

## Untersuchungen an transparenten Schwermineralen im Rotliegenden bei Odernheim/Glan (Saar-Nahe-Gebiet)

FRIEDRICH HÄFNER

**Kurzfassung:** Ein Profil im Rotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes bei Odernheim/Glan wird beschrieben von der Oberen Lebacher Gruppe (ru) im Liegenden (aufgeschlossen ab Mittl. Lebacher Gruppe) bis zur Grenzlager-Gruppe im Hangenden. Das Spektrum der untersuchten transparenten Schwerminerale umfaßt Zirkon, Turmalin, Granat, Rutil, Apatit und Anatas. Für die Klärung stratigraphischer Fragen erweisen sich transparente Schwerminerale im untersuchten Profil als ungeeignet. Die Einflüsse von Transport, Verwitterung und Diagenese werden kurz diskutiert. Als Muttergesteine kommen teilweise Sedimente, teilweise auch granitoide Gesteine in Frage; als Liefergebiete werden Vogesen und Schwarzwald angesehen.

**Abstract:** A profile near Odernheim/Glan through the Lower Permian of the Saar-Nahe area is described. The observed transparent heavy minerals are zircon, tourmaline, garnet, rutile, apatite, and anatase. To clear up stratigraphical questions, heavy minerals are unsuitable in the Odernheim area. Influences of transport, weathering, and diagenesis are discussed briefly. The parent rocks are partly sedimentary, partly granitic rocks; probable regions of provenance are the Vosges Mountains and the Black Forest.

### Einleitung

Mit dem Schwermineralinhalt der Rotliegend-Sedimentgesteine des Saar-Nahe-Gebietes befaßten sich bisher KONRAD (1965), LENZ (1965), NEGENDANK (1967) und SCHÄFER (1965). NEGENDANK bearbeitete Material aus einer Kernbohrung, die anderen Autoren untersuchten jeweils Proben bestimmter lithostratigraphischer Einheiten aus regional weit gestreuten Aufschlüssen. Die Tatsache, daß sich im Rotliegenden des Saar-Nahe-Gebietes bei Versuchen, einzelne Horizonte in verschiedenen Aufschlüssen stratigraphisch zuzuordnen, schon über kurze Entfernungen Schwierigkeiten einstellen, wird zum Anlaß genommen, zunächst den Schwermineralinhalt eines nahezu lückenlos aufgeschlossenen Profils zu analysieren. Dieses Profil ist an der Landstraße 235 im Abschnitt Odernheim-Duchroth (TK 6212 Meisenheim) vom Naturdenkmal „Schillerstein“ bis zum Aussichtspunkt „Hindenburgblick“ und darüber hinaus am nördlich davon gelegenen N.D. „Hockers-Fels“ aufgeschlossen (Abb. 1).

### Stratigraphie

Die Festlegung der Grenze Obere Lebacher Gruppe – Tholeyer Gruppe erfolgte nach REIS (1920; 1921) und HAWICHT (1951). Sie definieren den Beginn der Tholeyer Gruppe mit dem Einsetzen des ersten Konglomerats.

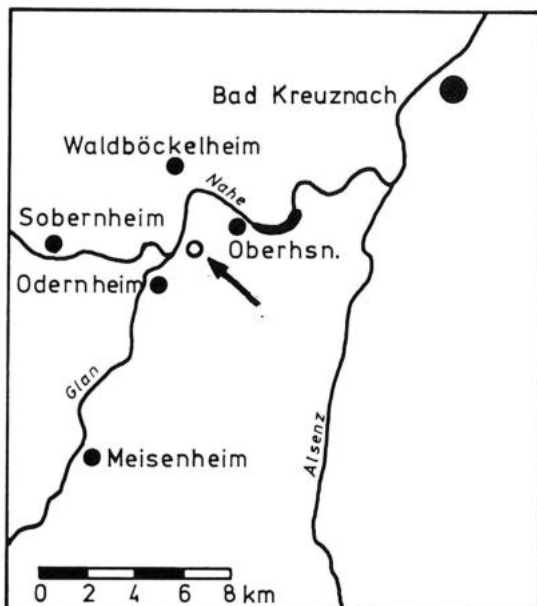


Abb. 1: Übersichtskarte (Lage des bearbeiteten Profils zeigt der Pfeil).

Die Gesteine der Tholeyer Gruppe lassen sich im Bereich des „Hockers-Fels“ bei der Kartierung nicht einwandfrei von denen der Grenzlager-Gruppe trennen, weshalb sie hier zusammen betrachtet werden sollen. Der Begriff „Grenzlager-Gruppe“ im Sinne der Gliederung des saarpfälzischen Rotliegenden von FALKE (1954) wird beibehalten. Es wird darauf verzichtet, der von ATZBACH & GEIB (1972) vorgeschlagenen Umbenennung der Einteilung des Ober-Rotliegenden zu folgen, da sie, wie FALKE (1974, S. 8) ausführt, vorläufigen Charakter hat und außerdem in der stratigraphischen Abfolge keine Änderung eintritt.

Das Profil bei Odernheim wurde vom N.D. „Schillerstein“ (R 07 830 H 16 170) bis zum N.D. „Hockers-Fels“ (R 08 120 H 17 160) in einer Gesamtmächtigkeit von ca. 200 m untersucht. Die Schichten fallen mit durchschnittlich  $20^{\circ}$  N ein.

Bei den Gesteinen der Oberen Lebacher Gruppe handelt es sich um eine Wechselfolge von braunen und grauen, feinkörnigen Sandsteinen und grauen, oft bröckelnden Siltsteinen. Die Sandsteine weisen einen wechselnden Gehalt an verwitterten Feldspäten auf, sind zum Teil reich an Pflanzenhäcksel und Muskovit auf den Schichtflächen. Spülmarken, Rippelmarken und load casts sind häufig zu beobachtende Schichtflächenerscheinungen. Das Bindemittel ist in einigen Fällen schwach karbonatisch. „Rote Sedimente und Kalke fehlen“ (HABICHT 1951, S. 14). Generell ist bei Odernheim im obersten Bereich der Oberen Lebacher Gruppe ein zunehmend rascherer vertikaler und lateraler Fazieswechsel festzustellen.

