

# Die geologischen Verhältnisse des Rheinkraftwerks Albbruck-Dogern

Autor(en): **Friedlaender, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen  
= Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie**

Band (Jahr): **14 (1934)**

Heft 1

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-14642>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Die geologischen Verhältnisse des Rheinkraftwerks Albruck-Dogern

von *C. Friedlaender* in Zürich

## UEBERSICHT

	Seite
A. Allgemeines, Technisches . . . . .	296
B. Geologie . . . . .	299
Uebersicht . . . . .	299
Stauwehr . . . . .	299
Werkkanal . . . . .	301
Maschinenhaus . . . . .	305
C. Petrographische Beschreibung der im Werkkanal anstehend angetroffenen kristallinen Gesteine . . . . .	305
Granulit . . . . .	307
Pegmatite und Aplite . . . . .	308
Lamprophyre . . . . .	309
Minetten . . . . .	309
Biotit-Kersantit . . . . .	312
Injektionsgneise . . . . .	312
relativ frische Gneise . . . . .	313
stark unfrische Gneise . . . . .	313
Biotit-Amphibolit . . . . .	315
Tremolit-Karbonatfels . . . . .	315

## ZUSAMMENFASSUNG

In ca. 3 $\frac{1}{2}$  km langem Werkkanal wird das mit einem Wehr bei Leibstadt-Dogern gestaute Wasser zum Maschinenhaus nach Albruck geleitet. Die mittlere jährliche Energieproduktion soll 470 Mill. kWh betragen.

Fundierung des Stauwehrs im Wellenkalk, des Maschinenhauses im Kristallin des Schwarzwald-Massivs. Im Werkkanal wurden durch Sprengungen gute Aufschlüsse im Kristallin geschaffen. Beschreibung der angetroffenen Gesteine. Neu für südlichen Schwarzwald akzessorisch Monazit festgestellt. In den stark unfrischen Gneisen ist hauptsächliches Umwandlungsprodukt der Feldspate Sericit.

### A. Allgemeines, Technisches

Das Kraftwerk Albruck-Dogern soll die Wasserkräfte des Rheins von Koblenz-Waldshut bis zum Rückstau des Kraftwerks Laufenburg ausnützen. Die

Strecke ist ca. 12 km lang, das nutzbare Gefälle beträgt bei der Zentrale Albruck im Mittel 10 m. Die Zentrale wird mit 3 Kaplan-turbinen mit je 300 m<sup>3</sup>/sek, zusammen also 900 m<sup>3</sup>/sek, Schluckfähigkeit ausgerüstet, die mit Drehstromgeneratoren von ca. 10'000 V Spannung direkt gekuppelt werden. Die maximale Leistung beträgt 66'500 kW, die mittlere jährliche Energieproduktion soll 470 Mill. kWh betragen.

Die Konzession wurde von Herrn Dr. H. E. GRUNER, Basel, der das Projekt aufgestellt hat, gemeinsam mit der Maschinenfabrik ESCHER WYSS & Co., Zürich, erworben. Bei Leibstadt-Dogern wird ein Stauwehr erstellt, ein ca. 3½ km langer Oberwasserkanal leitet zum Maschinenhaus bei Albruck, wo noch ein kurzer Ablaufkanal vorgesehen ist. Die Alb musste wegen ihres starken Geschiebeganges in einem Bogen nach rechts (W) verlegt werden. Für die Schifffahrt wird ein oberhalb vom Wehr abzweigender Kanal auf Schweizer Seite vorgesehen, der bei Schwaderloch eine Schleusenstufe von ca. 12 m haben wird. Die Bauarbeiten wurden im Herbst 1930 begonnen und im Herbst 1933 fertiggestellt<sup>1)</sup>.

Geographische Orientierung und Überblick über die Projektidee gibt die Skizze Fig. 1.

