten des Biotits und Fehlen von Staurolith zurück. Eine Diskrepanz bleibt indessen bei der Diskussion des analytisch ermittelten, relativ hohen Na_2O -Wertes und des dadurch zustandekommenden $\text{Na}_2\text{O}/\text{CaO}$ -Verhältnisses bei der Gegenüberstellung zu den Ergebnissen der optischen Plagioklas-Vermessung. Der Na_2O -Wert darf – wohl praktisch restlos – auf die Plagioklaszusammensetzung bezogen werden, ebenso der Wert für CaO (unter Abzug einer dem P_2O_5 -Wert äquivalenten Menge für Apatit und evtl. eines winzigen Teiles für Kalzit und Granat). Die sich hieraus rechnerisch aus der chemischen Analyse ergebende Plagioklaszusammensetzung ist $\text{Ab}_{86}\text{An}_{14}$ – $\text{Ab}_{84}\text{An}_{16}$ (unter Vernachlässigung eines stets vorhandenen, sehr geringen K_2O -Gehalts), während die optischen Messungen An-Gehalte zwischen 24 und 30 ergeben.

Dichte: 2,789 ($\pm 0,003$).

5. Einschaltungen grobstrukturierter Mineralaggregate und Gesteine in den Para-Gneisen¹⁾

Diese über den gesamten kristallinen Vor-Spessart verbreiteten, grobstrukturierten Einlagerungen sind von den älteren Autoren als „pegmatitartige Ausscheidungen“ bzw. „Quarzausscheidungen“ (THÜRACH) oder als „pegmatitartige Bildungen“, „Pegmatite“ bzw. „Quarzlinsen“ oder „Quarzgänge“ (KLEMM) beschrieben worden. Die ausführlichste Darstellung, mit zahlreichen sorgfältigen Profilzeichnungen der Einlagerungen in ihrem Gesteinsverband, hat THÜRACH (1893) gegeben. In seinen Profilen kommen die „launenhaften“ Körperformen dieser Einlagerungen in einer charakteristischen Weise zum Ausdruck. Die im Rahmen der vorliegenden Untersuchung vollzogene Durchmusterung des Mineralinhalts der z. Z. im mittleren Vor-Spessart innerhalb der Para-Gneise aufgeschlossenen, grobstrukturierten Einschaltungen hat – mit einer einzigen Ausnahme – stets nur Plagioklas, niemals auch Kalifeldspat sicherstellen lassen, im Unterschied zu den Angaben im Schrifttum, soweit überhaupt detaillierte Angaben über die vorkommenden Feldspate gemacht worden sind. Die verbreiteten, rötlich pigmentierten Feldspäte haben sich stets als Plagioklas erwiesen!

Eine Ausnahmestellung nimmt unter diesen Einlagerungen die 4–6 m mächtige, im NE-Streichen über 1 km hin aushaltende Einschaltung am Grauenstein zwischen Glattbach und Unter-Afferbach, die sich noch nach SW hin streichend fortsetzt, ein. Ihr Mineralinhalt entspricht fast einer normalen Granitpegmatit-Zusammensetzung mit: Feldspat > Quarz, Kalifeldspat > Kalknatronfeldspat, Muscovit \gg Biotit, bei häufiger runitischer Verwachsung zwischen Kalifeldspat und Quarz.

Im übrigen erreichen die meisten der grobstrukturierten Einschaltungen im mittleren Vor-Spessart nur ausnahmsweise in bauchigen Anschwellungen Mächtigkeiten von über

¹⁾ Es sei nicht beabsichtigt, im Rahmen der vorliegenden Untersuchung eine lückenlose Einzelbeschreibung der Gruppe der grobstrukturierten Einschaltungen innerhalb der Para-Gneise des mittleren Vor-Spessarts zu geben. Vielmehr sollen vorzugsweise Befunde mitgeteilt werden, die Beziehungen zur Problemstellung dieser Arbeit haben.

1 m. Am verbreitetsten sind Anschwellungen bis zu wenigen Dezimetern. Nach ihrem Mineralinhalt lassen sie sich gliedern *a*) in Plagioklas-haltige, *β*) in Plagioklas-freie Mineralaggregate bzw. Gesteine:

- a*) mit Kalknatronfeldspat + Quarz \pm (Biotit, Chlorit, Muscovit)
β) mit Quarz \pm (Chlorit, Biotit, Muscovit).

Über die Verbreitung dieser grobstrukturierten Einschaltungen innerhalb der Para-Gneise im mittleren Vor-Spessart läßt sich folgendes aussagen:

1. Die plagioklasführenden Einlagerungen, vor allem solche mit größeren Plagioklasgehalten, sind viel weniger häufig als solche mit nur Quarz als einzigem felsischen Bestandteil.
2. Innerhalb des südlichen Para-Gneis-Streifens im mittleren Vor-Spessart besitzen plagioklashaltige Einschaltungen eine noch relativ größere Verbreitung als im mittleren oder gar nördlichen Gneisgebiet. Im nördlichen Para-Gneis-Streifen fehlen plagioklashaltige, grobstrukturierte Einlagerungen fast völlig.
3. Im besonderen sind die plagioklasführenden Einlagerungen jeweils an eine St-Gr-Pl-Gneis-Umgebung mit relativ größerem Plagioklasgehalt geknüpft. Im Unterschied zu den nur aus Quarz bestehenden Einschaltungen lassen sie sich in keinem Falle im Verbands mit besonders quarzreichen Typen von Gr-Pl-Gneis beobachten.

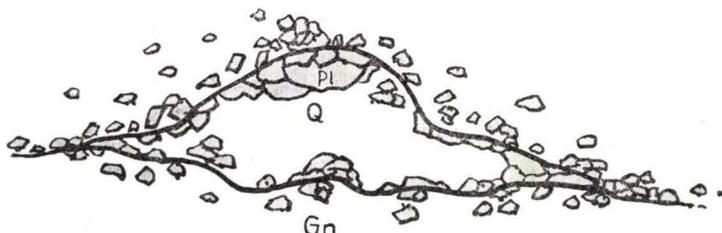
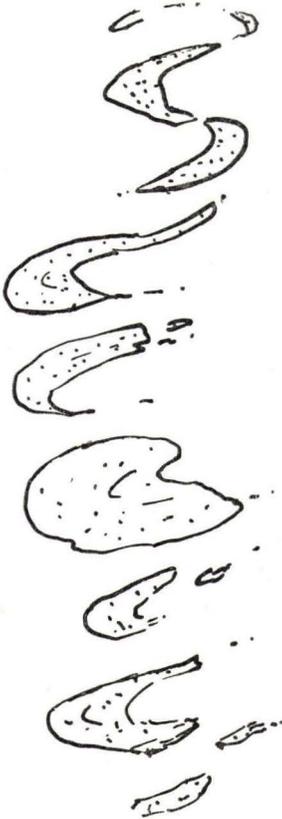


Abb. 27. Schematisierte Skizze einer konkordant in St-Gr-Pl-Gneis (Gn) eingeschalteten, grobstrukturierten Quarz-Plagioklas-Einschaltung mit bauchiger Verdickung. Quarz (Q) füllt jeweils den Kern einer solchen bauchigen Verdickung, während die Randzonen und Ausdünnungen in charakteristischer Weise von Plagioklas (Pl) erfüllt werden. In unmittelbarer Nachbarschaft der bauchigen Erweiterungen von grobstrukturierten Quarz-Plagioklas-Einschaltungen beobachtet man gelegentlich eine lokale und räumlich eng begrenzte Plagioklas-Einsprossung nach Art einer Metablastesis im Gneis. – Motiv Stbr. ca. 500 m SW Ober-Afferbach, Maßstab etwa 1 : 10.

Wohl in fast allen Aufschlüssen in den Para-Gneisen des mittleren Vor-Spessarts lassen sich Einschaltungen von *a*) und *β*) in mannigfaltiger Erscheinungsform beobachten. Sie sind meist konkordant in auf- und abschwellenden Mächtigkeiten dem Texturverband des Gneises eingefügt (Abb. 27, 28). In einzelnen Fällen, wenigstens auf kürzeste Entfernung hin, läßt sich auch einmal eine schwache Diskordanz feststellen, indem sie mit einem kleinen Knick den Lagenverband des Gneises durchsetzen, um dann wieder in die alte Richtung einzulenken. Im Streichen halten die grobstrukturierten Einschaltungen häufig nicht sehr lange aus, sondern zerschlagen sich oft weitgehend bereits im Bereiche eines Steinbruches.

In den meisten Fällen handelt es sich bei den vorliegenden Einschaltungen um stark verformte Bestandteile, die durch glimmerreiche Gleitflächen vom Wirtgestein mehr oder weniger gelöst erscheinen (Abb. 27, 28). Bisweilen beobachtet man jedoch auch eine innige, allseitige Verflößung größerer Aggregate von Plagioklas, Quarz und etwas Glimmer mit dem umgebenden Gneis. Zufällig tektonisch weitgehend verschont gebliebene Berührungssäume zwischen den Einschaltungen und dem Gneis sind sorgfältig entnommen worden für ein eingehendes mikroskopisches Studium (vgl. S. 55/56).

Es läßt sich eine enge räumliche und genetische Beziehung zwischen den grobstrukturierten Einschaltungen bis zu weniger als cm-dünnen, mittel-, klein- und feinstrukturierteren Lagen von Quarz (insbes.) feststellen. Dabei laufen nicht nur die mächtigeren Einschaltungen mit Plagioklas + Quarz oder Quarz in solche aus, sondern man beobachtet häufig in der Nachbarschaft solcher grobstrukturierter Einlagerungen besonders viele dünne und dünnste Quarzbänder mit wiederholten Unterbrechungen und linsiger Ausschwängung ihrer einzelnen Teile. Diese dünnen Zwischenlagen passen sich einer vorhandenen Fältelungstextur des Gneises nur bis zu einem gewissen Grade an, während die Stauchfältelung des umgebenden Gneises im einzelnen eine viel engere ist (Abb. 29). Der megaskopisch homogen erscheinende Quarz ist u. d. M. als ein schwach verzahnter Kornverband identifizierbar.



Die textuelle Anordnung des Mineralinhalts der grobstrukturierten Einlagerungen erscheint insbesondere bei der plagioklasführenden Varietät bemerkenswert: Der auch hier volumetrisch noch vorherrschende Quarz nimmt jeweils die Kernpartien linsenförmiger Aufbauchungen ein, während der Plagioklas fast stets die Randpartien (Abb. 27) und die Ausdünnungen zusammensetzt. Eine auffällige Erscheinung ist bisweilen die Einsprossung zahlreicher grobentwickelter Plagioklase innerhalb einer 10–20 cm breiten Zone von St-Gr-Pl-Gneis im unmittelbaren Angrenzenden der linsenförmigen Erweiterungen (Abb. 27, 30), oft mit einer starken Tendenz nach idioblastischer Entwicklung (z. Z. beobachtet: Stbr. ca 500 m SW Ober-Afferbach, Westhang des „Kalbsbuckels“ N Bf. Klein-Ostheim (Hochspannungsmast), NW-Hang des Glasberges b. Schimborn, Stbr. im Kahltal oberhalb Mensengesäß).

Abb. 28. Quarzeinschaltung, Steinbruchswand im (ac)-Schnitt des tektonischen Grobgefüges, verfalteter Bestandteil im stauchgefältelten Verband von St-Gr-Pl-Gneis. Augenfällig sind die verdickten Faltenscheitel und die ausgedünnten und abgerissenen Faltenschenkel. Vertikaler Bilddurchmesser entspricht etwa 1 m in der Natur. – Nördl. Stbr. der Gemeinde Reichenbach an der „Hart“ N von Johannesberg.

Der zu den Einlagerungen gehörige, großblättrig ausgebildete Biotit ist fast ausschließlich auf deren Salzbänder beschränkt. Hier hat sich meist eine an gestriemtem Biotit reiche Zone entwickeln können, in der sich fast stets eine gleitende Bewegung entlang der versteifend wirkenden Einschaltung von Plagioklas und Quarz vollzogen hat. Auf dieser Gleitfläche sind die Biotite streng eingeregelt und jeweils zu einer zusammenhängenden Haut ausgeschmiert. Nur einzelne Nester von Biotit befinden sich bisweilen im Kornverband der Plagioklase innerhalb der Einschaltungen umschlossen. Muscovit in grobblättrigen Aggregaten kommt viel seltener vor. Auffallend reichlich ist er an einzelnen Schürfstellen am NW-Hang des Glasberges b. Schimborn in einer fast nur aus Quarz bestehenden relativ mächtigen Einschaltung angetroffen worden. Innerhalb des grobstrukturierten Quarzgefüges befinden sich hier kleine Hohlräume mit idiomorph ausgebildeten Quarzkristallen mit $\{10\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}1\}$, $\{01\bar{1}1\}$ bis zu einer beobachteten Größe von 3 cm.

In zahlreichen Partien, wo stark gleitende Bewegungen unmittelbar über großentwickelte, knollig deformierte Plagioklaseinlagerungen hinweggegangen sind, haben sich längs der Bewegungsfläche auf den Plagioklasen häufig strähnige Sillimanitbüschel (der

„Fibrolith“ THÜRACHS) entwickelt, die zum Teil ihrerseits wieder partiell in Serizit umgewandelt sind und megaskopisch hervortreten. Gleichartige Fibrolithstrahlen fanden sich in ähnlichem Verbands am NW-Hang des Glasbergs b. Schimborn, im nördlichen Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg und in einem offengelassenen Stbr. am Kahlhang nördlich der „Womburg“, unmittelbar neben der Einmündung des Tälchens vom Sterzenbach. An letzterer Fundstelle wurde in Verwachsung mit 2–3 cm großen Plagioklasen nicht nur Sillimanit, sondern auch Andalusit in bis zu 1–2 cm großen Körnern aufgefunden. Der Andalusit, u. d. M. mit einem schwachen, fleckigen Pleochroismus, weist eine gangförmige Einwanderung von Serizit auf. In annähernd gleichgerichteten Aggregaten wird er von Sillimanit verdrängt. Der mit Andalusit verwachsene Plagioklas weist ebenfalls eine relativ starke Serizitisierung auf. Bemerkenswert ist auch, daß der Plagioklas Verdrängungsreste von Staurolith und zahlreiche Einschlüsse von Eisenerzmineralien und Rutil enthält. Es sei darauf hingewiesen, daß bereits H. BÜCKING (1892) in seiner Arbeit ein Vorkommen von Andalusit aus dem „glimmerreichen, schieferigen Gneis“ (wahrscheinlich auch im Verbands mit grobentwickelten, an Plagioklas besonders reichen Einlagerungen!) zwischen Schöllkrippen und Unter-Schnepfenbach erwähnt. Auch das nach THÜRACH reichlich beobachtete Auftreten von Fibrolith im südlichen Teilgebiet des St-Gr-Pl-Gneises dürfte an solche Fundstellen geknüpft sein.

Die grobentwickelten Einschaltungen, besonders auch die plagioklasfreien unter ihnen, führen als häufigen charakteristischen Übergangsteil megaskopisch schwarzen Turmalin (Schörl) in bis zu 2–3 cm langen und fast 0,5 cm dicken Prismen mit $\{10\bar{1}0\}$. Vorzugsweise findet er sich dabei in der Grenzzone zum Gneis, häufig aggregiert. Einzelne Individuen ragen mitunter z. B. in den Quarz der Einlagerung hinein oder werden von diesem umschlossen. Gern verwächst er mit Chlorit. Besonders viele Turmalinsäulchen bis zu 1–2 cm Länge und in flächiger Einregelung konnten in einzelnen Partien auf der unmittelbar an die Einschaltung angrenzenden Bewegungsfläche des Gneises beobachtet werden, insbesondere in dem ausnehmend stark von grobstrukturierten Einschaltungen durchsetzten nördlichen Stbr. an der „Hart“ N Johannesberg.

In dem genannten Aufschluß tritt außerdem auffällig viel Chlorit im Verbands der Einschaltungen in Erscheinung, verknüpft mit einer ebenso auffälligen, stark rötlichen Pigmentierung von Quarz und Plagioklas durch feine und feinste Einschlüsse von Eisenglanz. Bei den Plagioklasen sind dabei häufig die Randzonen eines jeden Individuums sehr viel stärker pigmentiert.

An merklich gröber als im angrenzenden Gneis ausgebildeten, zufälligen Nebengemengteilen haben sich feststellen lassen: Ilmenit, Rutil, Apatit, Zirkon; letzteres Mineral in fast idiomorph ausgebildeten, bis zu 1 mm großen Individuen. Granat (Spessartin) erwähnt THÜRACH in der oben genannten, granitpegmatitisch zusammengesetzten, überaus mächtigen Einlagerung am Grauenstein b. Glattbach.

Von großem Interesse für die vorliegende Untersuchung ist insbesondere die Berührungszone des Gneises mit solchen grobstrukturierten Einschaltungen. Aber in nur verhältnismäßig seltenen Fällen trifft man einen unversehrt erhaltenegebliebenen Verband der beiden Einheiten an. Im allgemeinen ist derselbe durch Bahnen gleitender Deformation zerstört. Im Zusammenhang gebliebene Partien finden sich nur da, wo lokal einmal die Hauptkomponente der gleitenden Bewegung besonders glimmerreichen Bahnen innerhalb des Gneises, in einem gewissen Abstand von der Kontaktfläche selbst, gefolgt ist. Besonders wertvolles Belegmaterial hat, neben anderen, insbesondere der nördliche Aufschluß an der „Hart“ N von Johannesberg geliefert. Die mikroskopische Untersuchung von Gneisproben, die unmittelbar an mächtigere Einschaltungen angrenzen und mit ihnen im Kornverband verzahnt sind, weisen fast ohne Ausnahme einen schmalen, wenn auch kaum mehr als 2–3 cm breiten Umwandlungssaum auf, der mit zunehmendem Abstand von der Berührungsfläche

allmählich ausklingt. Geringfügige und nur aus Quarz bestehende Einschaltungen haben kaum Spuren einer Umwandlung im angrenzenden Gneis hervorrufen können.