Die Gesteine der Tholeyer Gruppe folgen konkordant auf die der Lebacher Gruppe. REIS (1921, S. 16) beschrieb den Profilabschnitt als „Vogelschlag-Brühlgraben-Schichten“ und stellte ihn ins tiefe Unterrotliegende (Odernbacher Schichten). HABICHT (1951, S. 15) ordnete das Profil am „Hockers-Fels“ in die Tholeyer Gruppe ein. HÄFNER (1974 b, S. 7) diskutiert die Frage der Einordnung erneut und stellt den hangenden Teil

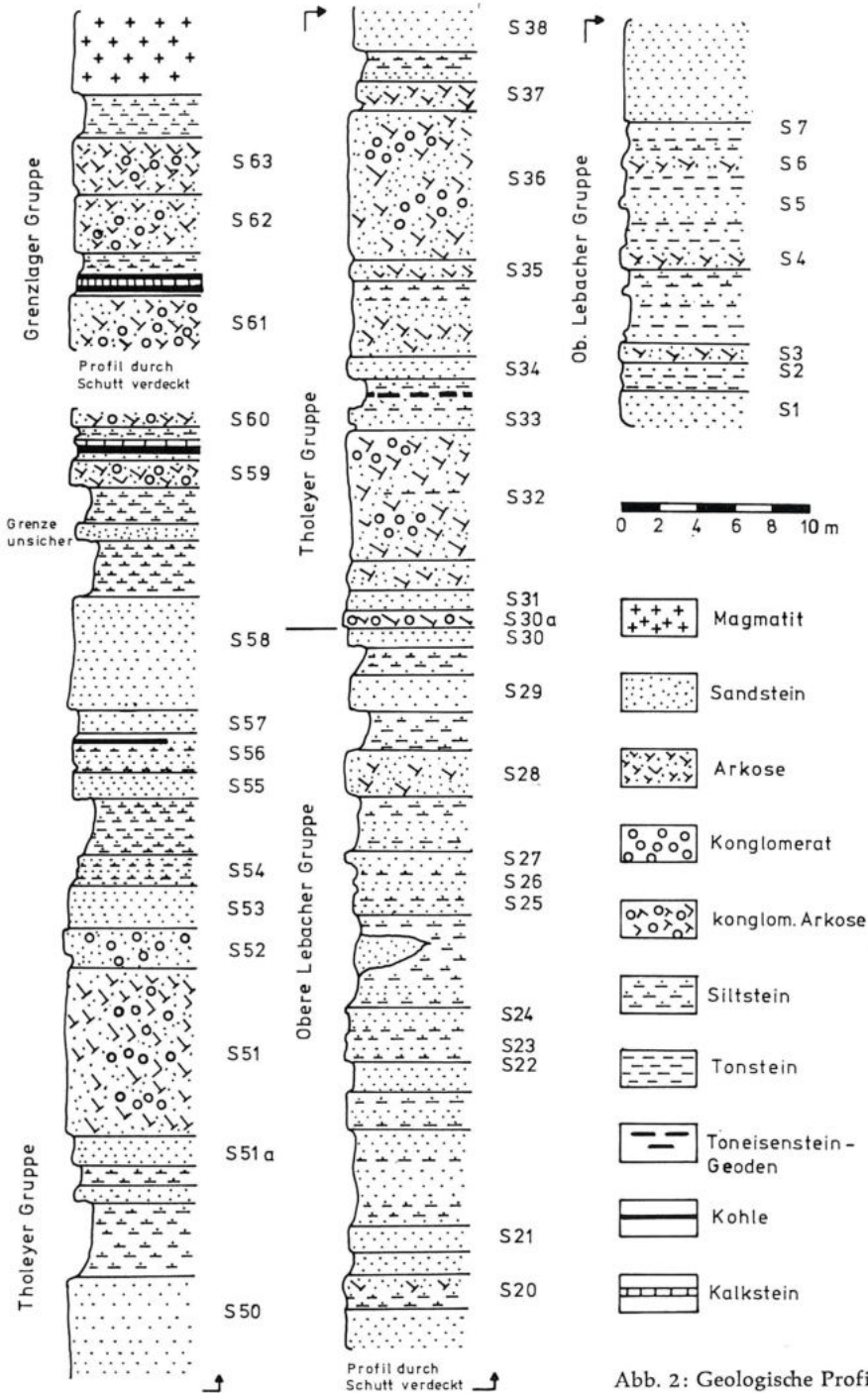


Abb. 2: Geologische Profile.

der Sedimente am „Hockers-Fels“ in die Grenzlager-Gruppe, das Liegende in die Tholeyer Gruppe; eine eindeutige Grenze ist nicht zu ziehen.

Die Einheit Tholeyer Gruppe – Grenzlager-Gruppe besteht aus überwiegend grauen Siltsteinen, Arkosen und Konglomeraten. Siltsteine sind nur untergeordnet vertreten. Das Bindemittel ist stellenweise karbonatisch; Kalkbänke treten zweimal in Verbindung mit Kohleflözen auf. Die Feldspäte sind im oberen Teil sehr frisch, im unteren Bereich teilweise verwittert. Der Fazieswechsel verstärkt sich zum Hangenden: Sandsteine, Siltsteine, Konglomerate, Kalksteine und Kohlebildung deuten auf rasch wechselnde Sedimentationsverhältnisse.

Geologisches Profil an der Straße Odernheim–Duchroth vom N.D. „Schillerstein“ (R 07 830 H 16 170) bis zum Aussichtspunkt „Hindenburgblick“ (R 08 H 16 560) (unter Berücksichtigung von HABICHT 1951).

Mäch- tigkeit m	Horizont	Probe	Gestein
Tholeyer Gruppe			
Hangendes: feinkörnige Sandsteine (morphologisch bedingte Aufschlußunterbrechung)			
2,3	S 38	A 7	Sandsteine, feinkörnig, schwach rötlich, feldspatführend, plattig
1,5			Sandsteine und Siltsteine, grau, am Top bunt, mit Pflanzenresten
1,2	S 37	A 8	Arkosen, mittelkörnig, rötlich
0,2			Siltsteine, graubraun, bröckelnd
8,0	S 36	A 9–11	Arkosen, mittel- bis grobkörnig, gelblichgrau, mit konglomeratischen Einschaltungen, in drei Bänke gegliedert
1,0	S 35		Arkose, mittelkörnig, hellgrau, mit dünnen, kohligen Lagen
4,0			Siltsteine, grau, Sandsteine und Arkosen, fein- bis mittelkörnig, rot, in Wechsellagerung
1,1	S 34		Sandsteine, feinkörnig, hellgrau und braun, feldspatführend, mit „Wickelstrukturen“
1,5			Siltsteine, grau und Feinsandsteine, braun, mit Tonerdeeingesen
0,9	S 33		Sandsteine, mittelkörnig, Schrägschichtung
0,1			Siltsteine, tonig, grau
7,0	S 32		Arkosen, mittel- bis grobkörnig, hellbraun und grau, konglomeratische Einschaltungen, Schrägschichtung, Pflanzenhäcksel, Wabenverwitterung
1,5			Arkosen, mittelkörnig und Sandsteine, feinkörnig, hellgrau
1,0	S 31	A 32–33	Sandsteine, fein- bis mittelkörnig, mittelbraun, feldspatführend
1,0	S 30 a	A 13	Konglomerat, graubraun gefleckt, stark feldspatführend
Tholeyer Gruppe			