Da auch noch die Aare durch Einstau ihres untersten Gefälles in Anspruch genommen wird, ist der schweizerische (aargauische) Anteil der Kraftproduktion des Werkes Albruck-Dogern mit 54 % größer als der deutsche (badische) Anteil mit 46 %. Die Energie von Albruck-Dogern soll grösstenteils in Deutschland verwendet werden. Um von einer bundesrätlichen Ausfuhrbewilligung unabhängig zu sein, wurde ein Abkommen getroffen, wonach schweizerischerseits auf die Dauer der Konzession (80 Jahre) die Ausfuhr von Energie von Albruck-Dogern nach Deutschland in dem Umfange bewilligt wird, als der Freistaat Baden die Ausfuhr von Birsfelder Energie nach der Schweiz gestattet. Die Kantone Baselstadt und Baselland, die den Bau des Kraftwerks Birsfelden in Aussicht genommen haben, hätten daher für die ganze Dauer der Birsfelder Konzession die gesamte Birsfelder Energie zu ihrer Verfügung. Es verbleiben der Schweiz, d. h. dem Kanton Aargau, auch so immer noch 22 % der ganzen Energie, da das Kraftwerk Albruck-Dogern bedeutend grösser ist als das Kraftwerk Birsfelden. Für diese 22 % hat sich der Kt. Aargau Kapitalbeteiligung vorbehalten (12 % Aargauisches Elektrizitätswerk, 5 % Kraftwerk Laufenburg, 5 % Schweiz. Kreditanstalt). Die badische Kapitalquote von 78 % ist zum grössten Teil (77 %) von der Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerk A. G., Essen/Ruhr, übernommen worden. Sitz der Kraftwerksgesellschaft

<sup>1)</sup> Für nähere technische Angaben sei verwiesen auf:

J. OSTERWALDER, Das Rheinkraftwerk Albruck-Dogern. Schweizerische Wasser- und Energiewirtschaft, **XXIII**, 1931, 113—116.

H. E. GRUNER, Niederdruckkraftwerke (der Schweiz). Berichterstattung Weltkraftkonferenz, Basel 1926, Bd. I, 1.

E. MEYER-PETER (u. H. FAVRE, J. ACKERET), Modellversuche zur Ermittlung des günstigsten Längenprofils im Unterwasserkanal einer Niederdruckanlage, ausgeführt in der Versuchsanstalt für Wasserbau an der E. T. H., Schweiz. Bauzeitung, **96**, 1930, 230—233.

A. L. CAFLISCH, Die hydraulischen Maschinen der Wasserkraftwerke. Berichterstattung Weltkraftkonferenz, Basel 1926, Bd. I, 147—172.

Vergl. auch Schweiz. Bauzeitung **101**, 1933, S. 249.