Ein typisches mikroskopisches Bild eines umgewandelten Saumes von Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit ca. 2 cm Breite unmittelbar vom Kontakt einer 40–50 cm mächtigen, plagioklasführenden Einschaltung gibt Abb. 31 wieder. Auf Abb. 31 ist eine Zonengliederung der Umwandlungserscheinungen deutlich erkennbar: eine unmittelbar an die Einlagerung angrenzende, innere Zone intensiver Umsprossung und eine äußere Zone mit geringfügigeren Veränderungen (unterer Bildteil).

Die innere, im vorliegenden Falle ungefähr 1 cm breite Zone zeichnet sich durch weitgehend grob hervorgesproßte Plagioklase mit merklich idioblastischer Tendenz aus. Diese Plagioklase besitzen eine augenfällig hervortretende, serizitische Durchstäubung. Quarz ist fast vollkommen aus diesem Saum herausgedrängt. Biotit und Granat sind in Chlorit übergeführt. Pseudomorph nach Biotit entwickelte Chlorite besitzen stets zahlreiche „Sagenit“-Einschlüsse. Neuangelegte Chloritaggregate sind häufig rosettenförmig oder divergent-blättrig angeordnet. Muscovit zeigt meist eine feinblättrige, oft serizitartige Aufgliederung. Am weitesten ist stets der Abbau von Staurolith vorgeschritten. Meist deuten gerade noch feinschuppige Aggregate von Serizit (bisweilen auch von Chlorit) die ehemaligen Umrisse dieses Gemengteils spukhaft an. Schüppchen von Eisenglanz und feine Imprägnationen dieses Minerals können als besonders charakteristisch für diese Umwandlungszone angesprochen werden. An einzelnen Stellen werden grob hervorgesproßte, nach idioblastischer Entwicklung strebende Individuen von Turmalin, Apatit oder (selten) auch Zirkon in dieser Zone beobachtet.

In der äußeren Zone (Abb. 31, unterer Bildteil) sind besonders die vorwiegend stark in feinschuppige Serizit- oder Chloritaggregate übergeführten Staurolith-Individuen charakteristisch. Einzelne größere Staurolithe bleiben dabei jeweils noch weitgehend unversehrt erhalten. Biotit und Granat sind hingegen nur örtlich einmal stärker chloritisiert. Mehrere Plagioklasaggregate treten in zusammengeproßten Individuen fleckenweise mit Angleichung an die innere Zone hervor (Pl in der Bildmitte auf Abb. 31). Auffällig starke Serizit-Durchstäubung des Plagioklases ist auch hier festzustellen. Eisenglanzimprägnationen treten stark zurück. Die Anordnung des Quarzgehaltes entspricht der im unveränderten Gneis fast völlig.

Eine wesentlich stärkere Umwandlung und Umkristallisation zeigen Gneispartien, die weitgehend von mehreren grobstrukturierten Einschaltungen umschlossen werden. Solche Partien aus einem Gewirr von plagioklasfreien, nur aus Quarz bestehenden Einlagerungen aus dem mittleren Stbr. am Hang des Gretenbergs gegenüber von Strötzbach (Kahl) enthalten auffällig reichlich Einsprossungen von Chlorit. Es kann eine genetische Beziehung zwischen diesen Chloriteinsprossungen und den umschließenden Quarzeinschaltungen angenommen werden.

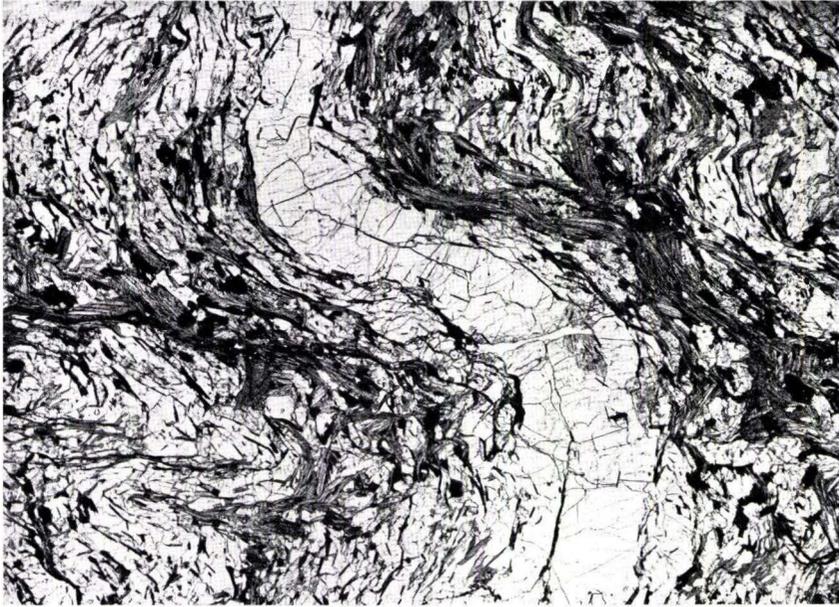


Abb. 29. 2 mm dicke Quarzlage eingeschaltet im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, wobei sich die Quarzlage nur in groben Zügen der engen Fältelungstextur des Wirtgesteins einfügt. Die Quarzlage besteht aus einem verzahnten Pflaster einzelner Körner dieses Minerals, im wesentlichen von 1 mm \varnothing . – Gretenberg, NW-Hang, Stbr. unmittelbar an der Straße gegenüber Strötzbach (Kahl), Dünnschliff SM 2048, (ac)-Schnitt, Vergr. 7 \times .



Abb. 30. Porphyroblastische Einsprossungen von Plagioklas nach Art einer lokal begrenzten Metablastesis im St-Gr-Pl-Gneis am Kontakt mit einer bauchig erweiterten, grobstrukturierten Quarz-Plagioklas-Einschaltung. Stbr. NW-Hang des Glasberges b. Schimborn, $\frac{2}{3}$ nat. Größe.

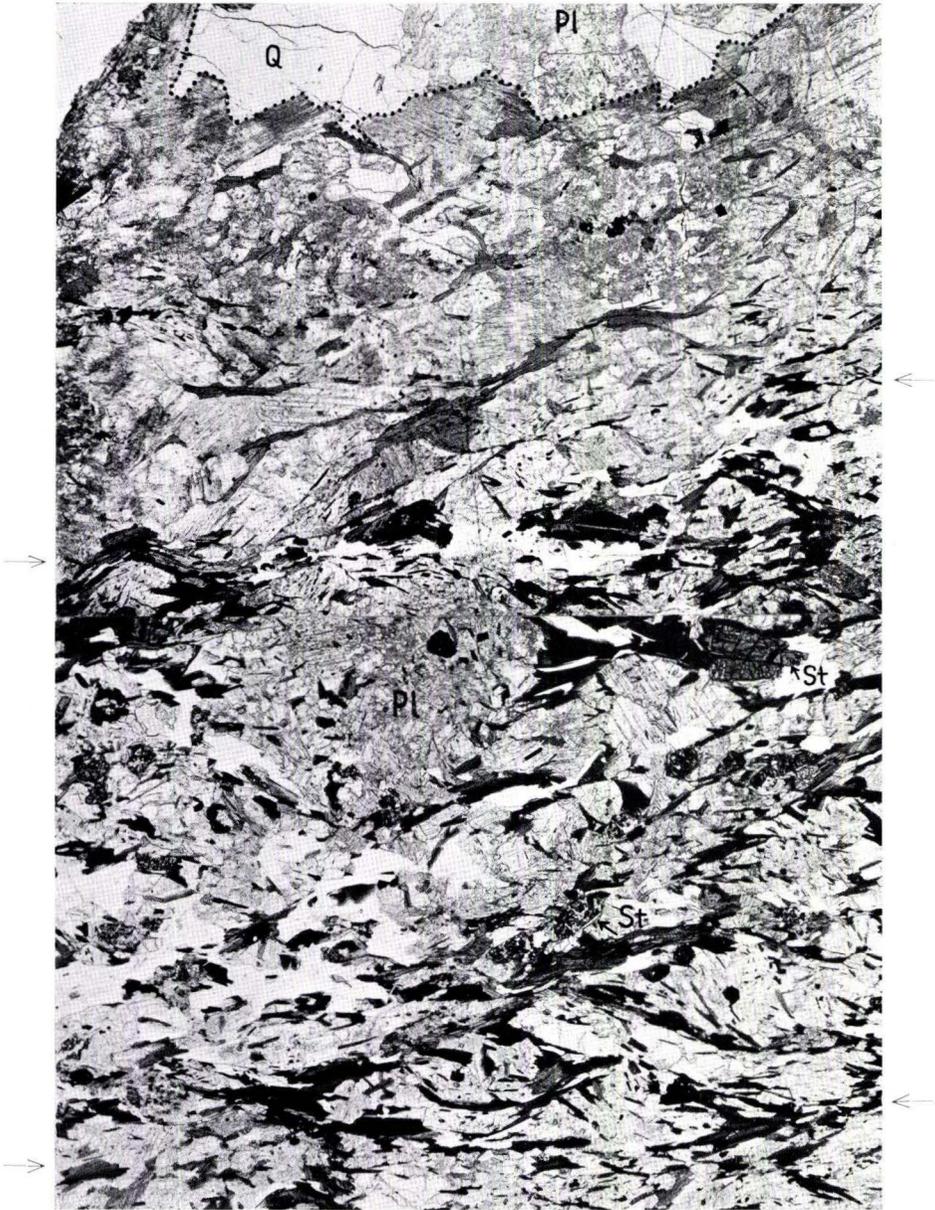


Abb. 31. Tektonisch unbeeinflusster Berührungsraum zwischen einer grob strukturierten Quarz-Plagioklas-Einschalung und Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis. – Breite des Reaktionssaumes 2.4 cm. – Oberhalb der punktierten Linie am oberen Bildrand: Plagioklas (Pl) und Quarz (Q), als Bestandteile einer grobstrukturierten Einschaltung. – Punktierte Linie bis Pfeilpaar an der Bildmitte: *innere* Berührungszone mit relativ starker Umwandlung des St-Gr-Pl-Gneises, besonders kenntlich an der größeren Hervorsprossung der Plagioklase (mit auffällig starker Serizit-Durchstäubung) unter weitgehender Verdrängung der ehemaligen Gneistextur und vollständiger Umbildung des Biotits zu Chlorit (kenntlich an der wesentlich geringeren Absorption auf dem Bilde). – Pfeilpaar in Bildmitte bis Pfeilpaar am unteren Bildrand: *äußerer* Reaktionssaum mit schwächeren Umwandlungserscheinungen im St-Gr-Pl-Gneis bei wesentlicher Erhaltung der Gneistextur. Staurolith (St) zeigt eine mehr oder weniger deutliche maschenförmige Verdrängung durch winzige Serizit- (bzw. Chlorit)-Aggregate. Biotit besitzt nur untergeordnet Chloriteinwachsungen. – Unterhalb der Pfeile am unteren Bildrand: Grenze zum unveränderten Gneis. – Detaillierte Beschreibung im Text, S. 55/56. – Nördl. Stbr. an der „Hart“ N von Johannesberg, Dünnsschliff SM 1413 (be)-Schnitt, Vergr. 7×.

IV. Petrogenese

1. Argumente für eine paragenetische Ableitung der Plagioklas-Gneise im mittleren Vor-Spessart

Einer Auffassung der vorliegenden Plagioklas-Gneise mit Granat \pm Staurolith als Sedimentgneise wird im vorhandenen Schrifttum – soweit genetische Gesichtspunkte dargelegt werden – an keiner Stelle widersprochen. Ins einzelne gehende und quantitative Dokumentierungen fehlen indessen völlig. Dabei darf BÜCKINGS Gliederung (Tab. 1) und Einreihung seines „glimmerreichen, schiefrigen Gneises“ in die „Glimmerschieferformation des Spessarts“ als ein erster Ausdruck einer paragenetischen Auffassung gewertet werden. Aber erst KLEMM (1895) weiß die sedimentäre Abkunft der „glimmerreichen Gneise“ im mittleren Vor-Spessart, unter Bezugnahme auf die „Lagerungsverhältnisse“ („Wechselagerung mit ‚Sandsteinen‘ und ‚Kalksilikat‘-Hornfelsen“) und durch die „mikroskopische Beschaffenheit“, andeutungsweise zu begründen.

A. Gefügerelikte

Als Argumente für eine sedimentäre Abkunft des beschriebenen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises, des Granat-Plagioklas-Gneises und der dünnstreifigen Zwischenlagen von Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis können beigebracht werden: Abbildungstexturen eines vielfachen, sedimentär angelegten Lagenwechsels im Grob- und insbesondere im Feingefüge. Strukturelle Merkmale im Kornverband, die eindeutig auf ein sedimentäres Edukt hinweisen könnten, sind im vorliegenden Falle, infolge vollständiger Umkristallisation, spärlich und nur schwierig als solche diagnostizierbar.

Eine feinstreifige Wechselagerung, hervorgerufen durch Unterschiede in Stoffbestand und Mineralzusammensetzung, ist, insbesondere in den Grenzbereichen St-Gr-Pl-Gneis/Gr-Pl-Gneis (Abb. 24), Gr-Pl-Gneis/Gr-Glimmerschiefer/Serizit-Quarzit (Abb. 25) und Gr-Pl-Gneis/Epidot-Hornblende-Pl-Gneis (Abb. 26), erhalten. Besonders schön bringt z. B. das Dünnschliffbild (Abb. 24) einen solchen mehrfachen, feinstreifigen Wechsel in Mineralzusammensetzung und Stoffbestand einer Grenzpartie von Gr-Pl-Gneis (vorherrschend) mit St-Gr-Pl-Gneis zum Ausdruck. Die staurolithführenden Lagen sind dabei stets durch gröbere Ausbildung der Mineralgemengteile gekennzeichnet. Interessant ist ein an Apatit überaus reiches Band, das im Hangenden und Liegenden durch einen staurolithhaltigen Streifen mit augenfällig größer hervorgesproßten Biotiten begrenzt wird. Der Mineralbestand dieser Lage läßt – unter Berücksichtigung der folgenden Ausführungen über das detaillierte Studium der Metamorphose des Gneises – auf eine P_2O_5 -reiche und CaO-reichere Zwischenschaltung innerhalb der Schichtenfolge des ehemaligen Sediments schließen.

Das Dünnschliffbild (Abb. 25) stellt eine Partie mit feinstreifigem Wechsel von Serizit-Quarzit (vorherrschend), Gr-Pl-Gneis- und Gr-Glimmerschiefer-Zusammensetzung dar. Wiederum ist die Lage mit Gr-Pl-Gneis-Zusammensetzung, im Unterschied zu den übrigen, andersgearteten Bändern, relativ feinstrukturiert.

Abb. 26 entspricht einer dünnbänderigen Anordnung von Epidot-Hbl-Pl-Gneis in Wechselagerung mit mafitenarmem Mineralbestand von Gr-Pl-Gneis-Zusammensetzung und ist bei horizontaler Verfolgung (im rechten Bildteil) auf Kosten der dunklen Gemengteile Hornblende und Epidot merklich reicher an Plagioklas.

Die durch obige Beispiele aus der Mineralanordnung belegte stoffliche Vertikalgliederung darf als eine proterogene, sedimentär angelegte Schichtung ange-

sprochen werden¹⁾. Die Erhaltung einer solchen Schichtung als Abbildungstextur (im Sinne von SANDER) ist bei einer wesentlichen Ortsständigkeit der Substanz im Verlaufe der Metamorphose, wie sie für die vorliegenden Gneise zutrifft, auch durchaus zu erwarten. Andererseits können die angeführten Beispiele nicht auf hystero-gen erzeugte Lagenbildungen durch metamorphe Differentiation (ESKOLA) oder tektonisch hervorgerufenen Streifenwechsel im Zuge der metamorphen Einförmung (Deformationsbänderung) bezogen werden.

Strukturelle Merkmale sedimentärer Abkunft sind durch den Vergneisungsvorgang völlig – oder fast völlig – ausgelöscht. Am ehesten lassen sich noch stark gerundete Körner von Zirkon als Bestandteile des ehemaligen Sediment-Detritus ansprechen. KLEMM (1895) erwähnt S. 213/14 seiner Arbeit aus einem „metamorphen Sandstein“ (Lesestein vom Sternberg NE Wenighösbach) als Gemengteil bis zu 5 mm große, gerundete Quarzkörner, die er als erhaltene „klastische Elemente“ ansieht (mikroskopisches Bild Tafel V₆ seiner Arbeit). Der Versuch, weitere blastopsephitische Relikte, die erfahrungsgemäß am ehesten einer Umkristallisation bei der Metamorphose entgehen, aufzufinden, ist jedoch ohne Erfolg geblieben. Solche könnten insbesondere im Bereiche der Gr-Pl-Gneis-Partien vermutet werden, die vorwiegend auf mehr psammitische Edukte zurückgehen, wie unten (S. 63) nachgewiesen werden kann.

B. Chemismus und Mineralbestand

Weitere Argumente für eine sedimentäre Abkunft der vorliegenden Gneise können durch chemische Betrachtungen beigebracht werden. Insbesondere lassen sich aus dem Verhältnis der Stoffkomponenten Anhaltspunkte für eine nähere Charakterisierung der sedimentären Ausgangsprodukte gewinnen, weil sich die Metamorphose dieser Gneise im großen und ganzen isochemisch, ohne ausschlaggebende Stoffänderungen, vollzogen haben dürfte.