Untersuchungen an transparenten Schwermineralen im Rotliegenden

Mächtigkeit m	Horizont	Probe	Gestein
			Obere Lebacher Gruppe
1,0	S 30	A 12	Sandsteine und Arkosen, mittelkörnig, grau; Siltsteine, grau, dünnspaltend
1,5			
2,0	S 29	A 35, 34	Sandsteine, feinkörnig, grau, teilweise dünnplattig, mit Pflanzenhäcksel
2,0			Siltsteine, grau
2,5	S 28		Sandsteine, grau, feldspatführend, kohlige Lagen
3,0			Sandsteine, mittelkörnig, rotbraun und Siltsteine, grau- braun, kohlige Lagen
0,5	S 27		Sandsteine, mittelkörnig, grau, stark verfestigt, karbonat- natisch gebunden
1,0			Siltsteine, sandig, braun, stark bröckelnd
0,2	S 26		Sandsteine, feinkörnig, braun, mit kohligen Lagen und Muskovit
0,5			Siltsteine, braun
1,0	S 25		Sandsteine, feinkörnig, graubraun, mit kohligen Lagen
5,0			Siltsteine und Sandsteine, feinkörnig
0,3	S 24		Sandsteine, feinkörnig, rötlich, mit etwas Muskovit und Pflanzenhäcksel
1,3			Siltsteine, grau
0,2	S 23		Sandstein, mittelkörnig, stark verfestigt, karbonatisch gebunden
0,4			Siltsteine, graugrün, mit Pflanzenhäcksel
0,2	S 22		Sandsteine, mittelkörnig, graubraun, mit etwas Mus- kovit und Pflanzenhäcksel
1,5			Sandsteine, feinkörnig, graugrün und braun, dünnspal- tend
2,0			Sandsteine und Siltsteine, dunkelgrau und grünlich, teil- weise plattig
5,0			Silt- und Tonsteine, grau und grauschwarz und Sand- steine, fein- bis mittelkörnig, rotbraun
1,5	S 21	A 14–15	Sandsteine, fein- und mittelkörnig, gelbbraun, mit Tonfetzen, Pflanzenhäcksel, schwach karbonatisch
1,2			Sandsteine, feinkörnig, schwarzbraun, stark kohlige La- gen, bröckelnd
1,8			Sandsteine, mittelkörnig, gelblich, feldspatführend und Siltsteine, grau
2,0			Sandsteine, feinkörnig, dunkelgrau, mit Pflanzenhäcksel
ca. 40,0			Profil nicht aufgeschlossen
5,5			Sandsteine, feinkörnig, graubraun, mit wenig Musko- vit und Pflanzenhäcksel
0,7	S 7		Sandsteine, feinkörnig, ockerfarbig, mit etwas Muskovit
1,2			Sandsteine, feinkörnig und Siltsteine, hellbraun und grau
0,7	S 6		Sandsteine, mittelkörnig, hellbraun, feldspatführend

Mächtigkeit m	Horizont	Probe	Gestein
Obere Lebacher Gruppe			
1,5	S 5		Sandsteine und Siltsteine, hellbraun
0,7			Sandsteine, feinkörnig, hellbraun
2,0			Sandsteine, feinkörnig, hellbraun und Siltsteine, grau und braun
0,9	S 4		Sandsteine, mittelkörnig, hell, feldspatführend
1,0			Siltsteine, grau
0,4			Sandsteine, mittelkörnig, braunrot, mit Fließwülsten
2,1			Siltsteine, grau, bröckelnd und Sandsteine, rotbraun
0,2			Sandsteine, feinkörnig, hellbraun, feldspatführend
0,1			Siltsteine, grau
0,9	S 3		Sandsteine, fein- bis mittelkörnig, ockerfarbig, feldspatführend, Pflanzenhäcksel
0,4			Sandsteine, feinkörnig, braun und Siltsteine, grau, Fließmarken, load casts
0,4			Sandsteine, mittelkörnig, ockerfarbig, Fließmarken
0,1	S 2		Siltsteine, grau
0,1			Sandsteine, feinkörnig, hellgrau und ocker, feldspatführend, Pflanzenhäcksel
0,5			Sandsteine, feinkörnig, grau und Tonsteine, grau, load casts, Pflanzenhäcksel
1,8	S 1	A 36—37	Sandsteine, feinkörnig, hellbraun, feldspatführend, Siltsteine eingeschaltet

Liegendes: Sedimentgesteine der Oberen Lebacher Gruppe

Profil am N. D. „Hockers-Fels“ bei Duchroth (R 08 120 H 16 880 bis R 08 120 H 17 160) (unter Berücksichtigung von HÄBICHT 1951 und REIS 1921)

Mächtigkeit m	Horizont	Probe	Gestein
Hangendes: Magmatit			
Grenzlager-Gruppe			
2,0	S 63	A 21, 20	Siltsteine, rot, bröckelnd
0,5			Siltsteine, grün, bröckelnd
3,0			Arkosen, mittelkörnig, grau, teilweise konglomeratisch, plattig-bankig, karbonatisches Bindemittel
3,0	S 62	A 22, 17	Arkose, mittelkörnig, graubraun, konglomeratisch, karbonatisches Bindemittel
1,0			Siltsteine, grau, bröckelnd, mit kalkigen Konkretionen
1,0			Siltsteine, eingeschaltet Kohleflöz mit Karbonatbank, schwarz