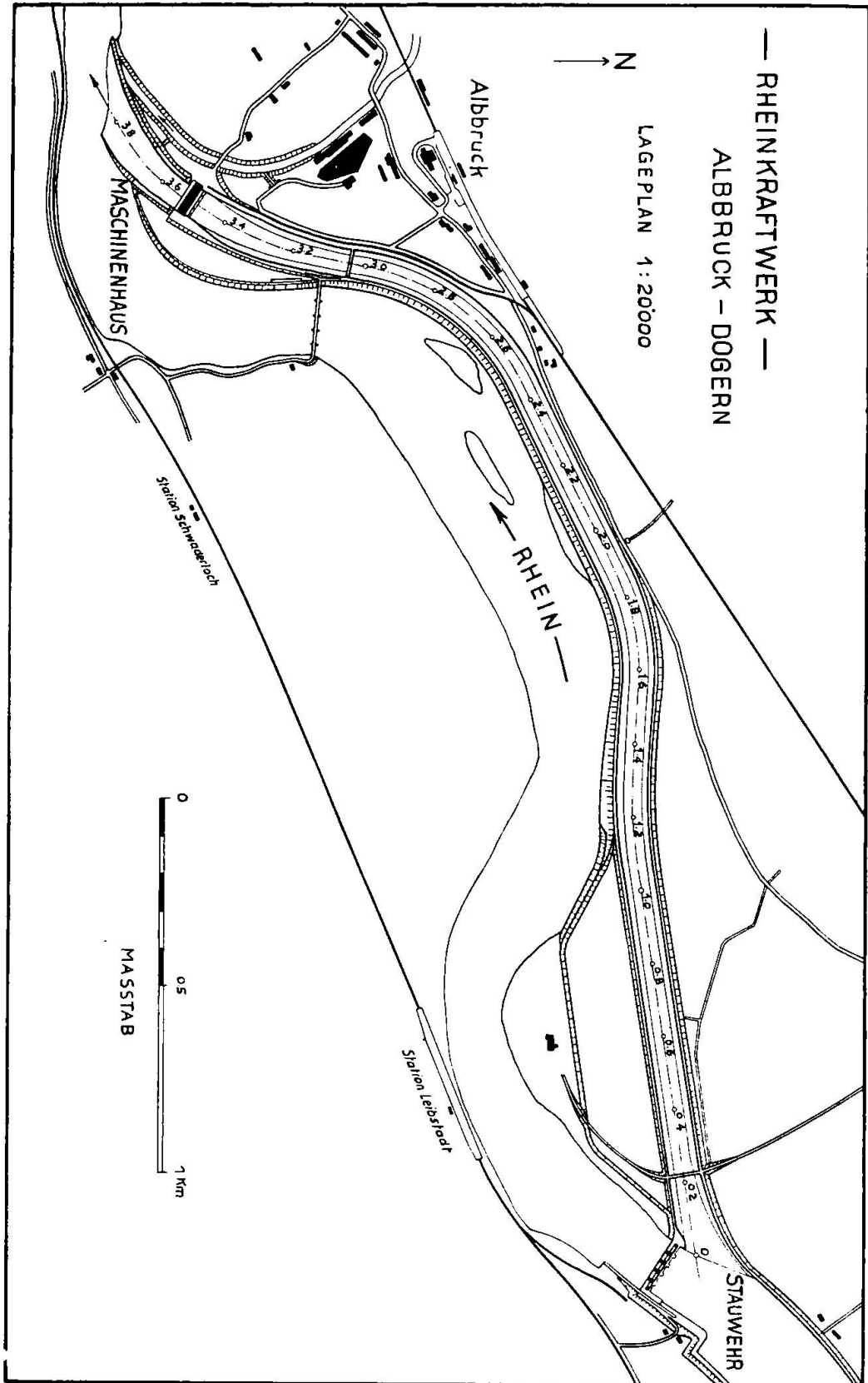


Fig. 1. Rheinkraftwerk Albrück-Dogern. Lageplan 1 : 20 000.

ist Waldshut (Baden). Das Aktienkapital beträgt 16 Mill. RM, dazu wurde ein Anleihen von 40 Mill. Fr. aufgenommen.

## B. Geologie

Über die geologische Lage der Kraftwerke am Oberrhein orientiert in grossen Zügen die Mitteilung von W. HOTZ und A. BUXTORF<sup>2)</sup>.

Auf der etwa 140 km langen Strecke von Schaffhausen bis Kembs hat der Rhein ein Gefälle von ca. 160 m. Für die Ausnützung dieses Gefälles sind 14 Kraftwerke vorgesehen, mit denen insgesamt über 1 Million PS gewonnen werden können. Sieben von diesen 14 Kraftwerken sind bereits im Betrieb: Eglisau (1920), Laufenburg (1914), Ryburg - Schwörstadt (1930), Rheinfelden (1898), Augst-Wyhlen (1912), Kembs (1932) und Albrück-Dogern (1933). Die Arbeit von H. HEUSSER<sup>3)</sup> beruht weitgehend auf den Ergebnissen der für diese Kraftwerke ausgeführten Sondierungen.

Das Kraftwerk Albrück-Dogern liegt am Südost-Ende des Schwarzwald-Massivs. Die kristallinen Gesteine versinken hier gegen E unter der Trias des Tafeljura. Die Fundierung des Wehrs von Leibstadt liegt bei Bernau in den Wellenbildungen des unteren Muschelkalk. Die Fundierung des Maschinenhauses Albrück liegt im Kristallin. Der Werkkanal liegt z. T. auch im Gneis und Granulit des Schwarzwald-Massivs.