Die Beurteilung der chemischen Beziehungen seien mit Hilfe der NIGGLI-Parameter durchgeführt:

Betrachtet man die si-Werte der St-Gr-Pl-Gneise des Untersuchungsgebietes, so ergibt sich ein Schwankungsbereich zwischen 177,5 und 252 (Werte aus 6 chemischen Analysen). Ihre Streuung ist wesentlich größer als die der zugehörigen Hauptstoffkomponenten al, fm, c, alk, übrigens eine allgemeine Erscheinung bei den meisten Metamorphiten. Die Werte der Hauptstoffkomponenten liegen zwischen:

al	40–45	
fm	33–40,5	(Werte aus 6 chemischen Analysen)
c	3–7	
alk	15–18	

Der analysierte Gr-Pl-Gneis unterscheidet sich durch einen wesentlich höheren si-Wert (367), bei einem niedrigeren fm-Wert (26), aber wesentlich höherer alk-Zahl (26). Die Werte al (39,5) und c (8,5) sind annähernd vergleichbar.

¹⁾ Nach neuesten Untersuchungsergebnissen (S. MATTHES und H. KRÄMER, Die Amphibolite und Hornblendegneise im mittleren kristallinen Vor-Spessart und ihre petrogenetische Stellung) [Druck in Vorbereitung] muß auch im Falle des vorliegenden gebänderten Hornblendegneises (Abb. 26) womöglich mit einer hystero-gen erworbenen Streifung gerechnet werden!

Viel besser können die chemischen Beziehungen und Verhältnisse der Stoffgruppen im Diagramm si/al , si/fm , si/c , si/alk , (Abb. 32), im Konzentrationstetraeder $al-fm-c-alk$ (bzw. Konzentrationsdreieck $al-c/fm-alk$, Abb. 33) und im Diagramm $c/al-alk$ (Abb. 34) erfaßt und überblickt werden. In diese Figures seien weiterhin die darstellenden Punkte der Magmentypen der Kalkalkalireihe nach NIGGLI eingetragen, die, unter Berücksichtigung gegebener Streuungsbereiche, die Lage der Felder von Gneisen mit Magmatit-Zusammensetzung kennzeichnen sollen.

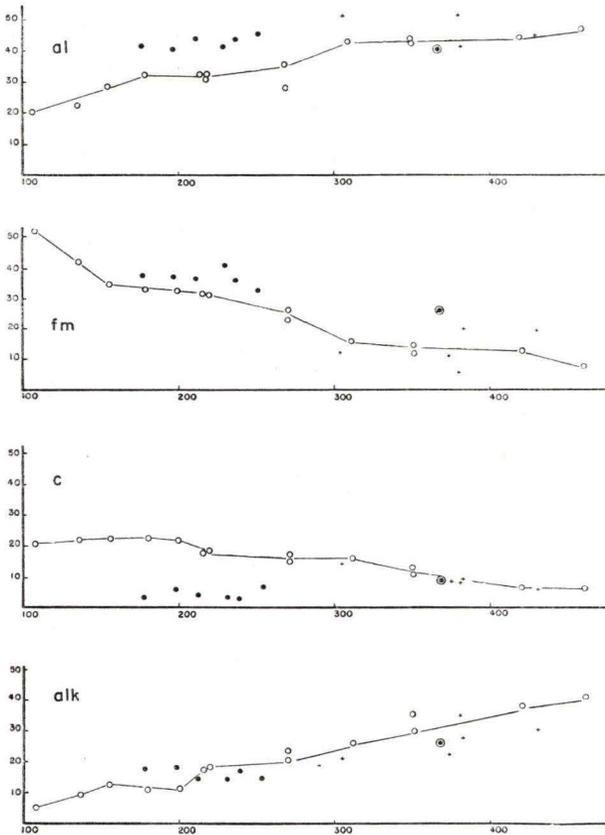


Abb. 32. Verhältnisse der Stoffgruppen si/al , si/fm , si/c , si/alk ermittelt an 6 Proben von St-Gr-Pl-Gneis verschiedener Fundpunkte aus dem mittleren Vor-Spessart (●), einer Probe von Gr-Pl-Gneis aus dem mittleren Vor-Spessart (⊙) und 5 Proben von Ortho- bzw. „Mischgneisen“ aus anderen Teilen des Kristallins dieses Gebietes (+). Kreise (○): darstellende Punkte der Magmentypen nach NIGGLI als Vergleich.

Die vorliegenden St-Gr-Pl-Gneise entsprechen in ihren si -Werten (Abb. 32) etwa Ortho-Gneisen quarzdioritisch- bis fast normalgranitischer Zusammensetzung, unterscheiden sich von diesen aber durch höhere al - und wesentlich niedrigere c -Parameter.

Weniger eindeutig können indessen die fm -Werte als Unterscheidungsmerkmale gegenüber Magmatit-Abkömmlingen verwendet werden, während die alk -Werte dazu sogar völlig ungeeignet erscheinen. Eine solche Beziehung hat sich übrigens bei allen überprüften (europäischen und außereuropäischen) Staurolithgneisen mit entsprechenden si -Werten, soweit eine chemische Analyse verfügbar gewesen ist, ergeben.

Zahlreiche staurolithführende Gneise anderer Gebiete besitzen noch wesentlich niedrigere si -Werte als die vorliegenden aus dem mittleren Vor-Spessart, viele noch höhere al -Parameter. Letztere haben jeweils auch Disthen als zusätzlichen Übergangsteil und sind stofflich noch besser als Para-Gesteine charakterisiert.

Der vorliegende Granat-Plagioklas-Gneis entspricht in seinem si -Parameter einer yosemitit- bzw. trondhjemit-granitischen bis engadinit-granitischen Zusammensetzung, besitzt also deutlich höhere si -Werte als die staurolithführenden Gneisproben des Untersuchungsgebietes. Seine Hauptstoff-Gruppen al und c unterscheiden sich nicht und alk nur sehr unwesentlich von Ortho-Gesteinen obiger Zusammensetzung. Immerhin kann der wesentlich höhere fm -Wert als ein kennzeichnendes Merkmal des Gr-Pl-Gneises angesprochen werden.

Nach Feststellungen an Hand des Diagrammes si/al , si/fm usw. ist der Kieselsäuregehalt der Para-Gneise des mittleren Vor-Spessarts (insbesondere auch der staurolithführenden Proben untereinander) deutlich größeren Schwankungen unterworfen als die übrigen Hauptstoff-Gruppen. In seiner Variabilität mag der si -Wert deshalb nicht in gleicher Weise für chemische Betrachtungen kritisch sein wie die Parameter al , fm , c und alk . Es erscheint deshalb sinnvoll, die Hauptstoffkomponenten al , fm , c , alk im Konzentrationstetraeder $al-fm-c-alk$ (bzw. Konzentrationsdreieck $al-c/fm-alk$), ohne Einbeziehung von si , gegeneinander ins Verhältnis zu setzen (Abb. 33). Die darstellenden Punkte der St-Gr-Pl-Gneis-Proben aus dem mittleren Vor-Spessart kommen dabei in ein eng begrenztes Feld mit den Koordinaten $al = 40-45$, $c + fm = 39-44$, $alk = 15-18$ zu liegen. Dieses Feld distanziert sich nicht sehr stark, jedoch ausreichend, von dem darstellenden Feld von Magmatiten mit granodioritischer bis normalgranitischer Zusammensetzung. Die $al-c/fm-alk$ -Verhältnisse der Ortho-Gesteine seien wiederum durch die eingetragenen Magmentypen der Kalkalkalireihe nach NIGGLI repräsentiert.

Ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal bildet weiterhin das c/fm -Verhältnis bei den vorliegenden St-Gr-Gneisproben, das zwischen 0,08 und 0,20 liegt, während Ortho-Gesteine von granodioritischer bis normalgranitischer Zusammensetzung solche Werte zwischen 0,58 bis 0,74 aufweisen, einem relativ höheren Kalkgehalt entsprechend.

Im linken Feld des Diagramms sind weitere darstellende Punkte von staurolithführenden kristallinen Schiefen anderer Fundpunkte (insbesondere alpiner) eingetragen. Man erkennt, daß sich – ihrem $al-c/fm-alk$ -Verhältnis entsprechend – staurolithführende Gesteine über ein ausgedehntes Feld erstrecken. Die St-Gr-Pl-Gneise des Spessarts zeichnen sich innerhalb dieses Gebietes durch eine wenig stärkere Betonung von alk und ein deutliches Zurücktreten von al aus.

Das nach ihrem $al-c/fm-alk$ -Verhältnis abgegrenzte Feld staurolithführender kristalliner Schiefer (Abb. 33) entspricht im wesentlichen dem darstellenden Feld pelitischer Sedimente (Ton, Schieferon, Tonschiefer). Als eine Besonderheit, ent-

sprechend der etwas exzentrischen Lage des Feldes der St-Gr-Pl-Gneise des Spessarts, möchte man eine relativ stärkere Betonung von alk gegenüber al auch in ihrem pelitischen Ausgangsprodukt annehmen. Sehr genau¹⁾ entspricht z. B. die chemische Analyse eines Tonschiefers von Vermont (USA), NIGGLI-GRUBENMANN, „Gesteinsmetamorphose“, S. 407), – mit dem Mineralinhalt Quarz, Serizit, Chlorit, Erze, Akzessorien, „tonige Substanz“ – der chemischen Zusammensetzung des St-Gr-Pl-Gneises vom Spessart. Da bei den weniger feinen Peliten die Tonerdezahl häufig abnimmt, liegt die Vermutung nahe, es könnte sich um eine relativ weniger feine Beschaffenheit des pelitischen Ausgangsproduktes gehandelt haben.

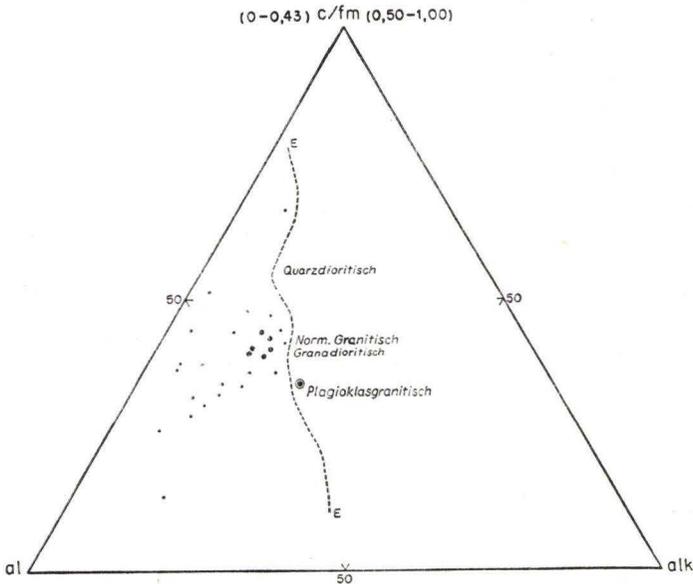


Abb. 33. Konzentrationsdreieck $al-c/fm-alk$. – Links der Linie E---E befindet sich das darstellende Feld der staurolithführenden kristallinen Schiefer. (●) darstellende Analysenpunkte 6 verschiedener Proben von Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis aus dem Spessart, (·) Analysenorte von staurolithführenden kristallinen Schiefen anderer (insbes. alpiner) Gebiete, (⊙) rechts von E---E: darstellender Punkt einer Probe von Granat-Plagioklas-Gneis aus dem Spessart, bereits innerhalb des Magmatitfeldes liegend. Das Magmatitfeld der Alkalikalkreihe mit anderen c/fm -Verhältnissen (zwischen 0,50 und 1,00) sei vergleichsweise in das Feld der Para-Gneise (mit c/fm : 0–0,43) hineinprojiziert.

Der darstellende Punkt des vorliegenden Gr-Pl-Gneises kommt in seinem $al-c/fm-alk$ -Verhältnis bereits in das Magmatit-Feld zu liegen. Ihm entspräche fast genau ein plagioklasgranitischer Stoffbestand, der sich jedoch in seinem c/fm -Verhältnis von 1,00 gegenüber 0,37 bei Gr-Pl-Gneis wesentlich unterscheiden würde. Erfahrungsgemäß läßt eine solche Lage des darstellenden Punktes an dieser Stelle ebenso eine paragenetische Zusammensetzung, etwa die eines grauwackenartigen Ausgangsproduktes, zu.

1) Übrigens auch in den Werten von si, k und mg.

Spessarts auf eine tonerdereiche und durchaus normal $\text{FeO}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ -betonte, jedoch ausgesprochen CaO -arme, pelitische Sedimentserie mit pelitisch-psammitischen Zwischenlagen zurückgeführt werden, unter der Voraussetzung einer im großen und ganzen isochemisch erfolgten Metamorphose. Die pelitisch-psammitischen Zwischenlagen zeichnen sich indessen durch etwas größere Na_2O - und SiO_2 -Gehalte aus, während Tonerde und $\text{FeO}(\text{Fe}_2\text{O}_3)$ etwas weniger betont sind. Der sedimentäre Wechsel entspräche z. B. einem Verbande von Tonschiefern mit relativ tonreichen Grauwacken („Grauwackenschiefern“).

Für die Zwischenlagen der Mineralzusammensetzung Epidot-Hornblende-Plagioklas-Quarz, die in feinstreifiger Wechsellagerung mit Gr-Pl-Gneis vorkommen, könnte nach den texturellen Betrachtungen ebenso eine paragenetische Abkunft angenommen werden. Stofflich würden sie dann einen auffallend CaO -reicheren Bestandteil innerhalb einer ausgesprochen kalkarmen, sedimentären Serie gebildet haben. Die Substanzbestimmung läßt hier erfahrungsgemäß keine eindeutigen Rückschlüsse zu. Da über die Beziehungen dieser feinstreifigen, hornblendereichen Bänderung zu mächtigeren Einschaltungen mit Epidot-Hornblende im kristallinen Vor-Spessart noch nicht im einzelnen bekannt sind, sei ein genetischer Deutungsversuch an dieser Stelle noch offengelassen, zumal eine Untersuchung dieser Frage durch den Verf. in Angriff genommen ist. Neben einer mergeligen oder tuffogenen (bzw. tuffitogenen) Ausgangszusammensetzung könnte ebenso eine Deformationsbänderung verarbeiteten Metabasitmaterials aus benachbarten Amphiboliteinschaltungen vorliegen¹⁾.

2. Die metamorphe Einförmung zu Plagioklas-Gneisen und der Versuch einer rekonstruktiven Erfassung des Vergneisungsvorganges

A. Metamorphe Einförmung des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises (verbreiteter Haupttypus), des Granat-Plagioklas-Gneises und des Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneises.

a) Stand der Erkenntnis nach dem Schrifttum

Kurz umrissene Vorstellungen einer Metamorphose der vorliegenden Para-Gneise gibt zuerst H. BÜCKING (1892), dadurch, daß er auf Analogien zwischen seiner „Glimmerschieferformation“ im kristallinen Spessart und der Glimmerschieferformation des Erzgebirges, speziell seines „glimmerreichen, schieferigen Gneises“ und des Gneisglimmerschiefers des Erzgebirges hinweist. Solche Analogien kommen insbesondere in einer vergleichbaren petrotektonischen Situation der genannten Para-Gneise, als innerste Bestandteile einer kristallinen Schieferhülle mit unmittelbarer Berührung mit den kernfüllenden Ortho-Gneisen, zum Ausdruck. G. KLEMMS (1895) Auffassung des „glimmerreichen Gneises“ als „kontaktmetamorphe Sedimentgesteine“ übersieht vollkommen das eindrucksvoll hervortretende kinetische Moment der Metamorphose dieser Gneise. Bei einer Realität der VON BUBNOFFSchen (1926) Doppeltektonik der Para-Gneise im mittleren Vor-Spessart, „einer älteren primären Tektonik und einer späteren Faltung“, wären diese Gneise in 2 (getrennten) Akten polymetamorph eingeförmigt.

¹⁾ Vgl. Fußnote S. 58.

Unterdessen hat die detaillierte feldtektonische und gefügeanalytische Untersuchung von L. KORN (1933) die Einheitlichkeit des Bewegungsplanes mit symmetriekonstanten Vektoren sicherstellen können. Im Unterschied zu den flächenhaften Paralleltexturen, die große Schwankungen zwischen steilem Einfallen bis zu horizontaler Lagerung aufweisen, besitzen nach L. KORN die linearen Elemente des tektonischen Grobgefüges (Striierung, Schnittgeraden von Scherflächen, Stengelung, Umfältelungsachse, B-Achse) eine weitgehende Konstanz auch über das Verbreitungsgebiet der Para-Gneise im mittleren Vor-Spessart hinaus. Die Gefügeanalyse kennzeichnet nach diesen Feststellungen die vorliegenden Para-Gneise, auf Grund der Regelung der Gemengteile Quarz und Glimmer, als Übergangstypen zwischen bevorzugter einschariger Regelung („S-Tektonite“) und mehr oder weniger straffer Gürtelanordnung des Gefügebildes („B-Tektonite“)¹⁾, wobei ac-Gürtel ganz besonders dominieren ($b \sim B$).

Die Studie von L. KORN beschäftigt sich weiterhin erstmalig mit den wechselvollen Beziehungen zwischen Deformation und Kristallisation eines Teiles des Mineralinhalts (Quarz und Glimmer) bei einzelnen St-Gr-Pl-Gneisvorkommen des vorliegenden Untersuchungsgebietes als einer wichtigen Erscheinung der metamorphen Einformung. Es werden in bezug auf diese Gemengteile prä-, para- und postkristalline Deformationen festgestellt. So sind in „s“ gelängte Quarze erkannt worden, die kaum undulöse Auslöschung aufweisen oder grobgesproßte, unversehrte Biotite (z. T. mit Muscovit parallel verwachsen), die eine ältere Fältelung abgebildet haben oder rekristallisierte Quarze, die deformierten Glimmerbögen nachtasten. Von anderen Stellen wird leicht parakristallin verbogener Glimmer erwähnt. Schließlich hat L. KORN postkristalline Deformationen mit phyllonitischen Erscheinungen erkannt. In Falten und Bögen ausgeschmierte Glimmer und stark undulöse Quarze werden beschrieben.