Untersuchungen an transparenten Schwermineralen im Rotliegenden

Mächtigkeit m	Horizont	Probe	Gestein
3,0	S 61		Arkose, teilweise als grobes Konglomerat ausgebildet, Gerölle bis 10 cm Durchmesser
ca. 5,0			von Schutt verdeckt
1,0	S 60		Arkosen und Konglomerate, grau
0,5			Siltsteine und Feinsandsteine, grüngrau
0,2			Karbonatbank, schwarz, nicht durchhaltend
0,8			Siltsteine, eingeschaltet Kohleflöz, Kalksteinbrocken mit Anthracosien
1,5	S 59		Konglomerat, braunrot, teilweise als grobe Arkose ausgebildet
			Grenzlager-Gruppe
			Tholeyer Gruppe
2,0			Sandsteine, feinkörnig und Siltsteine, graugrün, stark verfestigt, splittrig
0,8			Sandsteine, feinkörnig, braun, schräggeschichtet, plattig-dünnbankig
3,0			Siltsteine, grau und grauschwarz, bröckelnd
6,1	S 58	A 25, 24 A 23, A 6	Sandsteine, feinkörnig, hellgrau, teilweise rotbraun verfärbt, parallelgeschichtet, mit Muskovit, Pflanzenhäcksel
1,1	S 57		Sandsteine, mittelkörnig, graubraun, schräggeschichtet, Flecken von Eisenocker
1,7	S 56		Sandsteine, feinkörnig, graubraun, schräggeschichtet, Muskovit, Pflanzenhäcksel
0,4			Siltsteine, grau, mit Muskovit
1,2	S 55	A 27, 26 A 5	Sandsteine, feinkörnig, Muskovit stellenweise Tongallen
3,0			Siltsteine, grau, dünnspaltend, bröckelnd
1,6	S 54		Sandsteine, feinkörnig und Siltsteine, grau
2,2	S 53	A 38, 29 A 28, 4	Sandsteine, feinkörnig, hellgrau, feldspatführend, etwas kohlige Substanz, Bindemittel schwach karbonatisch
1,4	S 52	A 3	Sandstein, grobkörnig, hellgrau, konglomeratisch, schräggeschichtet
0,4			Arkose, mittelkörnig, hellgrau, wenig verfestigt, konglomeratische Einschaltungen
9,0	S 51	A 2	Arkosen, mittel- bis grobkörnig, dickbankig, konglomeratische Einschaltungen linsenförmig, Schrägschüttung
1,5	S 51 a		Sandsteine, mittelkörnig, grau, schwach karbonatisch gebunden, schräggeschichtet
1,0			Siltsteine, grau, bröckelnd
0,8			Sandsteine, feinkörnig, grau, dünnplattig
4,0			Siltsteine, grau, dünnspaltend
5,0	S 50	A 30–31	Sandsteine, feinkörnig, hellgrau, plattig, schräggeschichtet, Pflanzenhäcksel

Liegendes: Sandsteine der Tholeyer Gruppe (S 38).

### Probennahme, Aufbereitung

Insgesamt wurden 37 Proben untersucht. Da wegen der dichten Probenfolge die Angabe von Rechts- und Hochwerten nicht möglich ist, werden die mit Nummern versehenen Proben (z. B. A 14) bestimmten Horizonten (z. B. S 20) zugeordnet und in den angegebenen Profilen aufgeführt.

Die Probenmenge betrug jeweils ca. 1 kg. Davon wurden 200 bis 300 g in einem Backenbrecher vorzerkleinert und anschließend bei mäßiger Temperatur (80°C) getrocknet. Das Material wurde, wenn nötig, in einem Mörser weiter zerkleinert, bis der Aggregatanteil unter 5% abgesunken war. Auf eine Vorbehandlung mit HCl oder anderen Chemikalien wurde verzichtet, um Veränderungen im Schwermineralbestand, insbesondere die Auflösung von Apatit auszuschließen. Die Abtrennung der Schwerminerale erfolgte mit Bromoform (2,88 g/cm<sup>3</sup>) in Scheidetrichtern.

Vorversuche ergaben, daß die Fraktion 63–200 µ als Hauptschwerminerallieferant anzusehen war. Die Fraktion 200–630 µ lieferte nur in einigen Fällen, die Fraktion < 63 µ nur in einem Fall eine verwertbare Menge Schwerminerale. Nach der Abtrennung wurden die Schwerminerale getrocknet und gewogen und Dauerpräparate durch Einbettung in Monsanto-Aroclor 4465 mit  $n = 1,66$  hergestellt. Pro Präparat wurden, wenn möglich, 300 Körner ausgezählt.

### Schwermineralinhalt

Der prozentuale Anteil der Schwerminerale an den untersuchten Sedimentgesteinen ist gering. Die Schwermineralanteile liegen in der Fraktion 63–200 µ zwischen 10<sup>0</sup> und 10<sup>-3</sup> Gewichts-%, in der Fraktion 200–630 µ zwischen 10<sup>-1</sup> und 10<sup>-3</sup> Gew.-%. Das entspricht einem durchschnittlichen Gesamtschwermineralgehalt der untersuchten Sandsteine von ca. 10<sup>-1</sup> Gew.-%. Der Schwermineralgehalt ist starken Schwankungen unterworfen. Der Hauptanteil findet sich überwiegend in der Fraktion 63–200 µ. Die mittleren Durchmesser der Schwerminerale liegen in der Fraktion 63–200 µ bei 0,10–0,15 mm, in der Fraktion 200–630 µ bei 0,25–0,30 mm. Qualitativ gesehen handelt es sich bei den transparenten Schwermineralen um eine Vergesellschaftung von Zirkon, Turmalin, Rutil mit Granat, Anatas und Apatit.

### Opake Schwerminerale, vererzte Leichtminerale

Die opaken Schwerminerale wurden nicht näher untersucht. Bei den Erzen dürfte es sich vor allem um Eisenminerale wie Hämatit, Limonit, Magnetit und Ilmenit handeln (LENZ 1965, S. 81; THEUERJAHR, mündl. Mittl.). Die Opakminerale haben durchweg einen hohen Anteil an den gesamten Schwermineralen. Beim Trennungsgang mit Bromoform gerieten oft größere Mengen von vererzten Leichtmineralen in die Schwermineralfraktion. Sie wurden im allgemeinen nicht bestimmt. In einem Fall stieg der Anteil vererzter Leichtminerale an der Schwermineralfraktion auf 88 Häufigkeits-%. Eine Röntgenaufnahme ergab, daß es sich um Dolomit handelte, der aufgrund seiner hohen Dichte leicht in die Schwermineralfraktion geraten kann.

### Zirkon

Der stabile Zirkon wird in allen untersuchten Proben angetroffen; er ist das häufigste der transparenten Schwerminerale. Während der Zirkon in der Fraktion 63–200 µ mit durchschnittlich 40 Häuf.-% immer auftritt, fehlt er in der gröberen Fraktion 200–630 µ fast völlig. Die durchschnittliche Korngröße liegt bei 0,1 mm und ist keinen großen



Schwankungen unterworfen. Der Zirkon ist durchweg farblos; rosafarbene Exemplare bilden eine Ausnahme. Die Körner sind nur selten mit Erz überkrustet. Zonarbau wurde manchmal beobachtet.

Nach der Gestalt lassen sich drei Haupttypen des Zirkons unterscheiden, die KONRAD (1965, S. 74) in ähnlicher Weise für die Tholeyer Gruppe aufgestellt hat (Abb. 3).

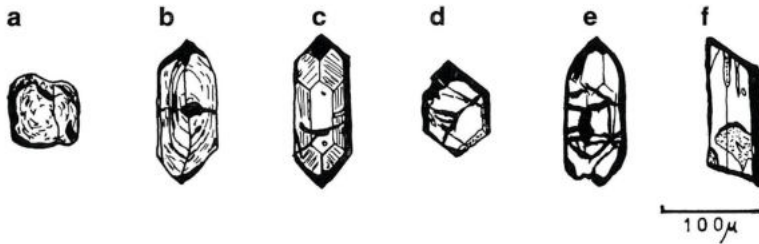


Abb. 3: Haupttypen und Verwitterungsformen des Zirkons

a: gerundeter Kristall; b: Zonarbau; c: idiomorpher Kristall; d, e, f: verschiedene Formen hypidiomorpher Kristalle.