Im Gebiet des Stauwehrs bei Leibstadt-Dogern wurden 1920—1923 vier Bohrungen ausgeführt. HEUSSER bespricht (a. a. O., S. 3 ff.) die von A. BUXTORF und W. HOTZ darüber abgegebenen Gutachten, so dass hier darauf verwiesen werden kann. Zum Schutz des Ufers und gegen Kolkungen wurden Kalksteinquader von den Steinbrüchen von Felsenau und Reuenthal verwendet und Betonierungen vorgenommen. An den Stellen der Pfeilerköpfe wurden Bohrungen ausgeführt. Wie bei den früheren Bohrungen ergab sich, dass unter den alluvialen Ablagerungen, Sanden und sandigen Tonen, und diluvialen Schottern, die in tieferen Lagen nagelfluhartig verfestigt sind, in ca. 10 m Tiefe graue, dünnschiefrige Mergel mit dünnplattigen Kalkbänkchen, mit *Lima lineata* (mittlerer-unterer Wellenkalk), darunter graue, schiefrige Mergel, sehr harte Schieferletten, sehr harter Kalk (Wellendolomit), sowie rote oder bunte feste Tone und Mergeltone mit wenig

<sup>2)</sup> W. HOTZ und A. BUXTORF, Die geologische Lage der Kraftwerke am Oberrhein. *Eclogae geol. Helv.*, Vol. 24, 1931, 233—240.

<sup>3)</sup> H. HEUSSER, Beiträge zur Geologie des Rheintals zwischen Waldshut und Basel (mit besonderer Berücksichtigung der Rheinrinne). *Beitr. z. geol. K. der Schweiz*, NF. 57, 1926.

mächtigen Sandsteineinlagerungen (Buntsandstein) anstehen. Die Bohrungen bestätigten ein schwaches Fallen der Schichten nach S. Die Ergebnisse der Bohrungen bei den Pfeilerköpfen VI (N) und II (S) seien hier kurz mitgeteilt.

Bohrung Pfeiler VI, Wehr Leibstadt.

	Pegelstände	+ 1.95 bis 1.11 m	
	Wassertiefe	0.50 bis 0.00 m	
Bohrung angesetzt auf Kote . . . . .			306.75
Grober Kies und Wacken . . . . .	1.80		304.95
Sand und mittelgrober Kies . . . . .	1.80		303.15
Feiner Sand . . . . .	0.50		302.65
Mittelgrober Kies, Nagelfluh (Kalk) . . . . .	2.00		300.65
Nagelfluh, Sand . . . . .	0.60		300.05
Letten (sandig), Wellenkalk aufbereitet, mit Sand vermischt . . . . .	0.20		299.85
Dunkelgrauer Mergel, weich, schiefrig . . . . .	1.30		298.55
do. mit Dolomitbänkchen . . . . .	1.30		297.25
Dunkelgrauer Tonmergel, weich, schiefrig . . . . .	5.25		292.00
Harte, poröse, wellige Kalkbank . . . . .	0.10		291.90
Grauer, dunkler Tonmergel, weich, schiefrig . . . . .	2.75		289.15
Lichtgrauer Kalkmergel, in schwach ge- neigten Schichten leicht spaltbar . . . . .	4.80		284.35
Dunkelgrauer Kalkmergel, härtere, mäch- tigere Schichten . . . . .	3.80		280.55
Crinoidenkalk, hart, licht . . . . .	1.30		279.25
Tonmergel, dunkelgrau, in feinen Schich- ten spaltbar . . . . .	2.70		276.55
Bleiglanzvorkommen . . . . .	0.50		276.05
Kalk, licht, kristallin . . . . .	1.20		274.85
Kalkmergel, lichtgrau, mittelhart . . . . .	1.90		272.95
Tonmergel, dunkelgrau, in Schichten spalt- bar . . . . .	1.60		271.35
Kalkmergel, grau, geschichtet, mittelhart . . . . .	0.80		270.55
do. sandig, Uebergang zu Buntsand- stein . . . . .	0.50		270.05
Buntsandstein, rot, geschichtet, die Schich- ten fallen wahrscheinlich gegen NE . . . . .	1.50		268.55
Ende Bohrung . . . . .			268.55

Bohrung Pfeiler II, Wehr Leibstadt.