*b) Beziehungen zwischen Durchbewegung und Kristalloblastese
(Abbildungskristallisation - Deformationskristalloblastese)*

Anhaltspunkte für den Vorgang der Vergneisung der oben abgeleiteten pelitischen und pelitisch-psammitischen Ausgangsprodukte zu St-Gr-Pl-Gneis bzw. Gr-Pl-Gneis lassen sich zunächst einmal aus vergleichenden Gefügebetrachtungen und der Gefügeanalyse gewinnen.

Es ist bezeichnend, indessen durchaus gewöhnlich nach den bisher im Kristallin gemachten Erfahrungen, daß im vorliegenden Falle das pelitische Ausgangsprodukt sich als stärker „blastophil“ erweist und zu einem klein- bis mittelblastischen Para-Gneis umgeformt wird, während das vergesellschaftete pelitisch-psammitische Edukt nur fein- bis kleinblastisch umzukristallisieren vermag. Das feinklastisch-tonige Ausgangsprodukt hat dabei durch Metamorphose seine Kornstruktur wesentlich vergrößert, während das grauwackenartige Derivat ein mehr oder weniger gehemmtes Umkristallisationsvermögen erkennen läßt. Die größere Aktivität des Umkristallisationsvorganges bei der metamorphen Einformung des pelitischen Derivats erscheint wesentlich begründet in: 1. der größeren Korn- und Berührungsoberfläche der klastischen Mineralbestandteile und dem daraus resultierenden, viel stärker verzweigten Intergranularnetz, 2. der relativ größeren Beteiligung schieferholder, klastischer Mineralbestandteile und der damit verbundenen Fähigkeit einer weitgehenderen tektonischen Zergliederung des klastischen Ausgangsproduktes und erleichterten

¹⁾ „R-Tektonite“ im Sinne B. SANDERS.

Differentialbewegung in diesem, 3. höherem H₂O-Gehalt und durch Anwesenheit von B, denen eine nachweisbare Rolle zukommt.

Es kommt hinzu, daß im Verlaufe der metamorphen Einformung die tonige Ausgangszusammensetzung naturgemäß sehr viel mehr Glimmer hervorzuspinnen vermag als eine grauackentartige. Diese Glimmerzüge nehmen dann die differentielle Streißbewegung auf und fungieren im weiteren Verlauf der Metamorphose erwiesenermaßen als ausgezeichnete reaktionsfördernde Transportwege. So sind Porphyroblasten von Staurolith und Plagioklas, oft auch von Granat, im vorliegenden Gneis fast stets an Glimmerzüge mit ausgeprägtem Größenwachstum geknüpft oder ihm benachbart. In der Umgebung kleingebliebener Glimmersträhnen erscheinen auch die übrigen Mineralgemengteile größenmäßig nur unentwickelt.

Der relativ ausgeglichene, homöoblastische Kornverband des Gr-Pl-Gneises bildet ein anscheinend wenig wechselvolles metamorphes Geschehen ab. Hysterogene, metamorphe Gefügerelikte oder Beziehungen zwischen Korndeformationen und Rekristallisationen sind durch vergleichende Gefügebetrachtungen kaum erfaßbar. Das metamorphe Geschehen erscheint im großen und ganzen geringfügig¹⁾. In diesem Sinne spricht auch das nicht seltene Auftreten augenfälliger, streifiger Texturelemente (Abb. 24) nach Art einer Abbildungskristallisation (SANDER), die oben als proterogene Gefügeelemente angesprochen und auf eine sedimentär angelegte, stoffliche Vertikalgliederung (Schichtung) bezogen worden sind. An solchen Stellen wird besonders deutlich, daß eine vorgegebene Stoffverteilung (und vielleicht auch Keimorientierung) vielfach die metamorphe Textur dieses Gneises bestimmt.

Relativ leichter lassen sich einige Beziehungen zum metamorphen Geschehen bei Betrachtung des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises mit seinen stark heteroblastischen Struktur- und mannigfaltigen schiefrigen und turbulenten Texturelementen erkennen. Offensichtlich sind aber auch hier proterogene, lagige Diskontinuitäten des Sediments nicht ganz ausgelöscht, wenn man annimmt, daß dieselben jetzt in stärker verformtem Zustand, dem Beanspruchungsplan des Gneises angepaßt, vorliegen. Viel augenfälliger treten indessen überall Anzeichen von Deformationskristalloblastese (SANDER) hervor. Bereits L. KORN (1933) hat sich in ihrer gefügeanalytischen Untersuchung mit den wechselvollen Beziehungen zwischen Deformation und Rekristallisation bei Quarz und Glimmer in dem vorliegenden St-Gr-Pl-Gneis beschäftigt. Es werden in bezug auf diese Gemengteile prä-, para- und postkristalline Deformationen festgestellt. So sind in „s“ gelangte Quarze erkannt worden, die kaum undulöse Auslöschung aufweisen und grobgesproßte, unversehrte Biotite (z. T. mit Muscovit parallel verwachsen), die eine ältere Fältelung abgebildet haben oder rekristallisierte Quarze, die deformierten Glimmerbögen nachtasten. Von anderen Stellen erwähnt L. KORN leicht parakristallin verbogene Glimmer. Im allgemeinen überdauert eine postkristalline Deformation die Bildung von Glimmer und Quarz wie auch das Wachstum der übrigen Gemengteile.

Vergleichbare Beziehungen zwischen Kristallisation und Deformation lassen sich auch bei anderen Gemengteilen ermitteln. So können mitunter bei Plagioklasporphyro-

¹⁾ Auch megaskopisch sehen einzelne Vorkommen dieses Para-Gneises einem feinkörnigen, quarzitären Sandstein zum Verwechseln ähnlich (Vorkommen NW Wenighörsbach).

blasten S-förmig gedrehte, helizitische Einschlußreihen von Glimmer, Plagioklas und Quarz beobachtet werden, die für ein parakinematisches Wachstum des betreffenden Plagioklasporphyroblasten sprechen (Rotationsgleitungen). Seltener erscheinen größere Plagioklase diskusartig zerlegt, ausgewalzt, undulös und schwach blastomylonitisch. Zahlreiche Porphyroblasten von Granat mit Einschlußwirbeln (Abb. 12) deuten ebenso auf ein Wachstum mit parakristallinen, rotierenden Bewegungen und b-achsialen Beanspruchungen mit Gleitung in „s“ in Richtung a hin. Man hat an anderen Stellen versucht, die Differentialbeträge der Bewegungen, die sich aus den Rotationswinkeln ergeben, in bezug auf Richtung, Sinn und Größe zu errechnen und für die großräumigen Dislokationsvorgänge auszuwerten (SCHMIDT 1932), was aber wohl nicht statthaft ist, worauf BEDERKE (1948) mit Recht hingewiesen hat.

Von Biotit eingerollte Granatsprossungen lassen darauf schließen, daß sich Granat bisweilen bevorzugt an solchen turbulenten Stellen gebildet hat.

Andere Granatkörner enthalten vollentwickeltes Grundgewebe mit Plagioklas, Quarz, Biotit und Muscovit unverlegt ($s_1 = s_e$) eingeschlossen (Abb. 11). Staurolith erweist sich hingegen in seinen größeren Individuen immer wieder als postkristallin in bezug auf einen markanten (fältelnden) Bewegungsakt (Abb. 9); vergleichende Beobachtungen in einem Dünnschliff machen es für diesen Kleinbereich wahrscheinlich, daß derselbe Bewegungsakt die oben genannten, gedrehten Granatporphyroblasten parakristallin verformt hat. Zahlreiche Einschlüsse von Granat in Staurolith belegen ebenso die im wesentlichen sukzessive Sprossung des Stauroliths gegenüber Granat. Abweichungen von dieser Feststellung sind bei kleineren Körnern bisweilen zu beobachten (auch als winzige Einschlüsse in parakristallin gesproßtem Granat). Während Staurolith stets deutlich von tektonischen Bewegungen postkristallin überfahren ist (in zwei Fällen sind Rupturen festgestellt), scheint das bei zahlreichen grobentwickelten Turmalinsprossungen nicht mehr in diesem Maße der Fall zu sein. Außerdem schließt er bisweilen Staurolith ein.

Sukzessive Kristallisationsbeziehungen zwischen eingeschlossener und umschließender Mineralphase lassen sich bei Metamorphiten nur auf der Grundlage immer wiederkehrender, gleichartiger Befunde annehmen, vorausgesetzt, daß das umschlossene Mineral kein Reaktionsprodukt mit dem Wirtkristall oder Entmischungsprodukt darstellt. Auch ist zu prüfen, ob solche „Einschlüsse“ wirklich allseitig umschlossen sind und nicht etwa von außen in den Wirtkristall hineinragen, also eine Zufälligkeit der zweidimensionalen Schnittlage des Dünnschliffes darstellen.

Die klassische Metamorphosenlehre hat ausgesagt, daß sich jeder einzelne Gemengteil als Einschluß in jedem anderen der beteiligten Mineralgemengteile innerhalb eines metamorphen Gesteins vorfinden könne, mithin eine eindeutige Kristallisationsfolge innerhalb des Mineralbestandes bei Metamorphiten im allgemeinen nicht vorhanden sei (BECKE, GRUBENMANN). Diese Feststellung trifft im vorliegenden Falle jedoch nicht ganz zu. Die Vergneisung hat offensichtlich mit einer Kristalloblastese von Quarz, Muscovit, Biotit und Plagioklas, sowie den Nebengemengteilen Ilmenit, Apatit (I) und Turmalin (I) begonnen. Die ersten Sprossungen von Granat sind etwas später, die von Staurolith noch etwas später anzusetzen, was einer steigenden Wärmezufuhr entsprechen dürfte. Dabei überdauert das Staurolith-

wachstum die Granatbildung eindeutig, das Wachstum von Turmalin (II) die Staurolithbildung. An einzelnen Stellen ist eine porphyroblastische Sprossung von Plagioklas (beginnende Plagioklas-Metablastesis) zeitlich bis in das Stadium der Staurolithsprossung (lokal vielleicht sogar darüber hinaus) verfolgbar. Die Kristallisation und Umkristallisation von Quarz begleitet bis zum Schluß den metamorphen Einförmungsvorgang und überdauert die Staurolithentstehung.

Im Verlaufe der Vergneisung nimmt offensichtlich das Wachstumsvermögen – und vermutlich auch die Wachstumsgeschwindigkeit – der meisten sich bildenden Mineralphasen merklich zu, insbesondere bei Staurolith, Plagioklas, Granat, Turmalin, Apatit, strichweise auch bei Biotit und Muscovit (häufigere Umschließung von Grundgewebeanteilen durch Granatporphyroblasten, zunehmende Porphyroblastenbildung, abnehmende Tendenz der Idioblastese, zunehmende Häufigkeit von Verzwilligung bei Staurolith¹⁾).

Eine Aufgliederung des Deformationsgeschehens in einzelne auf den metamorphen Kristallisationsprozeß beziehbare Phasen ist nicht möglich. Ausklingende tektonische Erscheinungen mit gleitender Komponente überdauern jedenfalls den Kristallisationsmechanismus des vorliegenden Gneises. Der Höhepunkt der Verformung betraf anscheinend zum Teil noch die Granatsprossung; das günstigste Wachstum des Stauroliths scheint unmittelbar darauf zu folgen. Wir erkennen daraus folgendes: Erwärmung und Durchbewegung, demselben tektonischen Großgeschehen entsprungen, gehen zeitlich nicht konform. Die Deformation greift im allgemeinen mehr episodisch an; durch sie mobilisierte Wärmequellen kommen erst allmählich, zu einem etwas späteren Zeitintervall, zur vollen Wirkung.

Die Einheitlichkeit des Bewegungsplanes bei der vorliegenden Vergneisung im mittleren Vor-Spessart hat bereits L. KORN (1933) auf statistischer Grundlage mit gefügeanalytischen Methoden sicherstellen können (vgl. S. 64).

c) Beziehungen zwischen Mineralbestand und Chemismus, Kristallisation und Stoffmobilisation

In mineralogischer Hinsicht ist das Auftreten insbesondere von Staurolith und Muscovit als sog. „Tonerdeüberschußminerale“, ebenso die Anwesenheit eines relativ hohen Glimmergehaltes bei gleichzeitigem Fehlen von Kalifeldspat in den Para-Gneisen des mittleren Vor-Spessarts von ganz besonderem Interesse. Auch die Bildungsweise von Granat und vereinzelte Umsprossungen von Turmalin und Apatit als Turmalin (II) und Apatit (II) sei unten diskutiert.

Ein wichtiges stoffliches Kennzeichen des St-Gr-Pl-Gneises, des verbreitetsten Para-Gneises im mittleren Vor-Spessart, ist nach den vorangegangenen Ausführungen ein betonter Al_2O_3 -Gehalt. Unter den vorliegenden metamorphen Bedingungen haben sich sog. Tonerdeüberschußminerale bilden können, wie Staurolith mit $Al_2O_3 >$

¹⁾ Nach O. MÜGGE entstehen Zwillinge besonders bei rascher oder gestörter Kristallisation (cit. nach NIGGLI-GRUBENMANN). Die Gesteinsmetamorphose I, 3. Aufl., Verlag Gebr. Borntraeger, Berlin (1924).

50 Gew. % und Muscovit mit $\text{Al}_2\text{O}_3 > 30$ Gew. %. Diese Tonerdeüberschußminerale, deren Tonerdegehalt wesentlich höher liegt als derjenige des pauschalen Chemismus des Gneises mit Al_2O_3 -Werten um 20,78 und 21,59 Gew. % (al 41 bzw. 44) (chemische Analyse S. 24) beteiligen sich im Durchschnitt mit 16,9 Vol. % an der Gneiszusammensetzung (Mittel aus 18 vorliegenden Vermessungen). Für die Verhältnisse im Kleinbereich $(2-3) \times (2-4)$ cm sind Schwankungen zwischen 0,2–39,2 Vol. % bestimmt worden. Vermessung Nr. 11 (Tab. 3) mit 0,2 Vol. % bezieht sich auf eine vollkommen muscovitfreie Partie, die nur sehr wenig Staurolith enthält (staurolithführender Gr-Pl-Gneis). Dabei herrscht im allgemeinen Muscovit über Staurolith volumetrisch mehr oder weniger stark vor, ausgenommen sind einzelne Partien, wo Staurolith bisweilen überwiegen kann (Tab. 3).

Die dem St-Gr-Pl-Gneis zwischengeschalteten Lagen von Gr-Pl-Gneis (chemische Analyse S. 51) mit 13,14 Gew. % Al_2O_3 (al 39,5) führen niemals volumetrisch erfaßbare Mengen von Staurolith oder sind völlig frei davon. Nach drei Volumetrierungen weisen sie Muscovit-Gehalte von nur 0,4–2,6 (Mittelwert 1,4) auf.

Bei den merklich tonerdeärmeren Epidot-Hbl-Pl-Gneis-Zwischenlagen fehlt auch Muscovit völlig. Streifenweise gibt sich ein stärkerer Tonerdegehalt durch Anwesenheit von Granat und Epidot noch zu erkennen. In den Hbl-reicheren Partien wird Granat durch Hornblende ersetzt und Epidot tritt weitgehend bis gänzlich zurück.

Um zu entscheiden, ob der Tonerdereichtum eines Gneises allein durch großen Glimmergehalt erklärt werden kann oder ob zusätzlich Tonerdeüberschußminerale auftreten können, hat STRECKEISEN (1928) den Wert T' gebildet [$T' = \text{al} - (\text{c} + \text{alk} + 2\text{k} \cdot \text{alk})$]. Unter der Voraussetzung, daß Kalifeldspat unbeteiligt ist und der gesamte Kaligehalt im Muscovit angelegt ist, wird Tonerde für die Plagioklasbildung $(1-k) \cdot \text{alk}$, Glimmerbildung $3\text{k} \cdot \text{alk}$, zusammen $(\text{alk} + 2\text{k} \cdot \text{alk})$ verbraucht. Denkt man sich c mit al im Verhältnis 1:1 abgesättigt, so gibt die Differenz $T' = \text{al} - (\text{c} + \text{alk} + 2\text{k} \cdot \text{alk})$ an, ob freie Tonerde vorhanden ist, um Andalusit, Sillimanit, Disthen, Cordierit oder Staurolith zu bilden oder nicht (T' entweder positiv oder negativ). Ist der Wert 0, so läßt sich der Tonerdegehalt restlos auf Plagioklas und Glimmer im Gestein verrechnen. Bei negativem Wert müßte Kalifeldspat hinzutreten.