### 1. Idiomorphe Kristalle

a) langprismatische    b) kurzprismatische

Die idiomorphen Kristalle haben den geringsten Anteil. Die häufigste Tracht bildet die Kombination von Prismen nach  $\{100\}$  mit Bipyramiden nach  $\{111\}$ ; diese Ausbildung ist bei lang- und kurzprismatischen Kristallen zu beobachten. Die Prismen können (durch mechanische Beanspruchung bei der Aufbereitung?) quer gebrochen sein.

2. Hypidiomorphe Kristalle stellen den größten Anteil. Hierzu zählen Exemplare, die deutlich sichtbare Kristallflächen aufweisen, aber unvollständig in der Form sind und mindestens eine beginnende Rundung von Ecken und Kanten zeigen. Die Oberfläche ist oft uneben, von unregelmäßigen Furchen quer zur  $c$ -Achse und langgestreckten Ätzzillen parallel zur  $c$ -Achse durchsetzt. Die beschränkte Löslichkeit beruht nach TRÖGER (1967, S. 126) möglicherweise auf der Bildung des Komplexes  $ZrO(CO_3)_2^{2-}$ . Die Zirkone weisen häufig transparente Einschlüsse auf. In Frage kommen neben solchen unregelmäßiger Gestalt, die als Flüssigkeits- oder Gaseinschlüsse gedeutet werden, auch solche kleiner Zirkonkristalle, meist parallel zur  $c$ -Achse.

Panxenomorphe Kristalle: Ihr Anteil ist beträchtlich. Zonarbau konnte nicht beobachtet werden. Neben farblosen finden sich selten auch rosa gefärbte Körner. Kristallflächen sind nicht ausgebildet. Der Rundungsgrad bewegt sich zwischen gut angerundet und gut gerundet. Die Oberfläche ist meist glatt. Exemplare mit Ätzzillen treten untergeordnet auf. Einschlüsse sind kaum zu beobachten.

### Turmalin

Der Turmalin tritt in allen untersuchten Proben auf. Sein Anteil beträgt in der Fraktion 63–200  $\mu$  2,5–25,0 Häuf.- $\%$ . Die Schwankungen sind mit denen des Zirkons aus gleichen Proben nicht zu parallelisieren. In der Fraktion 200–630  $\mu$  steigt der Anteil des Turmalins auf 33–69 Häuf.- $\%$  an. Die mittleren Durchmesser des Turmalins liegen in der Fraktion 63–200  $\mu$  bei 0,09–0,15 mm, in der Fraktion 200–630  $\mu$  bei 0,25–0,30 mm.

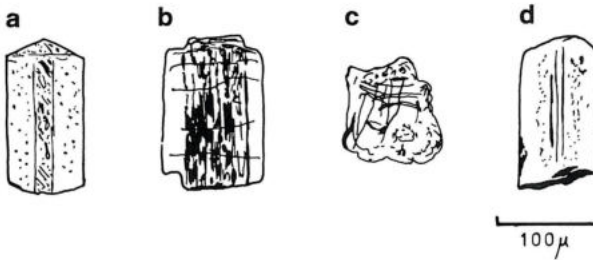


Abb. 4: Haupttypen und Verwitterungsformen des Turmalins  
 a: idiomorpher Kristall; b, d: prismatische Formen; c: panxenomorpher Kristall.

Der Turmalin besitzt einen ausgeprägten Pleochroismus. Die Intensität des Pleochroismus hängt entscheidend von der Lage des Kristalls im Präparat ab (Beobachtungsrichtung). Braune Farbtöne überwiegen bei weitem. Eine untergeordnete Rolle spielen schwarzbraune Kristalle, selten sind grüne, graue und bläuliche Farben. Nach der Morphologie lassen sich drei Haupttypen von Turmalinen unterscheiden (Abb. 4):

1. Idiomorphe Kristalle: sie sind äußerst selten.
2. Prismatische (hypidiomorphe) Kristalle: es handelt sich um beidseitig quer gebrochene Prismen oder solche mit ausgebildeten Kopfflächen auf einer Seite. Die Kanten sind mehr oder weniger stark gerundet. Teilweise ist eine Längsstreifung festzustellen.
3. Panxenomorphe Kristalle: hier läßt sich keine Eigengestalt mehr erkennen. Die Rundungsgrade bewegen sich zwischen eckig und gut gerundet, wobei das Maximum bei den gut gerundeten Körnern liegt. Die panxenomorphen Exemplare stellen den Hauptanteil der Turmaline.

Die Turmaline weisen sehr häufig Einschlüsse auf. Dabei handelt es sich entweder um gestreckte oder nadelförmige, transparente, regellos verteilte Kristalle unbekannter Minerale oder um opake Einschlüsse parallel zur c-Achse. Im Gegensatz zum Zirkon wurden keine Korrosionsspuren festgestellt.

#### Granat (Abb. 5)

Der Granat kommt in den untersuchten Proben sehr häufig vor. Seine Anteile schwanken jedoch stark: in der Fraktion 63–200  $\mu$  von 0–55 Häuf.- $\%$ , in der Fraktion 200–630  $\mu$  von 9–65 Häuf.- $\%$ . Die mittleren Durchmesser der Granate liegen in der Fraktion 63–200  $\mu$  bei 0,15 mm, in der Fraktion 200–630  $\mu$  bei 0,30 mm. Die Tatsache,



Abb. 5: Verschiedene Verwitterungsformen des Granats

daß sie damit die anderen Schwerminerale übertreffen, liegt nicht etwa in der höheren Transportstabilität begründet, sondern in den schon im Ursprungsgestein vorliegenden größeren Durchmessern (GRIMM 1965, S. 13). Die Granate sind überwiegend farblos.

Seltene rosafarbene Individuen lassen vermuten, daß es sich um Vertreter der Pyral-spitreihe handelt (LENZ 1965, S. 83). Die Granate liegen als Verwitterungsformen vor.

Frische Bruchstücke finden sich nur vereinzelt. Charakteristische Erscheinungen sind parallele Säulen mit aufgesetzten Dreiecken oder, in der Aufsicht, polygonale Muster und Hohlräume sowie treppenartige Absätze (GRIMM 1973, S. 118). Braune und schwarzbraune Flecken werden von GRIMM (1973, S. 118) als limonitische Residuate der Kornauflösung gedeutet. Die Granate sind meist eckig oder nur wenig gerundet.

Aufgrund ihrer Kristallstruktur neigen die Granate am ehesten von allen beobachteten Schwermineralen zur Bildung isometrischer Körner. Gestreckte Formen sind seltener. Einschlüsse wurden kaum beobachtet.