	Pegelstände	+ 1.20 bis + 1.35
	Wassertiefe	5.15 bis 5.30 m
Bohrung angesetzt auf Rheinsohle Kote . . . . .		301.45

Nagelfluh . . . . .	1.00	
Kies und Sand, feine Nagelfluhschichten	1.20	300.45
Nagelfluh . . . . .	0.30	299.25
Tonmergel, weich, dunkelgrau . . .	0.50	298.95
Harte, poröse, wellige Kalkbank . . .	0.20	298.45
Tonmergel, mittelhart, lichtgrau . . .	0.35	298.25
do. weich, dunkelgrau, in dünnen Schichten brüchig, Schichten schwach fallend . . . . .	1.95	297.90
Dunkelgraue Schieferlage mit Terebrateln und <i>Pecten discites</i> . . . . .	0.10	295.95
Tonmergel, dunkelgrau, in dünnen Schich- ten brüchig, mittelhart . . . . .	0.75	295.85
Harte Dolomitbank, sandig, streifig . .	0.10	295.10
Tonmergel, dunkelgrau, in dünnen Schich- ten brüchig, mittelhart . . . . .	0.25	295.00
Ende Bohrung . . . . .		294.75

Die Fundierung der Pfeiler liegt — bei Kote 294 etwa — im Wellenkalk. Der Wellenkalk zeigt nicht einheitliche lithologische Ausbildung. Dunkle dünnschiefrige-bankige (bis  $\pm 30$  cm) schiefrige Mergel wechsellagern mit kompakteren, etwas härteren Kalkmergelbänken von 2—15 cm Mächtigkeit. Im östlichen Teil des Aufschlusses für das Fundament von Pfeiler V z. B. wurden im Profil zwischen Kote 293.90 und der 6.40 m darüber angetroffenen Oberkante des Wellenkalkes, die napf- und rillenförmige Erosionserscheinungen aufweist, 16 Kalkmergelbänke festgestellt. Gelegentlich führen diese Kalkmergellagen etwas Pyrit (z. B. auf Kote 295.90). Im Mittelstück des Aufschlusses für das Fundament von Pfeiler V wurde auf Kote 295.50 das Streichen des Wellenkalks bestimmt zu S 75 W — N 75 E; die Schichten fallen durchschnittlich mit 3—4° nach S (genauer S 15 E).

Es wurden verschiedentlich *Lima lineata* gefunden. Für die Bestimmung der z. T. etwas deformierten Exemplare bin ich Herrn Prof. L. ROLLIER zu Dank verpflichtet.

Sondagebohrungen beim Bahnhof Leibstadt (B. XVI) und westlich Bernau bestätigten die Annahme eines diluvialen Rheinbetts ca. 10 m tiefer als das jetzige und etwas mehr im S. (HEUSSER, a. a. O.)

Für den Werkkanal sind eine Anzahl Sondierungen vorgenommen worden und der Bau hat vorzügliche Aufschlüsse ergeben.

Am Ostende liegt das Einlaufbauwerk mit einer lichten Eintrittsweite von 215 m und einer Schwellenhöhe von ca. 5 m über der Rhein-

sohle, so dass Kies und Geschiebe mit Sicherheit vom Kanal ferngehalten werden. Die Tauchwand dieses Einlaufbauwerks taucht 1,50 m in das gestaute Wasser hinein und verhindert so den Zutritt von Geschwemmel. An das Einlaufbauwerk schließt sich ein ca. 225 m langes Einlaufbecken und an dieses der normale Oberwasserkanal an, mit einer Sohlenbreite von 47,20 m und Kanalböschungen von 6:7. Die Normalstrecke des Kanals ist 2,935 km lang und besitzt ein Sohlengefälle von 0,35 ‰. Die Wassergeschwindigkeit im Kanal beträgt maximal 1,90 m/sek. (OSTERWALDER, a. a. O., S. 115). Den Übergang vom Normalkanal zur Kraftzentrale bildet ein 350 m langes Vorbecken. Vom Ostende bis km 1,65<sup>4)</sup> verläuft der Werkkanal in alluvialen und diluvialen Schottern. Von km 1,65 bis km 2,75 liegt die Sohle des Werkkanals in anstehendem Kristallin. Über die petrographische Beschaffenheit der hier angetroffenen Gesteine wird weiter unten noch eingehender berichtet. Es sind im Wesentlichen Granulit und Injektionsgneise. Auf der ca. 1 km langen Strecke mit anstehendem Kristallin im Werkkanal waren zudem 16 Lamprophyrgänge festzustellen.