Der T' -Wert eignet sich im vorliegenden Falle recht gut, um die stoffliche Voraussetzung in bezug auf den Tonerdegehalt für eine Staurolithführung zu kontrollieren. Da der T' -Wert auf Muscovit-Glimmer genormt ist, hier jedoch auch Biotit (oder sogar überwiegend Biotit) mit wesentlich geringerem Al_2O_3 -Gehalt daneben vorkommt, kann bereits schon bei schwach negativen T' -Werten mit einer Beteiligung von Staurolith gerechnet werden. Nach dem Diagramm (Abb. 35), wo der T' -Wert durch das Verhältnis $\text{al}/(\text{c} + \text{alk} + 2\text{k} \cdot \text{alk})$ repräsentiert wird, kommen von den 6 aus dem mittleren Vor-Spessart vorliegenden chemischen Analysen von St-Gr-Pl-Gneis die darstellenden Punkte von 5 ins positive Feld zu liegen (davon 3 schwach, 2 stärker positiv). Die chemische Analyse eines „glimmerreichen St-Gneises“ aus Stbr. NW von Glattbach (mitgeteilt von THÜRACH [1893], anal. SCHWAGER) ergibt einen negativen Wert von -4 . Der darstellende Punkt von T' dieser einzigen chemischen Analyse eines staurolithfreien Gr-Pl-Gneises, von der „Hart“ N Johannesberg, ist noch stärker negativ ($-7,8$). In das Diagramm sind weiterhin T' -Werte aus anderen verfügbaren chemischen Analysen von Staurolithgneisen und kristallinen Schiefen mit Staurolith außerhalb des Spessarts eingetragen worden, die belegen, daß der Tonerdeüberschuß

nach Lage der Punkte noch wesentlich höher sein kann in solchen Gesteinen als in denen des Untersuchungsgebietes. Diese vorwiegend alpinen Vorkommen führen bei höherem Tonerdeüberschuß bezeichnenderweise daneben auch Disthen.

Aus der T'-Beziehung läßt sich schließen, daß für das Auftreten von Staurolith in einem Para-Gneis ein bestimmter Tonerdegehalt im Ausgangsprodukt vorauszusetzen ist. Eine weitere zusätzliche Voraussetzung – im Unterschied zur Muscovitbildung – muß für die Staurolithentstehung in einem relativ höheren Gehalt an FeO erfüllt sein, eine Besonderheit, die ebenfalls zurückgeht auf das Ausgangsprodukt. Der vorliegende

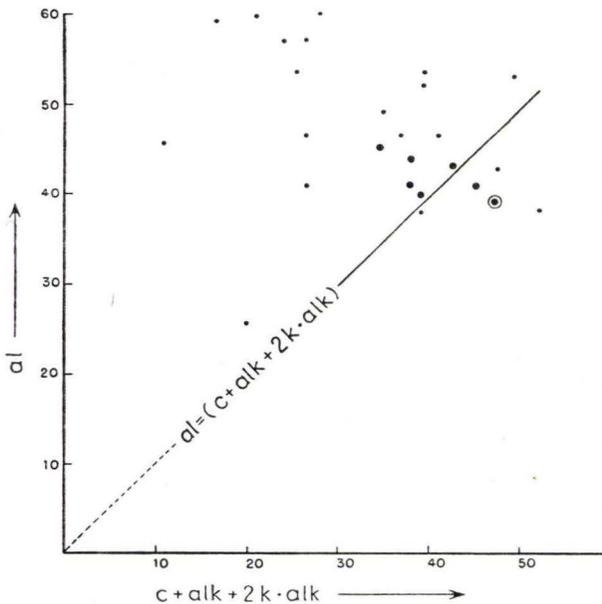


Abb. 35. T'-Werte, repräsentiert durch die jeweiligen $al/(c + alk + 2k \cdot alk)$ -Verhältnisse bei: (●) Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneisen aus dem mittleren Vor-Spessart, (⊙) völlig staurolithfreiem Granat-Plagioklas-Gneis aus dem mittleren Vor-Spessart, (○) staurolithführenden Gneisen (bzw. kristallinen Schiefern) aus anderen (insbes. alpinen) Gebieten.

St-Gr-Pl-Gneis besitzt FeO-Werte¹⁾ von 6,67 Mol.%, hingegen weist der einzige bisher analysierte staurolithfreie Gr-Pl-Gneis nur 3,06 Mol.% FeO auf. Eine quantitative Beziehung läßt sich hier nicht ermitteln, weil FeO auch in oxydischer Form – ohne jegliche Beziehung zu silikatischen Sprossungen – gebunden ist. (Ilmenit als häufiger Einschluß im Staurolith ist mit dem umschließenden Wirtmineral kongressibel!)

Die Übernahme der stofflichen (Vertikal)-Gliederung des sedimentären Ausgangsproduktes (wenn auch in verformtem Zustande) in die Gneistextur führt zu Bezirken mit relativ höheren Tonerdegehalten als sie die pauschale Gesteinsanalyse an-

¹⁾ + Fe₂O₃ (als 2 FeO verrechnet).

gibt. Man wird diese Al_2O_3 -reicheren Bezirke auf Häufungen von Mineralien etwa der Kaolinit-Gruppe oder Serizit-Detritus nach der textuellen Anordnung im Ausgangssediment zurückführen können. Aus solchen proterogen begründeten Al_2O_3 -reicheren Partien könnte Muscovit im Zuge der Vergneisung ohne wesentliche Stoffverschiebungen hervorsprossen.

Bei dem beträchtlich höheren Al_2O_3 -Index des Stauroliths wären für dessen Keimbildung und Wachstum entweder zusätzliche Gehalte an Al-Hydroxyden der Hydrargyllit-Gruppe als primäre Beimengungen im pelitischen Ausgangsprodukt – wie sie wohl bisweilen in gewissen Tönen festgestellt worden sind – oder gewisse Stoffverschiebungen im Zuge fortschreitender Metamorphose zugunsten der Tonerde erforderlich. Nach dem vorliegenden Befund erscheint es sehr wahrscheinlich, daß durch verhältnismäßig leicht mobilisierbares SiO_2 und Wegführung desselben bei der ansteigenden Metamorphose Al_2O_3 stellenweise in genügendem Maße relativ angereichert werden kann. Lagenförmige Quarzanreicherungen und Verdickungen solcher Bänder in den Falten- und Fältelungsscheiteln deuten den Vorgang einer Auspressung von SiO_2 nach der besten Wegsamkeit im Zuge einer verfaltenden Verformung an. Die Hauptgemengteile (Plagioklas, Quarz, Biotit, Muscovit) sind im wesentlichen bis zu diesem Zeitpunkt hervorgesproßt, mitunter diese Verformung etwas überdauernd, wie auch z. B. der Granat. Im allgemeinen setzte die Kristalloblastese von Staurolith – wie oben im einzelnen belegt werden konnte – erst nach dieser stark turbulenten Verformung ein. Ohne das Vorhandensein von Al_2O_3 -Mobilisaten, sei es z. B. in Form einer Porenlösung, ließe sich die nun auflebende blastophile Tendenz einer Staurolithsprossung nicht erklären. Es könnte dabei der Gedanke aufkommen, daß während des bezeichneten Durchbewegungsaktes entstandenes Al_2O_3 -Mobilisat beim Nachlassen der Streßwirkung in die kräftig einsetzende Staurolithsprossung eingegangen sei. Weiterhin wäre zur Diskussion zu stellen, inwieweit im vorliegenden Falle die stark vom pH -Wert der wässrigen Lösung abhängige Löslichkeitsbeziehung zwischen Al_2O_3 und SiO_2 – wenigstens unterhalb des kritischen Punktes von H_2O – eine Rolle spielt.

Oben sind die langgestreckten Staurolithindividuen beschrieben worden, die fingerförmig den Biotitzügen nachtasten (Abb. 5) und das Mineral verdrängen. Bisweilen werden auch die gleichlaufenden Muscovitsträhnen – aber nur soweit dieselben mit Biotit verflochten sind – offensichtlich in den Verdrängungsvorgang mit einbezogen. Eine solche Umwandlung von Glimmer in Staurolith setzt eine relative Anreicherung von Al_2O_3 in dem Reaktionsbezirk voraus, die aber auch – wie oben bereits hervorgehoben – durch merkliche Wegführungen von SiO_2 erreicht oder wenigstens sehr begünstigt werden kann. Die Rolle des bei der Überführung von Biotit in Staurolith freiwerdenden K_2O ist auf Grund der vorliegenden Beobachtungstatsachen nicht ganz sicher abzusehen. Es erscheint jedoch möglich, daß während des Wachstums von Staurolith an benachbarten Stellen Glimmer neugebildet worden ist.

Von wachsendem Staurolith umschlossene Plagioklaskörner werden – im Unterschied zu Granat – häufig einverleibt und aufgezehrt unter Hinterlassung von „Tropfenquarzen“. Solche siebförmige Quarzeinschlüsse in Staurolithporphyroblasten sind weit verbreitet und haben sich im wesentlichen gleichzeitig mit dem wachsenden Wirtkristall gebildet.

Nicht völlig aufgezehrte Plagioklaseinschlüsse oder Korngrenzen zwischen Staurolith und Plagioklas weisen stets einen Reaktionssaum von Quarz auf (Abb. 6). Diese Erscheinung spricht gleichzeitig für eine beachtliche Mobilisierung von SiO_2 -Substanz im Stadium der Staurolithsprössung. Wo indessen das CaO , das nicht in den wachsenden Staurolithkristall übernommen werden kann, verblieben ist, entzieht sich jedem beobachtenden Studium.

Die wachstumsbegünstigten Keimstellen des Stauroliths befinden sich stets inmitten biotitreicher Bezirke, weil FeO , das für die Staurolithentwicklung nötig ist, sich offensichtlich während der vorliegenden Metamorphose des Gneises recht unbeweglich verhält.

Weiterhin erscheint die völlige Abwesenheit von Kalifeldspat in den vorliegenden Para-Gneisen, bei St-Gr-Pl- und Gr-Pl-Gneis, von besonderer Bedeutung zu sein. Der Kaligehalt zwischen 5,48 (maximal im St-Gr-Pl-Gneis) und 1,83 Gew. % (im Gr-Pl-Gneis) ist (praktisch) ausschließlich an die Glimmer gebunden. Der Glimmergehalt mit 17,7 bis 43,8 Vol. % bei St-Gr-Pl-Gneis kann für einen Gneis als relativ hoch angesprochen werden, während der Gr-Pl-Gneis mit 12,0 bis 18,9 Vol. % wesentlich weniger Glimmer (und zwar fast nur noch Biotit) führt. Den höheren Glimmergehalten im St-Gr-Pl-Gneis entsprechen höhere Gehalte an Al_2O_3 (18,40–20,78 Gew. % nach den vorliegenden chemischen Analysen) gegenüber 13,14 Gew. % im Gr-Pl-Gneis, höhere Gehalte an FeO (+ Fe_2O_3 in FeO umgerechnet) zwischen 5,88–7,98 Gew. % gegenüber 3,44 Gew. %, höhere Gehalte an MgO zwischen 1,64–3,21 gegenüber 1,44 Gew. % und höhere K_2O -Gehalte von 2,56–5,48 gegenüber 1,83 Gew. %. Die höheren Kaligehalte sind demnach zugleich mit relativ hohen al- und fm-Werten verbunden (St-Gr-Pl-Gneis), während geringere Kaligehalte mit weniger hohen al- und fm-Werten gekoppelt sind (Gr-Pl-Gneis). Unter den vorliegenden PT-Bedingungen wird offensichtlich bei den gegebenen höheren al-Werten das Kali zur Muscovitbildung und zur Absättigung von fm für die Biotitbildung aufgebraucht. Beispiele von Para-Gneisen aus dem Schwarzwald (z. B. bei MEHNERT [1953], EIGENFELD [1952]) lassen indessen erkennen, daß auch bei ungünstigeren Verhältnissen von k/al und k/fm als sie der vorliegende Gr-Pl-Gneis besitzt, dennoch Kalifeldspat metamorph gebildet werden kann. Diese Tatsache scheint dafür zu sprechen, daß die hier angestellten stofflich-mineralgenetischen Betrachtungen nicht auf die anderen PT-Bedingungen der „Tiefenmetamorphose“ im Schwarzwald übertragbar sind. Es darf angenommen werden, daß, unbeschadet der angestellten chemischen Betrachtungen, die PT-Bedingungen für eine Kristalloblastese von Kalifeldspat im Zuge der metamorphen Eiformung im mittleren Vor-Spessart bei den vorliegenden Paragneisen überhaupt nicht erfüllt gewesen sind.

Die chemische Anpassungsfähigkeit des Almandin-Granats infolge seiner Mischkristalleigenschaft verleiht ihm auch in den Para-Gneisen des Spessarts ein größeres Existenzfeld. Er kommt lediglich in den hornblendereicherer Partien des Hbl-Pl-Gneises nicht vor.

Der Granat hat sich häufig als Reaktionssaum zwischen Plagioklas und Biotit gebildet, mitunter in atollförmig begrenzten Perimorphosen (Abb. 10).

Die Auskristallisation von Quarz setzte sich offensichtlich bis in die ausklingende Phase der Metamorphose fort. Bezeichnend ist die starke Mobilisierung und merkliche

Wanderung von SiO_2 , die in der Anordnung der Quarz-Kristalloblasten in Bändern und Lagen, oft mit glimmerreicheren Lagen verfälscht (Abb. 29), zum Ausdruck kommt. Dabei haben sich Quarzexsudate in den Faltenscheiteln verdickt, und in den Faltenschenkeln sind sie ausgedünnt worden (Abb. 28). Wir erkennen einen Stofftransport von SiO_2 nach „s“ und // B. Der Stofftransport zum Scheitel der Biegefalten ist bezeichnend. Solche SiO_2 -Mobilisate sind über den eigentlichen Verengungsvorgang hinaus wanderungsfähig und aktiv geblieben.

Neue quantitativ-experimentelle Untersuchungen von MOREY und HESSELGESSER (1951) bestätigen, wie frühere Experimente, eine relativ große Löslichkeit von Quarz in überhitztem H_2O -Dampf. Unter PT-Bedingungen bis zu 600°C und ca 2000 atü wächst oberhalb des kritischen Temperaturpunktes von H_2O mit zunehmendem Druck in zunehmendem Maße die Löslichkeit von Quarz. Gegenüber gleichzeitig durchgeführten Löslichkeitsuntersuchungen am Albit und Kalifeldspat wies Quarz bei 500°C und 2000 atü immer noch ungefähr doppelt so hohe Löslichkeitszahlen auf, bezogen auf die gleiche Ausgangssubstanzmenge.

Im Vergleich mit Quarz ist die Mobilisation von Plagioklas relativ gering. So führten solche Mobilisate offensichtlich zu Ausscheidungen von Plagioklas in den Randsäumen der beschriebenen, grobstrukturierten Einschaltungen. Angrenzend an diese Partien ist Plagioklas auch mitunter inmitten grobblättriger Biotite nach Art einer Metablastesis [im Sinne von SCHEUMANN (1937)] hervorgesproßt (Abb. 27, 30, 31).

Die besondere Beweglichkeit flüchtiger Komponenten B, F, (OH) hat zu einer gelegentlichen Anreicherung oder einzelnen größeren Sprossungen von Turmalin und (seltener auch) von Apatit in einer zweiten Generation geführt. Diese Anreicherung von Turmalin bzw. Apatit in einer jüngeren Generation befindet sich stets in unmittelbarer Nachbarschaft grobentwickelter Quarz- bzw. Quarz-Plagioklas-Einschaltungen oder auch innerhalb von tektonisch besonders stark aufbereiteter, turbulenter Partien im St-Gr-Pl-Gneis.

Es darf als eine wichtige Feststellung angesehen werden, daß innerhalb gröber entwickelter Partien von St-Gr-Pl-Gneis meist auch jede der einzelnen beigemengten Mineralkomponenten ein relativ begünstigtes Wachstum aufweist. So finden sich bezeichnenderweise jeweils die größten Staurolith-Holoblasten nur inmitten grobblättriger Glimmerstrahlen und in Vergesellschaftung mit relativ grobgesproßten Plagioklas- und auch Granat-Holoblasten. Im Unterschied dazu sind z. B. in dem vorliegenden Gr-Pl-Gneis die Gemengteile ausnahmslos nur relativ klein geblieben.

Das mehr oder weniger blastophile Verhalten der Gemengteile in den einzelnen Partien dieser Gneise wird auf die Wirksamkeit flüchtiger Komponenten (H_2O , B, F) zurückgeführt. Es mag sein, daß ihre Bedeutung für die Gesteinsmetamorphose bisher viel zu wenig hervorgehoben worden ist. Auch für die (OH)-freien bzw. B- und F-freien Mineralkomponenten scheinen diese flüchtigen Stoffe als „Wirkstoffe“ in bezug auf ein günstiges Wachstum von Bedeutung zu sein (z. B. für Granat).

Es dürfte kein Zufall sein, daß der in seinem Mineralbestand stets gröber ausgebildete St-Gr-Pl-Gneis im pauschalen Chemismus etwa die doppelte Menge an (im Mineralbestand fixierten) H_2O^+ aufweist als die ihm zwischengelagerten Gr-Pl-Gneis-Partien. Ebenso konnte im St-Gr-Pl-Gneis ein kleiner B-Gehalt ($< 0,1$ Gew.%) nachgewiesen werden, der im Gr-Pl-Gneis nicht bestimmt werden konnte. Weiterhin mag hinzukommen, daß die differentielle Wegsamkeit der mobilisierten flüchtigen Kom-

ponenten in dem tektonisch stärker aufbereiteten und turbulent verformten, glimmerreicheren Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis eine wesentlich bessere als in den wenig schieferholden Granat-Plagioklas-Gneis-Zwischenlagen gewesen ist.

Auch das blastophile Verhalten der Gneisanteile im unmittelbaren Angrenzenden der grobstrukturierten Quarz-(Plagioklas)-Einschaltungen spricht – nach der S. 77/78 gegebenen Genese dieser Einlagerungen – sehr für eine günstige Einwirkung der beweglichen Stoffkomponenten auf die Kristalloblastese der weniger mobilen, ortständigen Mineralsprossungen.