### Rutil

Der Rutil ist in fast allen Proben vertreten. Ähnlich wie beim Zirkon beschränkt sich sein Vorkommen im wesentlichen auf die Fraktion 63–200  $\mu$ , wo sein Anteil 1–15 Häuf.-% ausmacht. Die durchschnittliche Korngröße des Rutils liegt mit 0,11–0,12 mm leicht über derjenigen des Zirkons. Die Rutile sind oft mit Erz überkrustet oder von so dunkler Eigenfarbe, daß sie nur bei starker Beleuchtung im Durchlicht erkannt werden.



Abb. 6: Verschiedene Verwitterungsformen des Rutils.

Pleochroismus ist immer zu beobachten. Beim Rutil treten zwei Farbtypen auf, eine goldbraune Varietät mit Spielarten nach gelb und braun und eine rotbraune Varietät mit Farbänderungen nach tiefrot und schwarz. Die Farbtintensität hängt nach TRÖGER (1967, S. 118) vom Eisengehalt ab, der bis zu 10 Gew.-% (Ferro-Oxid) betragen kann.

Nach der Morphologie lassen sich ebenfalls zwei Gruppen von Rutilen unterscheiden (Abb. 6):

1. Prismatische Körner, teilweise mit ausgebildeten Kristallflächen, meist kantengerundet.
2. Körner ohne Eigengestalt, bestenfalls etwas gestreckt, sonst rundlich, mit verschiedenen Rundungsgraden, überwiegend gut gerundet bis gerundet.

Die Spaltbarkeit, die nach  $\{110\}$  und  $\{100\}$  ausgebildet ist, wird beim goldbraunen, helleren Farbtyp besser erkannt. In einem Fall konnte ein Herzzwilling nach  $\{301\}$  festgestellt werden. Kristalleinschlüsse wurden nicht beobachtet.

## Anatas

Das Vorkommen von Anatas beschränkt sich auf die Fraktion 63–200  $\mu$  und hier auf vereinzelte Exemplare. Der Anatas ist stets idiomorph in tafeligen Kristallen nach  $\{001\}$  ausgebildet. Die Kristalle sind überwiegend farblos, manchmal auch gelblich. Vermutlich handelt es sich beim Anatas um Neubildungen im Verlauf der Diagenese (TRÖGER 1967, S. 120) oder Verwitterung.

## Apatit

Der Apatit ist bis auf eine Ausnahme in allen Proben vertreten. Die Anteile können allerdings beträchtliche Schwankungen aufweisen; die Spanne reicht in der Fraktion 63–200  $\mu$  von  $< 10$ –70 Häuf.- $\%$ , in der Fraktion 200–630  $\mu$  von 3–30 Häuf.- $\%$ . Der Apatit ist durchweg farblos. Die wesentlich niedrigere Doppelbrechung unterscheidet ihn in den Streupräparaten von Calcit und Dolomit. Eine Verwechslung mit Quarz ist unter Umständen möglich, wenn kein einwandfreies Achsenbild erzielt werden kann. Der Apatit ist manchmal optisch zweiachsig. Idiomorphe Kristalle sind äußerst selten. Fast ebenso spärlich wie diese sind gut gerundete Körner. Den Hauptanteil stellen verschiedene Verwitterungsformen (Abb. 7). Neben Einschlüssen unregelmäßiger Gestalt (Flüssigkeiten, Gase) wurden kleine Zirkonkristalle beobachtet. Die Einschlüsse sind häufig parallel zur c-Achse angeordnet.

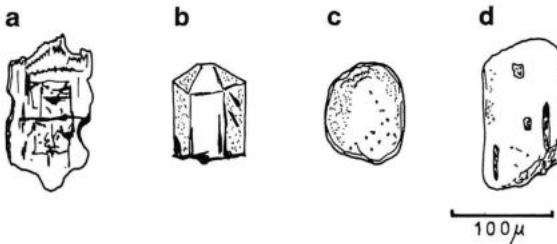


Abb. 7: Formen des Apatits.

a, d: Verwitterungsformen mit unterschiedlichem Auflösungsgrad; b: nahezu idiomorpher Kristall; c: gut gerundetes Korn.

## Sonstige Schwerminerale

In Einzelfällen bestand Verdacht auf Monazit. Wegen der Ähnlichkeit seiner optischen Eigenschaften mit denen des Zirkons ist er (als farblose Varietät) mit diesem leicht zu verwechseln. Ob die „rauhe Oberfläche“ (KONRAD 1965, S. 76) als hinreichendes Unterscheidungsmerkmal vom Zirkon dienen kann, erscheint fraglich.

Vereinzelte Körner von blättrigem Habitus wurden mit Vorbehalt als Chloritoide angesehen. Sie sind grünlich gefärbt, optisch zweiachsig positiv und weisen keine Kristallflächen auf. Die Lichtbrechung beträgt etwas mehr als 1,7.

## Schlußfolgerungen

Die Schwermineralvergesellschaftung des untersuchten Profils beschränkt sich auf die Kombination der stabilen Schwerminerale Zirkon, Turmalin, Rutil mit Granat und Apatit. Anatas kommt akzessorisch vor.

**Stratigraphie**

Abb. 8 zeigt an Hand repräsentativer Proben die möglichen Spannweiten in der Zusammensetzung der Schwerminerale auf. Dominierend ist der Zirkon, dem mit Abstand Apatit, Turmalin und Rutil folgen. In einigen Proben tritt der Granat an die zweite Stelle. Der Anteil des Granats ist aber starken Schwankungen unterworfen; in weiten Bereichen fehlt er völlig. (Über ähnliche Schwankungen des Granatanteils von Rotliegendensedimenten in Hessen berichtet FABER 1975, S. 284.) Nur der oberste Teil des untersuchten Profils dicht unter den Laven der Grenzlager-Gruppe weist einen konstant hohen Granatanteil von 20–25 Häuf.-% auf. Ob dieser Tatsache ein stratigraphischer Wert beizumessen ist, bleibt unsicher, da eine Untersuchung der Sandsteine im Hangenden der Laven bisher nicht erfolgte.