Von km 2,75 bis zu seinem Westende bei km 3,30 führt der Werkkanal wieder durch diluviale Schotter. Die Sondierbohrung (S<sub>1</sub>) für das Maschinenhaus ergab bei km 3,52 anstehenden Gneis auf Kote 289,00. Auf der Höhe von km 2,0 haben wir am Rheinufer anstehenden Gneis, der sich auf eine Strecke von etwa 150 m am Ufer verfolgen lässt. Der Gneis zeigt hier (Fuhlenbach und Rhein), sowie im Werkkanal bei km 2,6—2,7 (Alb?) etwa Erosionserscheinungen.

Bei folgenden Sondierungen in der Kanalaxe, die von C. SCHNARRENBERGER begutachtet wurden, wurde anstehender Fels angetroffen:

Bezeichnung der Bohrung	anstehender Fels auf Kote
bei km 1,857 P <sub>3</sub>	306,11
2,081 P <sub>10</sub>	310,48
P <sub>9</sub>	313,45
2,241 P <sub>12</sub>	313,45
2,255 P <sub>11</sub>	308,70
P <sub>13</sub>	305,67
2,685 P <sub>14</sub>	304,93
P <sub>2</sub>	308,06
2,75 P <sub>19</sub>	306,0
2,835 P <sub>15</sub>	302,48
3,52 S <sub>1</sub> Maschinenhaus	289,00

<sup>4)</sup> Alle weiterhin hier gemachten Kilometerangaben beziehen sich auf die Kilometrierung vom Werkkanal, gemessen vom Ostende aus. Vgl. Fig. 1 und Fig. 2.



Die Mächtigkeit der Überdeckung durch diluviale Schotter und Alluvium schwankt zwischen 0 m (bei km 2,1 etwa) und etwa 14 m.

Die Bohrung P<sub>3</sub> bei km 1,857 ergab:

311,01	2,21	sandiger Schlick
308,80	1,90	mittelgrober Kies mit Schlick und Sand
306,90	0,79	do. mit Wacken
306,11		anstehender Fels

Die Bohrung (P<sub>15</sub>) bei km 2,835 ergab:

314,68	3,00	lehmiger Sand mit Kies
311,68	1,00	Sand mit Kies, etwas lehmig
310,68	1,00	do. rein
309,68	0,50	Sand
309,18	0,50	Sand und Kies
308,68	2,20	reiner Sand mit feinem Kies
306,48	4,00	Kies
302,48		anstehender Fels

Ungefähr bei km 2,0 bis km 2,45 wurden auf Kote 313,8—313,0 Blöcke von Nagelfluh angetroffen — ein polygenes Konglomerat von im Wesentlichen durch Karbonat verkittetem Schotter. Die Zwischenräume zwischen den sehr verschieden grossen Geröllen sind z. T. nicht vollständig vom verkittenden Karbonat erfüllt. Die Bestandteile sind vorwiegend alpine Kalke, Molassesandstein, Quarzgerölle, Diorit-Amphibolit und roter Verrukano. Die z. T. ziemlich großen Blöcke zeigten selbst noch Rundungserscheinungen. Es sind wohl Gerölle von konglomeratischem Deckenschotter, die hier in der Niederterrasse liegen.

Besonderes Interesse beansprucht das durch den Werkkanal angeschnittene Grundgebirge. Zwischen km 1,65 und km 2,755 wurden etwa 280,000 m<sup>3</sup> Fels losgesprengt. Der dadurch geschaffene Aufschluss gab einen guten Einblick in die petrographischen Verhältnisse dieses Teils des südlichen Schwarzwalds. Freilich handelt es sich dabei um Bestätigungen und Erweiterungen und nicht um prinzipiell Neues<sup>5)</sup>.

<sup>5)</sup> S. K. RAY, Geological and Petrographic Studies in the Hercynian Mountains around Tiefenstein, Southern Black Forest, Germany. London, 1925 und Diss. Univ. Zürich 1925.

Im östlichen Teil, von km 1,65 bis 2,2 etwa, macht der Granulit etwa die Hälfte der durch den Kanal angeschnittenen Strecke aus, im westlichen etwa  $\frac{1}{10}$ . Der Anteil von Granulit am Gesamtaufschluss nimmt ab, je weiter wir gegen W vorgehen. Im Aufschluß Maschinenhaus Albrück km 3,52 steht bei Kote 289,00 Gneis an, etwa mit dunklen hornfelsartigen Einschlüssen; Granulit wurde hier nicht festgestellt. Der von RAY (a. a. O.) angegebene und kartierte Granulitstock von Albrück setzt sich offenbar etwas gegen E fort; nach S und W nehmen Häufigkeit und Breite der Granulit-Injektionsgänge und -adern ab.