Ein lokal auffällig begünstigtes (oder an anderen Stellen nur wenig begünstigtes) Wachstum des Mineralinhalts der vorliegenden Gneise betrifft (relativ) sämtliche beteiligten Mineralkomponenten. Auch diese Erscheinung dürfte auf die direkte oder indirekte Einwirkung flüchtiger Mobilisate, die anhaltend (oder wiederholt) gewisse prädestinierte Bezirke bevorzugten, andere Teilräume hingegen mieden, in eine Beziehung zu bringen sein.

d) Zonale Einordnung der Metamorphose und Mineralfazies

Im Mineralbestand der vorliegenden Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneise sind die „Indexminerale“ der BARROWSchen Zonengliederung tonerdereicher Para-Gneise enthalten, und es seien vergleichende Betrachtungen in diesem Zusammenhang abgeschlossen. BARROW (1893) erkannte in der Reihenfolge Chlorit → Biotit → Granat → Staurolith → Disthen → Sillimanit „Indexminerale“ für eine progressive Metamorphose (Anwachsen von T und P). Seine Erkenntnis hat sich in vielen Vorkommen seither immer wieder bestätigt gefunden. In besonders günstigen Fällen, mit abschätzbaren Mächtigkeiten der vergneisten Sedimente, versuchte man bisweilen auf die Bildungstiefe der durch „Indexminerale“ bezeichneten Zonen zu schließen und Temperatur- bzw. Druckbedingungen der Metamorphose abzuschätzen (HARKER, R. C. HEIM u. a.).

BEDERKE (1935) hat im westlichen Altvatergebirge zeigen können, daß ebenso die Reihenfolge Muscovit → Biotit → (Granat) → Staurolith → Andalusit einer solchen progressiven Metamorphose (vorschreitende Erwärmung im Zuge einer Regionalmetamorphose) entspricht.

Im mittleren Vor-Spessart ist – vergleichbar mit der BARROWSchen Zonengliederung – der Verlauf einer ansteigenden Metamorphose durch die Beziehung: Muscovit, Biotit → Granat → Staurolith¹⁾ sichergestellt. Nur an lokal prädestinierten Stellen wurde die Metamorphose im mittleren Vor-Spessart bis zur Bildung der „Indexminerale“ Disthen und Sillimanit (Partien mit progressiv-metamorph beeinflusstem St-Gr-Pl-Gneis) vorangetrieben. Staurolith bezeichnet im normalen St-Gr-Pl-Gneis den erreichten Höhepunkt der Metamorphose, wenigstens in bezug auf die Temperatur. Es konnte indessen oben bereits abgeleitet werden, daß der Höhepunkt der Durchbewegung der Staurolithsprossung vorangegangen ist oder höchstens dieselbe gerade noch eingeleitet hat. Der Temperaturanstieg überdauerte ganz offensichtlich die Phase intensivster Durchbewegung.

¹⁾ Überschneidungen in dieser Sukzessionsreihe sind, wie oben mehrmals hervorgehoben, immer wieder zu beobachten!

Das „Indexmineral“ Chlorit erscheint – zusammen mit Serizit – nur sukzessiv im nördlichen Gneisstreifen unter phyllonitisch-diaphthoritischer Beeinflussung.

Auf die Para-Gneise mit etwas geringerem Tonerdegehalt (Gr-Pl-Gneise und granatführende Hbl-Pl-Gneise) ist die BARROWSche Stufenleiter der „Indexminerale“ nicht ohne weiteres beziehbar. So darf nicht angenommen werden, daß für eine Staurolithbildung die PT-Bedingung nicht erfüllt gewesen wäre und nur zur Granatsprossung ausgereicht hätte. Vielmehr sei auch in diesem Zusammenhang wiederum auf das stofflich begrenzte Existenzfeld des Stauroliths hingewiesen, mit der Voraussetzung eines etwa positiven T' -Wertes.

Nach der Zonengliederung von GRUBENMANN gehören die Para-Gneise des mittleren Vor-Spessarts in die „Mesozone“, für die unter den auftretenden Mineralgemengteilen Staurolith als ganz besonders kritisch angesehen werden darf. Die als „phyllonitisch-diaphthoritischer St-Gr-Pl-Gneis“ herausgegliederten Anteile sind „epizonal“ überprägt (Serizitisierung + Chloritisierung des Stauroliths, Chloritisierung von Granat und Biotit).

Auch nach ihrer Zuordnung zur Epidot-Amphibolit- bis Amphibolitfazies im Sinne ESKOLAS, die sich aus ihrer Vergesellschaftung und gleichzeitigen metamorphen Einformung mit epidotführenden Amphiboliten und Amphiboliten¹⁾ ergibt, hat sich die vorliegende Metamorphose bei einer (relativ) mittelhohen PT-Kombination (mit dominierender Streßkomponente) vollzogen. Anzeichen einer „Tiefenmetamorphose“ fehlen weitgehend.

B. Die metamorphe Einformung zu phyllonitisch-diaphthoritischem Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis

Unter den Para-Gneisen im nördlichen Teilgebiet im Raume Molkenburg–Dörnsteinbach–Ober-Western ist es besonders der St-Gr-Pl-Gneis, der sich durch phyllonitisch-diaphthoritische Überprägung auszeichnet²⁾. Eine lokale Phyllonitisierung bei Hofstädten und Rückersbach hatte bereits L. KORN (1933) erkannt, die sie auf eine „Schwächezone“ in unmittelbarer Nachbarschaft eines Quarzitzuges bezieht. In einem Falle sind innerhalb des mittleren Gneisstreifens, in den oberen Teilen des Glasbergs bei Schimborn, phyllonitisch-diaphthoritische Partien von St-Gr-Pl-Gneis bemerkenswert.

Die vorliegende Erscheinung ist einem epizonalen Verformungsvorgang sehr ähnlich, bei dem fein- bis kleinblastisch ausgebildeter St-Gr-Pl-Gneis mit seinem Mineralinhalt von mesozonalem Gepräge durch Serizitisierung von Staurolith und Plagioklas, Chloritisierung von Staurolith, Granat und Biotit, Ausscheidungen von Kalzit, Rutil, Limonit und unter Anlegung flächiger Textur- und blastomylonitischer Strukturelemente sukzessiv verdrängt wird. Die einzelnen Mineralgemengteile reagieren dabei ungleich empfindlich, Staurolith z. B. empfindlicher als Granat oder Biotit. Die Diaphthorose des vorliegenden Gesteins strebt dabei der Grünschieferfazies (ESKOLA) zu, wobei ein Gleichgewicht an keiner einzigen Stelle erreicht wird. Selbst in kleineren Bereichen ist der phyllonitisch und diaphthoritisch veränderte St-Gr-Pl-Gneis niemals in einen ausgeglichenen Serizit-Chlorit-Gneis übergeführt.

¹⁾ Plagioklas: Oligoklas und basischer.

²⁾ Bei dem zwischengeschalteten Gr-Pl-Gneis und (Epidot)-Hbl-Gneis treten bezeichnenderweise phyllonitische und diaphthoritische Erscheinungen stark zurück.

Während im mittleren und südlichen Para-Gneis-Streifen die einformenden Dislokationen ausschließlich im mesozonalen PT-Bereich wirken konnten, treffen sie den Gesteinsinhalt des nördlichen Streifens nur zuerst unter mesozonalen, später unter epizonalen Bedingungen. Es könnten jedoch – was offen bleiben muß – dabei höhere Wasserdampfdrucke in ähnlichem Sinne gewirkt haben wie eine Temperaturerniedrigung.

Der Befund im einzelnen macht es eher wahrscheinlich, daß der mesozonale Vergneisungsvorgang zu St-Gr-Pl-Gneis und seine phyllonitisch-diaphthoritische Weiterbildung im nördlichen Teilgebiet ein und demselben Dislokationszyklus zuzuordnen sind. Der letzte Vorgang wurde offensichtlich durch die Liegend- und Hangendteile und durch häufigere Zwischenlagen glimmerärmerer Anteile von Gr-Pl-Gneis bzw. Epidot-Hbl-Gneis innerhalb der nördlichen Para-Gneis-Zone und einer damit verbundenen, stark wirkenden tektonischen Aufbereitung im Widerlager derselben, erheblich gefördert.

C. Progressiv beeinflusste Metamorphose des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises

Als Anzeichen einer progressiv beeinflussten Metamorphose werden angesehen:

1. Masseneinsprossungen von Granat in wachsenden Plagioklas-Porphyroblasten als Reaktionsprodukte zwischen Biotiteinschlüssen und merklich mobilisierter Plagioklassubstanz. Außerhalb der Plagioklase liegende braungrüne Biotite sind bisweilen in braune Biotite umgewandelt. Die letztgenannte Erscheinung wird bereits im Schrifttum anderer Gebiete mehrmals als Anzeichen einer progressiven Metamorphose betrachtet (TILLEY [1925], PHILLIPS [1930], BARTH [1936]). Weiterhin wird vielfach in solchen Partien eine Umwandlung von Ilmenit in Rutil und Magnetit beobachtet.
2. Entwicklung von Disthen, z. T. nachweislich aus Muscovit und Sillimanit-Einwachsungen in (stark serizitisierte) Plagioklase.
3. Plagioklas-Metablastesis (selten auch abgesonderte Metatekte), porphyroblastische Biotitsprossungen, Entregelung und Übergang in leukokratgemischte Partien.

Erscheinung (1) hat enge räumliche Beziehung zu auffällig zahlreich assoziierten, grobstrukturierten Quarz- bzw. Quarz-Plagioklas-Einschaltungen oder zu Verflößungskontakten mit „körnig-flasrigem Gneis“ BÜCKINGS. Die grobstrukturierten Einlagerungen sind jedoch (zum größten Teil) nachweislich jünger als die genannten Granateinsprossungen im Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis, so daß sie die Granatbildung – abgesehen davon, daß ihre thermische Energie nicht ausreichen würde – keinesfalls bewirkt haben können. In einzelnen Vorkommen (z. B. Gretenberg bei Strötzbach) erscheint die Vermutung indessen berechtigt, daß die Erscheinung (1) und die auffällig zahlreich assoziierten grobstrukturierten Einschaltungen, genetisch wenigstens, auf dieselbe Ursache, lokale Zufuhren thermischer Energie, zurückzuführen sind.

Erscheinung (2) ist an plagioklasreiche Metatekte oder an den Verflößungskontakt und die „Mischzone“ zwischen Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis und „körnig-flasrigem Gneis“ (BÜCKING) geknüpft.

Erscheinung (3) hat engste räumliche und genetische Beziehung zum Verflößungskontakt mit „körnig-flasrigem Gneis“ (BÜCKING) bzw. der Mischgneiszone zwischen St-Gr-Pl-Gneis und „körnig-flasrigem Gneis“. Der Vorgang führt in einem Grenzbereich innerhalb des St-Gr-Pl-Gneises zu einer mehr oder weniger starken Mobilisation, insbesondere seiner felsischen Mineralkomponenten, vorwiegend nach Art einer Metablastesis im Sinne SCHEUMANN'S (Plagioklas-Metablastesis), selten nach der Art einer Metatexis (SCHEUMANN). Plagioklas-Metablastesis kommt bisweilen auch unmittelbar neben grobstrukturierten Quarz-Plagioklas-Einschaltungen innerhalb des St-Gr-Pl-Gneises vor.

Die Plagioklas-Metablastesis besitzt in bezug auf die Gesamtverbreitung der Para-Gneise im mittleren Vor-Spessart ein nur sehr lokal begrenztes Interesse und ist ohne jede regionale Bedeutung z. B. im Unterschied zum mittleren Schwarzwald, wo K. R. MEHNERT (1940) Plagioklas-Metablastesis innerhalb von Para-Gneis („Renchgneis“) in größerer Verbreitung erkannt und im Detail beschrieben hat. Auch aus dem nordwestlichen Thüringer Wald ist durch W. KOCH (1939) nördlich von Brotterode ein ausgedehntes Gebiet mit Plagioklas-Metablastesis in Para-Gneisen bekannt geworden.

Die vorliegenden Anzeichen von progressiver Metamorphose innerhalb des Verbreitungsgebietes von St-Gr-Pl-Gneis im mittleren Vor-Spessart finden unzweifelhaft in lokalen – den regionalen Temperaturgradienten überlagernden – Wärmezufuhren ihre Erklärung. Als Energiequelle für eine solche zusätzliche Wärmetönung könnten magmatoide Mobilisate aus der Tiefe angenommen werden, die in die bereits weitgehend verfaltete Paragneis-Zone des mittleren Vor-Spessarts intrudiert und als „körnig-flasriger Gneis“ (BÜCKING) mit eingeformt worden sind. Indessen hat der Energiehaushalt der „pegmatoiden“¹⁾ Quarz-Plagioklas- bzw. Quarz-„Adern“ für eine Erzeugung der genannten progressiv-metamorphen Erscheinungen nicht, oder nur einmal für eine kaum handbreite Metablastenbildung (Abb. 30), ausgereicht.

Es ist eine bemerkenswerte Feststellung, daß die an den bezeichneten Stellen einsetzende, progressive Metamorphose mit ihren Wärmezufuhren und dadurch wirksam werdenden, mobilisierten, flüchtigen Bestandteilen, bereits vor dem Höhepunkt einer Plagioklas-Metablastesis das Sprossungsvermögen der Minerale Staurolith und Biotit (letzterer wohl in einer zweiten Generation) ungemein gefördert hat. Nur hier haben sich im Gebiet der St-Gr-Pl-Gneise des mittleren Vor-Spessarts Staurolithe bis zu 2,5 cm Größe und auffällig stark glänzende, porphyroblastisch hervorgesproßte Biotite mit zahlreichen Internrelikten entwickeln können (Pfaffenberg-Grauenstein). Im zeitlichen Verlauf der progressiven Metamorphose kommt es über die erwähnte Plagioklas-Metablastesis zu einer merklichen Auflockerung der melanokraten Anteile des St-Gr-Pl-Gneises, zu Stoffaustausch und metasomatischen Erscheinungen. Dabei werden die eben vorher noch hervorgesproßten Gemengteile Staurolith und Biotit wieder mehr oder weniger vollständig verdrängt. So finden sich bizarre Verdrängungsreste von Staurolith oftmals noch im „Mischgneis“, der Angleichungszone zwischen St-Gr-Pl-Gneis und „körnig-flasrigem Gneis“ (BÜCKING), oder in fingerförmig in den St-Gr-Pl-Gneis eingreifenden „aplitoiden“ Entekten (SCHEUMANN).

¹⁾ Im Sinne von K. R. MEHNERT (1951), (1953).

Die angeführten Beobachtungen lassen darauf schließen, daß die Platznahme der granitoiden Mobilisate und ihre Vergneisung zu „körnig-flasrigem Gneis“ einen länger andauernden Vorgang darstellt. Ihre an die Umgebung abgegebene thermische Energie förderte zuerst das Wachstum einzelner Mineralkomponenten (Staurolith und Biotit) auffallend stark, um sie im weiteren Verlauf durch Vorrücken einer Angleichungszone („Mischzone“) unter Verdrängung, verbunden mit metasomatischen Erscheinungen, wieder zu vernichten.

Eine Einwanderung von Kalifeldspat-Mobilisat für eine Kalifeldspat-Metablastesis fehlt indessen völlig.

Mit Abklingen der Durchbewegung, am Schluß der Dislokationsmetamorphose, kam es im Bereich des stark durch Metablastesis aufgelockerten St-Gr-Pl-Gneises vom Pfaffenberg auffälligerweise vereinzelt zu einer partiellen oder totalen Biotitisierung des Stauroliths, wobei teilweise ein rein statischer Umwandlungsvorgang zur Abbildung kommt (Abb. 21). Auch in dem durch Massen-Einsprossungen von Granat progressiv metamorph beeinflussten St-Gr-Pl-Gneis vom Gretenberg E Strötzbach belegen quer gestellte Chlorit-PorphYROblasten eine noch postkinematisch wirksame Kristalloblastese.

D. Die Genese der grobstrukturierten Quarz-(Plagioklas-)Einschaltungen

Die vorliegende Untersuchung hat sicherstellen können, daß die grobstrukturierten Einschaltungen enge genetische Beziehungen zum Vergneisungsvorgang des Gebietes besitzen. Sie stellen „pegmatoide“ bzw. unter „hydrothermalen“ – d. h., den hydrothermalen Bedingungen in vieler Hinsicht ähnlichen – Bedingungen auskristallisierte Mobilisate und Exsudate dar. Dabei stehen sie in genetischem Zusammenhang mit groß-, mittel- und feinkörnigen Quarzlagen (seltener auch Plagioklaslagen), die sich nach der Textur des Gneises aussondieren und mit dessen Textur sie häufig verfaltet sind (Abb. 29). Ein größerer Anteil des Mobilisats wurde ausgepreßt, in den Faltenscharnieren, Biegungen und Flexuren von „s“ angestaut und zu linsigen Körpern und knauerartigen Gebilden verformt (Abb. 28). Viel weniger stark exsudierte Plagioklas, und dieser kristallisierte dann mit gleichartigen An-Gehalten wie die Plagioklas im Gneis. Die Auspressung der Quarz- bzw. Plagioklas-Mobilisate erfolgte relativ spät, im wesentlichen am Ende des Vergneisungsvorganges. Einwirkende Deformation überdauerte dabei ihre Auskristallisation.

Die Mobilisate, die zu grobstrukturierten Einlagerungen auskristallisierten, sind in zahlreichen Fällen nachweislich etwas gewandert und nicht in situ auskristallisiert. So traf das Exsudat bisweilen einen völlig bedingungsfernen Raum innerhalb des fertig vergneisten Wirtgesteins an (Reaktionssaum mit Umwandlung von Biotit und Granat zu Chlorit, feinschuppige Chloritisierung und Serizitisierung von Staurolith und merkliche Serizitisierung des Plagioklases durch das freiwerdende „Kali“ bei der Überführung Biotit → Chlorit in Gegenwart von zugeführtem H_2O). In anderen Fällen waren die Exsudate noch in der Lage, stellenweise eine grobe Hervorsprossung des angrenzenden Biotits im Gneis zu bewirken oder lokal zu einer – wenn auch nur handbreiten – Plagioklas-Metablastesis anzuregen.