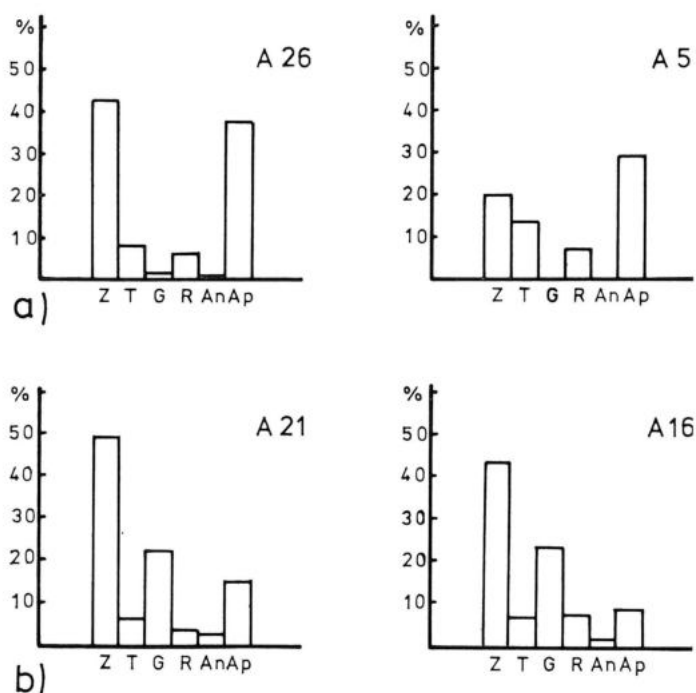


Abb. 8: Anteile transparenter Schwerminerale, Fraktion 63–200  $\mu$ , Angaben in Häuf.-%.  
A 26 u. A 5: Tholeyer Gruppe (S 55), A 21 u. A 16: Grenzlager-Gruppe (S 63).

Für das Verhalten bestimmter Schwerminerale innerhalb eines Horizonts lassen sich keine Regeln aufstellen. Abb. 8 b zeigt – bei unterschiedlichem Anteil der gesamten Schwerminerale – recht konstante Verhältnisse der Schwerminerale an verschiedenen Stellen im gleichen Horizont. Die Konstanz der Zusammensetzung erstreckt sich sowohl auf Proben, die lateral wie vertikal zueinander versetzt entnommen wurden. Die in Abb. 8 a gegenübergestellten Proben, die aus einem anderen Horizont entnommen wurden, zeigen aber, daß auch große Unterschiede in der Schwermineralzusammensetzung auf engem Raum möglich sind. Aufgrund dieser Ergebnisse ist es unmöglich,

stratigraphische Aussagen zu machen. Diese Feststellung gilt sowohl für die Bestätigung von Grenzen lithologischer Einheiten als auch für die stratigraphische Korrelation über kürzere und längere Strecken. Diese, teilweise schon von KONRAD (1965, S. 78) für die Tholeyer Gruppe getroffenen Feststellungen können insoweit auch auf die Lebacher Gruppe und die Grenzlager-Gruppe ausgedehnt werden.

### Transport

„Körner mit Durchmessern von 0,1–0,2 mm werden in normalen turbulent-laminaren Wasserströmungen weitgehend schwebend transportiert“ (GRIMM 1965, S. 11). Schleifende und stoßende Einwirkungen spielen keine entscheidende Rolle. Beim Transport über viele Kilometer ist die Zunahme des Rundungsgrades gering einzuschätzen (GRIMM 1965). Das heißt, daß zumindest der gut gerundete Teil der stabilen Minerale Zirkon, Turmalin und Rutil einen langen Transportweg hinter sich haben muß. Die „Länge“ des Transports resultiert aber wahrscheinlich weniger aus der Entfernung zum Liefergebiet als aus mehrfachen Aufarbeitungs- und Umlagerungsvorgängen.

### Verwitterung, Diagenese

Ein Vergleich der Untersuchungen von SINDOWSKI (1949, S. 8), WIESENER (1953, S. 371), PETTIJOHN (1941, S. 618), LUDWIG (1969, S. 229), GRIMM (1965, S. 28) und FÜCHTBAUER (1970, S. 36) ergibt folgendes Resultat: die Autoren sind sich einig, daß die Minerale Zirkon, Turmalin und Rutil gegen Verwitterung und Diagenese sehr stabil sind. Das kann bestätigt werden. Bezüglich Granat und Apatit sind die Meinungen nicht einhellig. Beide Minerale werden zu den instabilen Vertretern gezählt, wobei die Resistenz gegen Diagenese allgemein etwas günstiger beurteilt wird als diejenige gegen Verwitterung. In den untersuchten Proben wiesen die Granate immer, die Apatite häufig Lösungsspuren auf. Diese werden nach GRIMM (1973, S. 116) als Verwitterungserscheinungen gedeutet. Unklar bleibt jedoch, ob die Verwitterung bereits vor oder während der Sedimentation erfolgte. Die Vermutung von FABER (1975, S. 284), daß sich ein gewisser Kalkgehalt der Sedimente günstig auf die Erhaltung der Granate auswirkt, findet in eigenen Beobachtungen ihre Bestätigung.

### Muttergesteine und Liefergebiete

Die Zirkon-Turmalin-Rutil-Gesellschaft ist, soweit es die gerundeten Exemplare betrifft, als sedimentäre Rest-Vergesellschaftung zu deuten (GRIMM 1965, S. 7), die sich von Sedimenten als Muttergesteinen ableitet. Der übrige Teil der ZTR-Gesellschaft in der Kombination mit Apatit und Biotit läßt darauf schließen, daß es sich bei den Liefergesteinen überwiegend um granitoide Magmatite handelt. Die Aussagen von LENZ (1965, S. 86) und KONRAD (1965, S. 82) werden damit bestätigt. Da die Schwermineralvergesellschaftung, qualitativ betrachtet, verhältnismäßig konstant ist, wird ein einheitliches Liefergebiet im Süden oder Südosten angenommen, in Betracht kommen Vogesen und Schwarzwald.

Es bleibt zu klären, ob der Granatanteil den Rückschluß auf zusätzliche Schüttungen aus metamorphen Liefergebieten zuläßt, da keine anderen Minerale der metamorphen Fazies auftreten. KONRAD (1965, S. 82) weist darauf hin, daß Granate auch in Graniten vorkommen können. Da bei anderen Bearbeitern (GRIMM 1965, S. 8; LENZ 1965, S. 86) keine einheitliche Meinung über den Leitwert des Granats für die Beurteilung möglicher Liefergesteine besteht, wird auf eine Aussage verzichtet.