Dabei reicht die Wanderung des Exsudates der Para-Gneise nicht über deren Verbreitungsgebiet hinaus. Die grobstrukturierten Einschaltungen im Kristallin des nördlichen Vor-Spessarts mit Glimmerschiefer und Serizit-Quarziten enthalten niemals Plagioklas und bestehen ausschließlich aus Quarz. Anders diejenigen innerhalb des „körnig-flasrigen Gneises“ im Süden, die stets – wie ihr Wirtgestein – neben Plagioklas auch reichlich Kalifeldspat führen.

Es ist von besonderem Interesse festzustellen, daß solche Exsudate, die zu grobstrukturierten Quarz-(Plagioklas)-Einlagerungen führten, wohl niemals über das Verbreitungsgebiet der Paragneise im mittleren Vor-Spessart wesentlich hinausgereicht haben. So sind Plagioklas-haltige, grobstrukturierte Einschaltungen im nördlichen kristallinen Vor-Spessart, der sich im wesentlichen aus Glimmerschiefern mit zwischenliegenden Serizit-Quarziten zusammensetzt, nicht anzutreffen. Solche Einlagerungen bestehen dort ausschließlich aus Quarz. Indessen führen grobstrukturierte Einschaltungen in dem Kalifeldspat-haltigen „körnig-flasrigen Gneis“ (BÜCKING) im Süden neben Plagioklas auch Kalifeldspat. Die ungewöhnlich mächtige Einschaltung von echter Pegmatitzusammensetzung im St-Gr-Pl-Gneis zwischen Glattbach und Unter-Afferbach, in der Nachbarschaft der stark mobilisierten Kontaktzone („Mischzone“) zum „körnig-flasrigen Gneis“, mit viel Kalifeldspat und runitischer Verwachsung von Feldspat und Quarz, besitzt ganz offensichtlich eine Ausnahmestellung.

V. Geologische Ergebnisse

Die vorliegende petrographische Untersuchung hat sicherstellen können, daß der Paragneis-Komplex des mittleren Vor-Spessarts (Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneis mit Granat-Plagioklas-Gneis- und Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis-Zwischenlagen) in seinem Hauptanteil (St-Gr-Pl-Gneis) auf eine nicht mehr als durchschnittlich eisenschüssige, tonige Sedimentserie zurückzuführen ist. Weniger eisenschüssige, tonig-sandige Zwischenlagen sind zu Granat-Plagioklas-Gneis, kalkreichere Anteile (nicht ganz ohne Vorbehalt aus sedimentärem Detritus ableitbar) zu Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis umgeformt worden. Bei wesentlich isochemischer Metamorphose sind in dem jetzt steil aufgerichteten Schichtenverband des Gneis-Komplexes tonig-sandige Anteile in drei unterbrochenen Zügen verfolgbar (Abb. 1), die in ihrem regionalen Verlauf erkennen lassen, daß ebenso fazielle Übergänge zu reinen Psammiten (mit SiO_2 -Vormacht) vorgelegen haben (Serizit-Quarzite und Quarzite).

Die Mächtigkeit des Schichtenverbandes im mittleren Vor-Spessart hat zuerst BÜCKING (1892) abzuschätzen versucht. Die Diskussion dieser Frage sei jedoch zunächst bis zur Durchführung einer detaillierten tektonischen Analyse des Gebietes zurückgestellt. Mit der hier vorliegenden petrographischen Untersuchung steht die Auffassung der älteren Autoren (THÜRACH, BÜCKING), daß der Paragneis-Komplex von S \rightarrow N einer mächtigen Sedimentfolge vom Liegenden zum Hangenden entspreche – unter Einbeziehung gewisser tektonischer Wiederholungen von mehr lokaler Bedeutung (BÜCKING) – durchaus im Einklang. Die im nördlichen Vor-Spessart anschließende Serie von Glimmerschiefern (bzw. Phyllit) mit zwischengeschalteten Serizit-Quarziten und Quarziten wäre hiernach einer hangenden (und etwas jüngeren) Sedimentgruppe zuzuordnen (vgl. S. 8).

Die Einheitlichkeit der tektonischen Anlage des Gebietes und des Gefügeregelungsplanes in bezug auf die Hauptgemengteile des Gneises konnte bereits L. KORN (1933) in ihrer Arbeit sicherstellen. Aus der vorliegenden petrographischen Untersuchung ergab sich, daß auch die Bildung der Übergemengteile Granat und Staurolith derselben Metamorphose angehören. Während die Granatsprossung in vielen Fällen noch deutlich parakinematisch in bezug auf einen markant hervortretenden, vielfach turbulent wirkenden Verformungsakt erfolgt ist, setzt das Staurolithwachstum etwas

später – nach dem Höhepunkt des Dislokationsvorganges – bereits im Zuge etwas abklingender Durchbewegungserscheinungen, ein. So lassen sich im vorliegenden Falle durch vergleichende Gefügestudien kaum stichhaltige Argumente für eine „Streßnatur“ des Stauroliths beibringen; es hat aber den Anschein, als ob der bezeichnete markante Verformungsakt erst die Voraussetzungen für die nun deutlich voranschreitende Staurolithsprossung geschaffen hätte.

In einem nördlichen Streifen ist über den mesozonal geformten Paragneis eine phyllonitisch-diaphthoritische Überprägung hinweggegangen, im Unterschied zu den übrigen Teilen des Untersuchungsgebietes. Die ausklingende Dislokationsmetamorphose trifft in diesem Bereich bereits epizonale Bedingungen an. Demgegenüber ist die Vergneisung u. a. besonders in einem südlichen Streifen des Untersuchungsgebietes – in eindeutiger Abhängigkeit von fingerförmig eingreifenden, „körnig-flasrigem Gneis“ (BÜCKING) bzw. Mischgneis – etwa zum gleichen Zeitpunkt durchaus progressiv geartet. Die Platznahme des „körnig-flasrigen Gneises“ innerhalb des Sedimentkomplexes im Verlaufe der Dislokationsmetamorphose fördert die mesozonale Vergneisung der umgebenden Sedimenthülle unter Aufblätterung ihres Verbandes, Zuführung von thermischer Energie und Mobilisation volatiler Bestandteile. Die Platznahme¹⁾ des „körnig-flasrigen Gneises“ ist dabei in einem relativ späten Stadium der Dislokationsmetamorphose des Gebietes und des Vergneisungsvorganges der Sedimentserie zu Paragneisen erfolgt, nachweislich bei begonnener Sprossung des Stauroliths.

Grobstrukturierte Einlagerungen von Quarz und Quarz + Plagioklas (\pm Glimmer), in allen Fällen noch postkristallin eingeformt, sind, als saure Mobilisate und Exsudate, Abkömmlinge des Vergneisungsvorganges. Sie haben sich in einem relativ späten Stadium der Dislokationsmetamorphose des Gebietes abgesondert und sind zum Teil in völlig bedingungsfremde Räume der Paragneis-Serie gelangt, wo sie schmale Reaktionssäure gegen das Wirtgestein hervorrufen konnten.

Die chronologische Zuordnung der vorliegenden Dislokationsmetamorphose wird dadurch erschwert, daß die vergneiste Sedimentserie bisher noch nicht beweiskräftig stratigraphisch eingereiht werden kann. Es darf jedoch angenommen werden, daß vergleichende regionale Betrachtungen mit den Verhältnissen im NW Thüringer Wald weiterhelfen könnten, insbesondere bei Einbeziehung des petrographischen Befundes im nördlichen kristallinen Vor-Spessart. Die Bearbeiter des Untersuchungsgebietes vermuten oder versuchen meist ein varistisches (bzw. sudetisches) Alter der Dislokationsmetamorphose des Gebietes zu begründen (THÜRACH, KLEMM, KORN). Eine von v. BUBNOFF postulierte kaledonisch-varistische Doppeltektonik des Gebiets wird durch L. KORN widerlegt (vgl. S. 64).

Nach Metamorphose und tektonischer Anlage gehört das Kristallin des mittleren Vor-Spessarts der saxothuringischen Zone F. KOSSMATS (1927) an.

Die Frage der stratigraphischen Zuordnung der vergneisten Sedimentserie des mittleren Vor-Spessarts, die offensichtlich nicht aus den Verhältnissen im Spessart

¹⁾ KLEMM hat zuerst die jüngere Platznahme des „flasrig-körnigen Gneises“ (BÜCKING) richtig erkannt, jedoch unter bewußter Ablehnung der Gneisnatur des „körnig-flasrigen Gneises“ als „älterer Granit“, der nach KLEMM die „Staurolithschiefer in mannigfaltigster Art injiziert, zertrümmert und zerfetzt, z. T. auch auflöst und kontaktmetamorph beeinflusst“.

selbst, sondern am ehesten noch durch vergleichende regionale Beziehungen erschlossen werden könnte, sei wenigstens an dieser Stelle einer eingehenderen Diskussion unterzogen.

Als einzige Angabe finden wir im Schrifttum bei G. KLEMM (1923) eine Vermutung über mögliche Beziehungen zu den „bunten Taunusphylliten“, die gleichsam im

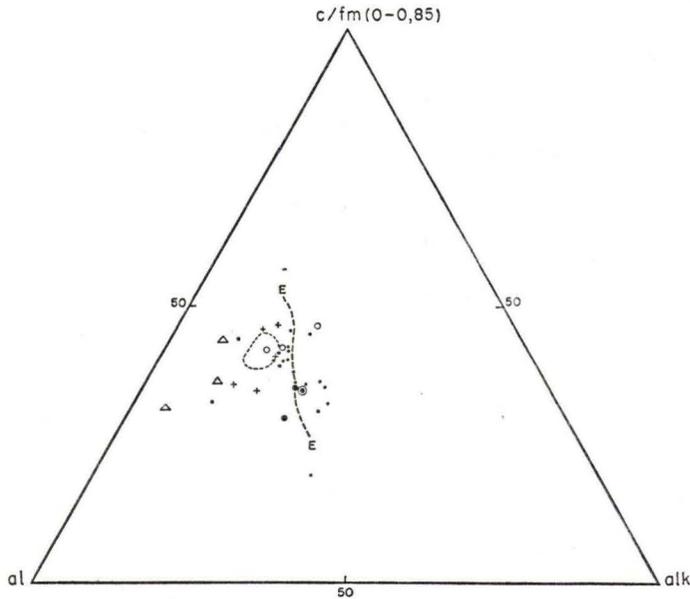


Abb. 36. Konzentrationsdreieck $al-c/fm-alk$. – Links von E---E das darstellende Feld des Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises aus dem mittleren Vor-Spessart nach 6 vorliegenden chemischen Analysen ($c/fm \sim 0,20$ im Mittel). Rechts von E---E (nicht näher bezeichnet), jedoch mit abweichenden c/fm -Verhältnissen (zwischen 0,50 und 0,85), das Magmatitfeld der Alkalikalkreihe.

- ⊙ Granat-Plagioklas-Gneis des mittleren Vor-Spessarts.
 - Paragneise („dichte Gneise“) des Erzgebirges.
 - Paragneise des mittleren Schwarzwaldes.
 - △ Ordovizische Tonschiefer und Phyllite des Vogtlandes und Frankenwaldes.
 - „Vordevonische“ Phyllite des südlichen Vor-Taunus.
 - + Tonschiefer der Gedinne- und Hunsrückstufe (Unterdevon) aus dem Taunus.
- Literaturstellen (vgl. Legende zu Tabelle 8).

Verbande mit „Quarziten“ vorkommen, ausgesprochen. Um diese Möglichkeit auf einigermaßen quantitativer Grundlage zu überprüfen, seien zunächst stoffliche Betrachtungen über die Para-Gneise aus dem mittleren Vor-Spessart und die „vordevonischen“ Phyllite und unterdevonischen Tonschiefer (Gedinne- und Hunsrückstufe) des Taunus angestellt.

Diese Betrachtungen können von dem Konzentrationsdreieck $al-c/fm-alk$ ausgehen, da das Verhältnis dieser Komponenten – wie oben ausführlich abgeleitet werden konnte – im Unterschied zu SiO_2 keine wesentliche Änderung bei der Metamorphose der Sedimentserie erfahren hat (Abb. 36). Es läßt sich dabei erkennen, daß der größte

Tabelle 8. Niggli-Werte der Paragneise im mittleren Vor-Spessart und ihr Vergleich mit Tonschiefern und Phylliten aus dem Taunus, Phylliten bzw. Tonschiefern aus dem Tremadoc des Vogtlandes, Frankenwaldes und Erzgebirgsvorlandes, Paragneise („dichter Gneis“) des Erzgebirges, Paragneisen des mittleren Schwarzwaldes. – Markantere Unterschiede gegenüber den Spessartgneisen sind jeweils im Druck hervorgehoben!

(Nach Analysen dieser Arbeit, ferner aus: THÜRACH (1893), KLEMM (1925), Erläut. z. „Geol. Karte v. Preuß.“, Blätter: Königstein, Wehen, Bad Schwalbach, Erläut. z. „Geol. Karte von Hessen“, Bl. Bingen-Rüdesheim, Erläut. z. „Geolog. Karte v. Preuß.“, Bl. Gräfenenthal, Erläut. z. „Geol. Karte von Sachsen“, Bl. Klingenthal-Zwota (II. Aufl.), Bl. Löbnitz-Zwönitz, Bl. Lichtenberg-Mulda (II. Aufl.) und K. R. MEHNERT (1953), S. 96.

	al	fm	c	alk	k	mg	c/fm	al-alk (T)
St-Gr-Pl-Gneis (Spessart) (Mittel aus 6 Analysen)	42,3	36,8	4,6	16,2	0,58	0,48	0,12	26,1
Tonschiefer (Gedinne-St., Taunus) (Mittel aus 3 Analysen)	42,9	39,6	0,6	16,9	0,54	0,42	0,09	26,0
Tonschiefer (Hunsrück-St., Taunus) (Mittel aus 2 Analysen)	43,9	37,9	2,7	15,3	0,61	0,25	0,09	28,6
Phyllit („Vordevon“ d. Taunus) (Mittel aus 3 Analysen)	37,3	40,9	3,3	18,9	0,33	0,41	0,07	18,4
Phyllite und Tonschiefer (Tremadoc des Vogtlandes und Frankenwaldes) (Mittel aus 3 Analysen)	54,0	35,8	3,0	8,2	0,69	0,28	0,04	46,2
Gr-Pl-Gneis (Spessart)	40	26	8,5	26	0,24	0,55	0,37	14
„Dichter Gneis“ (Erzgebirge) (Mittel aus 2 Analysen)	42,8	23,0	7,3	24,8	0,47	0,52	0,31	17,9
Mittel der grauwackenartigen Paragneise des mittleren Schwarzwaldes nach MEHNERT (4 Analysen)	37,0	30,2	8,6	24,2	0,33	0,38		
Mittel intermediärer schiefriger Paragneise des mittleren Schwarzwaldes nach MEHNERT (5 Analysen)	40,1	27,0	12,2	20,7	0,32	0,42		

Teil der darstellenden Punkte der genannten Taunussedimente dem Feld des untersuchten Staurolith-Granat-Plagioklas-Gneises recht nahe liegt. Indessen können zum Stoffbestand des Granat-Plagioklas-Gneises keinerlei Beziehungen ermittelt

werden. Das Diagramm scheint jedoch anzudeuten, daß die Sedimentserie des Taunus – in bezug auf das $al-c/fm-alk$ -Verhältnis – in einem Streifen von rechts oben nach links unten ($\rightarrow al$) (Abb. 36) variiert, während die Paragneise vom mittleren Vor-Spessart eine Tendenz von links oben nach rechts unten ($\rightarrow alk$) aufweisen dürften, was einer Zusammengehörigkeit widersprechen würde.

Stellt man die errechneten Mittelwerte der einzelnen Stoffkomponenten der Tonschiefer und Phyllite des Taunus und der Paragneise im mittleren Vor-Spessart einander gegenüber (Tab. 8), so treten einige unterscheidende Merkmale deutlich hervor, die bei einer Diskussion der Ableitung aus solchen Taunusschiefern nicht übersehen werden dürfen. Dabei würde im großen und ganzen der Chemismus der unterdevonischen Tonschiefer (Gedinne- und Hunsrück-Stufe) noch besser passen als derjenige der Phyllite des südlichen Vor-Taunus („Vordevon“, „s“ der geologischen Spezialkarte).

Markante Unterscheidungsmerkmale sind der auffällig geringe Kalkgehalt der Tonschiefer der Gedinne-Stufe, der bedeutend niedrigere mg -Wert der Tonschiefer der Hunsrück-Stufe und die wesentlich kleineren k - und T -Werte der „vordevonischen“ Taunusphyllite gegenüber dem $St-Gr-Pl$ -Gneis des mittleren Vor-Spessarts. Im letzteren Falle würde der Tonerdegehalt kaum noch – unter mesozonalen Bedingungen der Metamorphose – zur Bildung von Staurolith ausgereicht haben!

Insbesondere scheinen stofflich mit dem $Gr-Pl$ -Gneis vergleichbare Bestandteile innerhalb der Sedimentserien des Taunus völlig zu fehlen. Diese Frage wäre jedoch im einzelnen noch einmal genau zu überprüfen. Auch die neben quarzitischen Bestandteilen mitunter den Phylliten des „Vordevons“ zwischengeschalteten Serizitgneislagen können chemisch nicht auf den Granat-Plagioklas-Gneis des Spessarts bezogen werden, ganz abgesehen davon, daß in der vorliegenden Untersuchung der Nachweis seiner paragenetischen Abkunft bereits erbracht worden ist (S. 63).

Ebenso sind Edukte der Epidot-Hornblende-Plagioklas-Gneis-Zwischenlagen des mittleren Vor-Spessarts bisher, wenigstens in den „vordevonischen“ Taunusphylliten, nicht aufgefunden worden.

Für eine stratigraphische Einordnung der Paragneise des mittleren Vor-Spessarts scheinen mir die Beziehungen zum NW Thüringer Wald von größerer Bedeutung zu sein, nachdem es als gesichert gelten kann, daß der $St-Gr-Pl$ -Gneis des Untersuchungsgebietes zum „Ruhlaer Sattel“ hinüberstreicht (kleiner, isolierter Anschnitt von $St-Gr-Pl$ -Gneis bei Bieber im NE Spessart – vulkanische Auswürflinge von staurolithführendem Gneis der Gegend von Fulda).

Im „Ruhlaer Sattel“ treten an mehreren Stellen $St-Gr-Pl$ -Gneise auf (Kärtchen b. H. R. v. GAERTNER (1950), S. 421, Abb. 3), von denen mir einige Dünnschliffe von Proben aus dem Gebiet des Mommelsteins S Brotterode vorliegen, die dem Vorkommen im Spessart auch u. d. M. zum Verwechseln ähnlich sind¹⁾.

In der Arbeit von W. KOCH (1939) findet sich eine knappe petrographische Beschreibung von staurolithführenden Paragesteinen des „Ruhlaer Sattels“ vor. KOCH gruppiert diese Gesteine in „Staurolith-Granat-Phyllite“ (ganz offensichtlich nach der

¹⁾ Teilweise ist allerdings in Nachbarschaft stark mobilisierter und migmatisierter Metamorphite viel Andalusit gebildet worden, der den sonst beigemengten Muscovit fast völlig aufgezehrt und verdrängt hat.

gegebenen Beschreibung dem phyllonitisch-diaphthoritischen St-Gr-Pl-Gneis des nördlichen Teilgebietes im mittleren Vor-Spessart entsprechend), in „Staurolith-Granat-Glimmerschiefer“ (sehr selten) und „Staurolith-Granat-Zweiglimmerschiefer“ (offensichtlich dem verbreiteten Haupttypus des St-Gr-Pl-Gneises im Spessart entsprechend).

Konkordante Überlagerung (und Zwischenschaltungen) der staurolithführenden Gneise des NW Thüringer Waldes durch Quarzite und Quarzitschiefer – auch eine Analogie zu den Verhältnissen im Spessart –, die von K. H. SCHEUMANN (1938) und H. R. v. GAERTNER (1950) als „Frauenbachquarzit“ des Ordoviziums angesehen werden, führen zu Anhaltspunkten für eine stratigraphische Einstufung der genannten Gneise. H. R. v. GAERTNER scheidet auf dem oben zitierten Kärtchen die staurolithführenden Gneise (bzw. Glimmerschiefer) des „Ruhlaer Sattels“ demzufolge als „metamorphes Kambrium“ und zum (kleineren) Teil als metamorphes Ordovizium (metamorphe Phycodenschichten) aus. Der St-Gr-Pl-Gneis vom Mommelstein S Brotterode geht nach v. GAERTNER auf eine kambrische Sedimentserie zurück.

Die Verhältnisse im mittleren und nördlichen kristallinen Vor-Spessart und diejenigen im NW Thüringer Wald sind – vorbehaltlich einer detaillierten, vergleichenden petrographischen Untersuchung – zunächst einmal in groben Zügen aufeinander beziehbar.

Eine Ableitung der Paragneise des mittleren Vor-Spessarts aus ordovizischen Schichtenverbänden mit quarzitischen und metabasitischen Einschaltungen, etwa des Tremadocs Ostthüringens oder des Vogtlandes, ist jedoch aus stofflichen Gründen nicht sehr wahrscheinlich. Diese mächtige Serie von Tonschiefern (Phycodenschiefen) mit Phylliten im Liegenden, weist im Mittel wesentlich höhere al- und T-Werte, hingegen merklich niedrigere alk-, mg- und c/fm-Werte auf (Tab. 8).

Bessere Beziehungen lassen sich indessen zu gewissen Sedimentgneisen des Erzgebirges (den „dichten Gneisen“) und zu solchen des mittleren Schwarzwaldes herausfinden (Tab. 8).

Die „dichten Gneise“ des Erzgebirges besitzen insbesondere eine merkliche Stoffverwandtschaft mit dem Granat-Plagioklas-Gneis des mittleren Vor-Spessarts¹⁾.

Die im wesentlichen katazonal eingeformten Paragneise des mittleren Schwarzwaldes sind durch K. R. MEHNERT mit einschlägigen, quantitativ-petrographischen Methoden in jahrelanger Arbeit grundlegend untersucht worden. Das bei MEHNERT (1953) aufgeführte Analysenmaterial bietet eine gute Vergleichsbasis, woraus hervorgeht, daß die darstellenden Punkte der Paragneise des mittleren Schwarzwaldes im Konzentrationsdreieck al-c/fm-alk (Abb. 36) zu einem großen Teil in ein Feld zwischen St-Gr-Pl-Gneis und Gr-Pl-Gneis des Spessarts zu liegen kommen, das sich darüber hinaus aber noch etwas in Richtung auf die alk-Ecke hin fortsetzt. Im Schwarz-

¹⁾ Im „Gneisglimmerschiefer“ des Erzgebirges, z. B. innerhalb der „Langhennersdorfer Glimmerschieferformation“ (Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte von Sachsen, Bl. Freiberg-Langhennersdorf), kommen auch staurolithführende Partien vor. Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß bereits H. BÜCKING (1892) auf bestehende Analogien zwischen seinem „glimmerreichen, schiefrigen Gneis“ des Vor-Spessarts und dem „Gneisglimmerschiefer“ des Erzgebirges, sowie der „hangenden“ Glimmerschieferformation“ und der „liegenden“ „Gneisformation“ beider Gebiete hingewiesen hat.

wald sind es hauptsächlich pelitisch-psammitische (grauwackenartige) Ausgangs-sedimente, im Spessart ganz vorwiegend pelitische (tonige) Edukte. Es läßt sich auch – wie bei den Sedimentgneisen des mittleren Vor-Spessarts – im Konzentrations-dreieck in der Verteilung der darstellenden Punkte eine Tendenz von der al-c/fm-Seite zur alk-Ecke erkennen im Unterschied zu den Taunus-sedimenten, die sich von der alk-c/fm-Seite zur al-Ecke hin verteilen.

Insbesondere weisen die von K. R. MEHNERT (1953) als „grauwackenartiger“ und als „intermediärer, schiefriger Paragneis“ ausgeschiedenen Gneisarten stoffliche Verwandtschaft mit dem Granat-Plagioklas-Gneis des mittleren Vor-Spessarts auf (Tab. 8). Das Alter der Ausgangsprodukte der genannten Paragneise im mittleren Schwarzwald wird von K. H. MEHNERT, auf Grund regional vergleichender stofflicher Überlegungen, mit Wahrscheinlichkeit als präkambrisch angegeben.

Als vorläufiges Ergebnis der vorangegangenen Diskussion über die Alterseinstufung der ausgehenden Sedimentserie der Para-Gneise im mittleren Vor-Spessart wird ein präordovizisches Alter für wahrscheinlich gehalten. Dabei liegen die Beziehungen zu einer kambrischen Einstufung näher als die einer präkambrischen.

Die vorliegende petrographische Untersuchung wurde im Mineralogischen Institut der Universität Frankfurt in den Jahren 1950–1952 durchgeführt. Dem Direktor des genannten Instituts, Herrn Professor Dr. H. O'DANIEL, sei für stete Förderung und reges Interesse an dieser Untersuchung vielmals gedankt. Herr Direktor Prof. Dr. F. MICHELS vom Hessischen Landesamt für Bodenforschung in Wiesbaden hat durch die Bewilligung von fünf chemischen Analysen, die Herr Dr. P. PFEFFER ausführte, die vorliegende Untersuchung unterstützt. Herrn Professor Dr. MICHELS und Herrn Dr. PFEFFER danke ich sehr dafür. Weiterhin habe ich mich bei Frau Dr. HAHN-WEINHEIMER vom hiesigen Mineralogischen Institut für einzelne spektralchemische Bestimmungen zu bedanken.

Schriftenverzeichnis

- BARROW, G.: On an Intrusion of Muscovite-Biotite Gneiss in the Southeastern Highlands of Scotland and its accompanying Metamorphism. — *Quart. Journ. geol. Soc. London*, **49**, S. 330–358, 2 Taf., London 1893.
- BARTH, T. F. W.: Structural and petrologic Studies in Dutchess County, New York. — Part II: Petrology and Metamorphism of the paleozoic Rocks. — *Bull. geol. Soc. Am.*, **47**, S. 775–850, New York 1936.
- BEDERKE, E.: Die Regionalmetamorphose im Altvatergebirge. — *Geol. Rdsch.*, **26**, S. 108–124, 4 Abb., Stuttgart 1935.
- Zur Struktur und Entstehungsgeschichte kristalliner Schiefer. — *Nachr. Akad. Wiss., math.-phys. Kl.*, S. 31–34, Göttingen 1948.
- BOSSARD, L.: Petrographie der mesozoischen Gesteine im Gebiete der Tessiner Kulmination. — *Schweiz. mineral. petr. Mitt.*, **9**, S. 107–159, Zürich 1929.
- BUBNOFF, S. VON: Studien im südwestdeutschen Grundgebirge. II. Die tektonische Stellung des Böllsteiner Odenwaldes und des Vorspessarts. — *N. Jb. Mineral., Beil. B.* **55**, Abt. B, S. 468–496, 8 Textfig., Stuttgart 1926.
- BÜCKING, H.: Der nordwestliche Spessart. — *Abh. preuß. geol. L.-A.*, N. F. **12**, 274 S., 1 geol. Kte., 3 Taf., Berlin 1892.
- Das Grundgebirge des Spessarts. — *Jb. preuß. geol. L.-A. für 1889*, S. 28–98, 1 Taf., Berlin 1892.
- DITTLER, E.: Gesteinsanalytisches Praktikum. VIII, 111 S., 9 Fig., (Verl. Walter de Gruyter) Berlin 1933.

- EIGENFELD, R.: Über Paragneise granulitischer Prägung im Raume Kandel-Glottertal des Schwarzwaldes nordöstlich Freiburg/Br. — N. Jb. Mineral., Abh., 84, S. 241—280, 32 Abb., Stuttgart 1952.
- ESKOLA, P.: On the Principles of metamorphic Differentiation. — Bull. Comm. géol. Finl., 97, S. 68—77, Helsinki 1932.
- GAERTNER, H. R. VON: Probleme des Saxothuringikums. — Geol. Jb. für 1949, 65, S. 409—450, 7 Abb., Taf. 3—4, Hannover 1951.
- GRUBENMANN, U. und NIGGLI, P.: Die Gesteinsmetamorphose I. XII, 539 S., 160 Fig., 3. Aufl., (Verl. Borntraeger) Berlin 1924.
- HARKER, A.: Metamorphism. 362 S., 185 Diagr., 3rd ed. by Tilley, Methuen & Co., London 1950.
- HEIM, R. C.: Metamorphism in the Sierra de Guadarrama. Proefschr., Univ. Utrecht 1952.
- HÖRNER, F.: Beiträge zur Kenntnis des Stauoliths. Diss. Heidelberg 1915.
- KLEMM, G.: Beiträge zur Kenntnis des krystallinen Grundgebirges im Spessart mit besonderer Berücksichtigung der genetischen Verhältnisse. — Abh. großherz. hess. geol. L.-A., (II) 4, S. 165—257, 6 Taf., Darmstadt 1895.
- Über die Beziehungen zwischen dem „Böllsteiner“ und dem „Bergsträßer“ Odenwald. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-A. für 1923, (V) 6, S. 28—39, Darmstadt 1924.
- Über die chemischen Verhältnisse der Gesteine des Kristallinen Vorspessarts. — Notizbl. Ver. Erdk. u. großh. geol. L.-A. für 1925, (V) 8, S. 115—169, Darmstadt 1926.
- KITTEL, B.: Skizze der geognostischen Verhältnisse der nächsten Umgebung Aschaffenburgs. — Kgl. bayer. Mus. Aschaffenburg, S. 1—63, 1838—1840.
- KOCH, W.: Metatexis und Metablastesis in Migmatiten des nordwestlichen Thüringer Waldes. — Mineral. petr. Mitt., 51, S. 1—101, Leipzig 1939.
- KORN, L.: Tektonische und gefügeanalytische Untersuchungen im kristallinen Vorspessart. — Mineral. u. petrogr. Mitt., 43, S. 1—44, Leipzig 1933.
- KOSSMAT, F.: Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. — Abh. sächs. geol. L.-A., 1, Leipzig 1927.
- KRUMME, O.: Die Gesteine der nördlichsten Gneiszone des kristallinen Spessarts. — Senckenbergiana, 22, S. 370—401, Frankfurt 1940.
- MEHNERT, K. R.: Die Meta-Konglomerate des Wiesenthaler Gneiszuges im sächsischen Erzgebirge. — Mineral. petr. Mitt., 50, S. 194—272, Leipzig 1938.
- Über Plagioklas-Metablastesis im mittleren Schwarzwald. — Zbl. Mineral. etc., Jg. 1940, Abt. A, S. 47—65, 13 Textabb., Stuttgart 1940.
- Petrographie und Abfolge der Granitisation im Schwarzwald. — I. Geologische Übersicht und Petrographie des Altbestands. — N. Jb. Mineral., Abh., 85, S. 59—140, 40 Abb., 7 Tab., Stuttgart 1953.
- MOREY, G. W. und HESSELGESSER, J. M.: The Solubility of some Minerals in superheated Steam at high Pressures. — Carnegie Inst. Wash., Pub. 1154, Washington 1951.
- MOSEBACH, R.: Petrographische Studien im Kristallin des Spessarts. 4. Untersuchungen an Feldspäten des kristallinen Spessarts. — Senckenbergiana, 20, S. 346—363, 1 Abb., Frankfurt 1938.
- Petrographische Studien im Kristallin des Spessarts. 5. Pegmatite und deren Mineralien. — Senckenbergiana, 20, S. 443—462, Frankfurt 1938.
- NIGGLI, P.: Die Chloritoidschiefer und die sedimentäre Zone am Nordostrand des Gotthardmassives. — Beitr. geol. Kte. der Schweiz, N. F., Lief. 36, S. 1—94, 78 Textfig., 2 Taf., Bern 1912.
- Gesteinschemismus und Magmenlehre. — Geol. Rdsch., 39, S. 8—32, Stuttgart 1951.
- Die chemisch-mineralogische Charakteristik der metamorphen Paragesteinsprovinz am Südrande des Gotthardmassivs. — Schweiz. mineral. u. petrogr. Mitt., 9, S. 160 bis 187, Zürich 1929.
- PHILLIPS, F. C.: Some mineralogical and chemical changes induced by progressiv metamorphism. — Min. Mag., 28, London 1930.

- RITTER, F.: Die Gebirgsarten des Spessart. — Ber. senckenberg. naturf. Ges., 1895, S. 103—121, Frankfurt 1895.
- SANDER, B.: Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper. — I. Teil, Wien und Innsbruck 1948; II. Teil, Wien und Innsbruck 1950.
- SCHEUMANN, K. H.: Über die Bedeutung der mineralfaziellen Analyse für die Auffassung der metamorphen Gesteine. — Ber. sächs. Akad. Wiss., math.-phys. Kl. 84, S. 63—90, Leipzig 1932.
- Metatexis und Metablastesis. — Mineral. u. petr. Mitt., 48, S. 402—412, 4 Textfig., Leipzig 1936.
- Über die petrographische und chemische Substanzbestimmung der Gesteinsgruppe der Roten Gneise des sächsischen Erzgebirges und der angrenzenden Räume. — Mineral. u. petr. Mitt., 50, S. 391—440, Leipzig 1938.
- SCHMIDT, W.: Tektonik und Verformungslehre. VI, 208 S., 49 Abb., Berlin (Borntraeger) 1932.
- SCHMITT, O.: Grundlagen und Verbreitung der Bodenzerstörung im Rhein-Main-Gebiet mit einer Untersuchung über Bodenzerstörung durch Starkregen im Vorspessart. — Rhein-Mainische Forsch., 33, 130 S., 66 Abb., 6 Fig., 1 Taf., Frankfurt a. M. 1952.
- STRECKEISEN, A.: Geologie und Petrographie der Flüelagruppe (Graubünden). — Schweiz. mineral. u. petrogr. Mitt., 8, S. 87—239, 6 Taf., 3 Textfig., Zürich 1928.
- SUËSS, F. E.: Intrusionstektonik und Wandertektonik im variszischen Grundgebirge. 268 S., 28 Textabb., 2 Taf., Berlin 1926.
- TEUSCHER, E. O.: Methodisches zur quantitativen Strukturgliederung körniger Gesteine. — Mineral. u. petrogr. Mitt., 44, S. 410—420, 5 Textfig., 2 Taf., Leipzig 1933.
- THÜRACH, H.: Über die Gliederung des Urgebirges im Spessart. — Geogn. Jahresh., 5, S. 1—160, Cassel 1893.
- TILLEY, C. E.: A preliminary survey of metamorphic zones in the southern Highlands of Scotland. — Quart. Jour. geol. Soc., 84, London 1925.

Manuskript eingegangen am 19. 10. 1953

Anschrift des Autors: Privatdozent Dr. SIEGFRIED MATTHES, Frankfurt Main, Mineralogisches Institut der Universität, Senckenberganlage 30.

Für die Redaktion verantwortlich: Dipl.-Geol. Dr. FRITZ KUTSCHER, Bezirksgeologe beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung, Wiesbaden, Mainzer Straße 25.