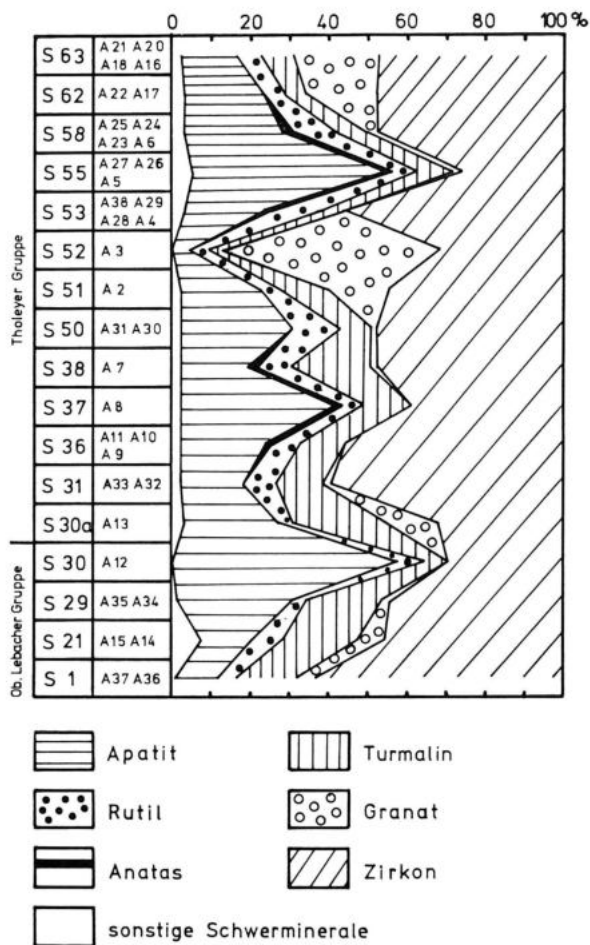


Abb. 9: Schwermineral-Verteilung von der Oberen Lebacher Gruppe bis zur Grenzlager-Gruppe, Straße Odernheim-Duchroth. Angaben in Häuf.- $\%$ .

## Schriften

- ATZBACH, O. & GEIB, K. W. (1972): Zur Gliederung des sedimentären Oberrotliegenden (Nahe-Gruppe) in der Nahe-Mulde. — Mainzer geowiss. Mitt., **1**, S. 9–16, 5 Abb., Mainz.
- CORRENS, C. W. (1968): Einführung in die Mineralogie, 2. Aufl., 458 S., 391 Abb., 1 Taf., Berlin & Heidelberg (Springer).
- FABER, P. (1975): Schwermineraluntersuchungen im Rotliegenden der Wetterau (Hessen). — Notizbl. hess. Landesamt Bodenforsch., **103**, S. 279–290, 2 Abb., 1 Tab., 1 Taf., Wiesbaden.

- FALKE, H. (1954): Die Sedimentationsvorgänge im saarpfälzischen Rotliegenden. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **36**, S. 32–53, 1 Abb., Stuttgart.
- (1974): Das Rotliegende des Saar-Nahe-Gebietes. — Jber. Mitt. oberrhein. geol. Ver., N. F., **56**, S. 1–14, 3 Abb., Stuttgart.
- FÜCHTBAUER, H. & MÜLLER, G. (1970): Sedimente und Sedimentgesteine. Sedimentpetrologie, Teil II. 726 S., 326 Abb., 66 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).
- GRIMM, W.-D. (1965): Schwermineralgesellschaften in Sandschüttungen, erläutert am Beispiel der süddeutschen Molasse. — Bayer. Akad. Wiss., Abh., N. F., **121**, 135 S., 3 Abb., 10 Beil., München.
- (1973): Stepwise heavy mineral weathering in the Residual Quartz Gravel, Bavarian Molasse (Germany). — Contr. Sedimentology, **1**, S. 103–125, 9 Abb., Stuttgart.
- HABICHT, H. (1951): Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen im Bereich des Meßtischblattes Meisenheim. Diss., 189 S. — [unveröffentl.].
- HÄFNER, F. (1974 a): Stratigraphisch-tektonische Untersuchungen am Gangelsberg bei Oberhausen (Nahe). Dipl.-Kartierung, 21 S., 23 Abb., 1 Kte., Mainz. — [unveröffentl.].
- (1974 b): Die transparenten Schwerminerale in sandigen Sedimenten des Rotliegenden bei Odernheim/Glan (Saar-Nahe-Gebiet). Dipl.-Arbeit, 47 S., 10 Abb., 13 Taf., 5 Beil., Mainz. — [unveröffentl.].
- KONRAD, H. J. (1965): Die Tholeyer Gruppe ( $ru_3$ ) an der Südostflanke des Pfälzer Sattels. Diss., 95 S., 21 Abb., 1 Kte., Mainz. — [unveröffentl.].
- LENZ, R. (1965): Die Remigiusberger Schichten östlich Dirmingen (Saarland) und im Bereich der Pfälzer Kuppeln. Diss., 118 S., Mainz. — [unveröffentl.].
- LUDWIG, G. (1969): Zur Vergleichbarkeit von Schwermineraluntersuchungen. — Ber. dt. Ges. geol. Wiss., B **14**, S. 219–241, 7 Abb., 5 Tab., Berlin.
- NEGENDANK, J. F. W. (1967): Untersuchungen an den Kernproben der Bohrung Olm 1 und Vergleich der in dieser Bohrung auftretenden Magmatite mit Proben tertiärer und permischer (rotliegender) Magmatite aus dem Oberrheingraben und dem Sprendlinger Horst. Diss., 168 S., 43 Abb., Mainz. — [unveröffentl.].
- PETTIJOHN, F. J. (1941): Persistence of heavy minerals and geologic age. — J. Geol., **49**, S. 610–625, 4 Abb., 2 Tab., Chicago.
- REIS, O. M. (1921): Erläuterungen zu dem Blatte Donnersberg (Nr. XXI) der Geognostischen Karte von Bayern 1:100 000. 320 S., 100 Abb., München (Piloty & Loehle).
- REIS, O. M. & SCHUSTER, M. (1920): Die Umgebung des Lembergs und Bauwalds zwischen Münster a. Stein, Altenbamberg und Odernheim. — Geogn. Jh., **31/32**, S. 299–348, 26 Abb., 1 Kte., München.
- SCHÄFER, K. H. (1965): Sedimentpetrographische und geochemische Untersuchungen in den Basisschichten des Oberrotliegenden der SE-Flanke des Pfälzer Sattels. Diss., 146 S., 58 Abb., Mainz. — [unveröffentl.].
- SINDOWSKI, K. H. (1949): Results and problems of heavy mineral analysis in Germany: A review of sedimentary-petrological papers, 1936–1948. — J. Sediment. Petrol., **19**, S. 3–25, 4 Abb., Tulsa/Okla.



- TRÖGER, W. E. (1967): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil II, Textband. 822 S., 259 Abb., 16 Tab., Stuttgart (Schweizerbart).
- (1971): Optische Bestimmung der gesteinsbildenden Minerale, Teil I, Bestimmungstabellen. 188 S., 376 Abb., 3 Beil., Stuttgart (Schweizerbart).
- WIESENER, H. (1953): Über die Veränderungen des Schwermineralbestandes der Sedimente durch Verwitterung und Diagenese. – Erdöl und Kohle, 6, S. 369–372, 1 Taf., Hamburg.

Anschrift des Verfassers: Dipl.-Geol. FRIEDRICH HÄFNER, Geologisches Institut der Universität, Saarstraße 21, D-6500 Mainz.

Manuskript eingegangen am 15. 1. 1976