Die Skizze Fig. 2 veranschaulicht die im Werkkanal angetroffenen Verhältnisse. Wie bei Laufenburg ist auch hier die große Anzahl von Lamprophyren bemerkenswert. Der Granulit ist durchgehend frisch. Kleine Verwerfungen und Rutschharnische sind nicht selten. Die Klüftung ist z. T. auf die Sprengwirkung zurückzuführen.

Über die Lage der Störungen usf., sowie einzelner Lamprophyrgänge, orientieren folgende Angaben:

km	
1,957	Granulit, Klüftung N 45 E, nach SE
1,992	— Störung etwa N 80 E
2,088	— Klüftung ca. E
2,088	Lamprophyr N 65 W
2,176	Granulit, Klüftung N 60 E, ca. 80° nach SE
2,25	Gneis, Störung N 50 W, nach SW
2,274	— Verwerfung
2,369	Lamprophyr N 30 W, 65° nach NE
2,379	— N 30 W, nach E
2,460	Gneis, Verwerfung NS (N 5 W), nach E
2,524	— Störungen NS nach E
2,531	— Rutschharnisch nach N 30 W
2,555	— Rutschharnisch nach N 30 E
2,570	Lamprophyr, Störungszone
2,614	Gneis, Verwerfung N 35 W, steil nach SW
2,668	— Klüftung N 30 E, ca. 55° nach SE

Die Lamprophyre sind z. T. stark zersetzt. Im Injektionsgneis zeigen einzelne Zonen sehr weitgehende Umwandlung. Stark umgewandelte Gesteinspartien wechseln mit relativ frischen, ohne dass tektonische Störungen eine Erklärung dafür zu bieten scheinen. Es ist möglich, dass es sich dabei um Relikte permischer Verwitterung

H. H. SUTER, Zur Petrographie des Grundgebirges von Laufenburg und Umgebung (Schwarzwald), Schweiz. Min. Petr. Mitt. IV, 1924, 89—336.

P. NIGGLI, Über das Grundgebirge des Schwarzwaldes. Mitt. d. Aarg. Naturf. Ges. 17, 1925.

handelt (SUTER, a. a. O. S. 326 ff.). Jedoch war Rotliegendes in den Aufschlüssen von Albrück-Dogern nicht nachweisbar. Nicht weiter auffallend ist, dass längs kleinen Störungen intensivere Wasserdurchsickerung auch stärkere Umwandlungen begünstigte; zu den alten Umsetzungen sind hier jedenfalls noch neue gekommen. Streichen und Fallen des Injektionsgneises wechseln: das Streichen liegt etwa zwischen NS und N 45 W, das Fallen ca. 90° bis 60° nach SW. Um Wasserverlusten vorzubeugen wird der ganze Werkkanal ausbetoniert.

Die geologischen Verhältnisse im Gebiet des Maschinenhauses wurden durch mehrere Bohrungen untersucht. Über die 1920 ausgeführten Sondierungen orientiert das Gutachten von Prof. BUXTORF und Dr. HOTZ, das von HEUSSER (a. a. O., S. 9) angeführt wird.

Zwischen Kote 289,36 und Kote 286,00 wurde in der Bohrung Alb II (auf Kote 311,86 angesetzt) eine von braunroten Sandstein- und Tonschiefern unterlagerte Lage von Arkose mit stark zersetzten Gneisbrocken erbohrt, welche für das Äquivalent des anderwärts im S. Schwarzwald stark entwickelten obern Rotliegenden gehalten wurde. Später ausgeführte Bohrungen und der Aufschluss am Maschinenhaus haben gezeigt, dass — wie von HEUSSER bereits vermutet — das Rotliegende im Gebiet von Albrück nicht sicher, jedenfalls nicht durchgehend nachzuweisen ist, sondern höchstens spärlich in Vertiefungen im Gneis erhalten ist.

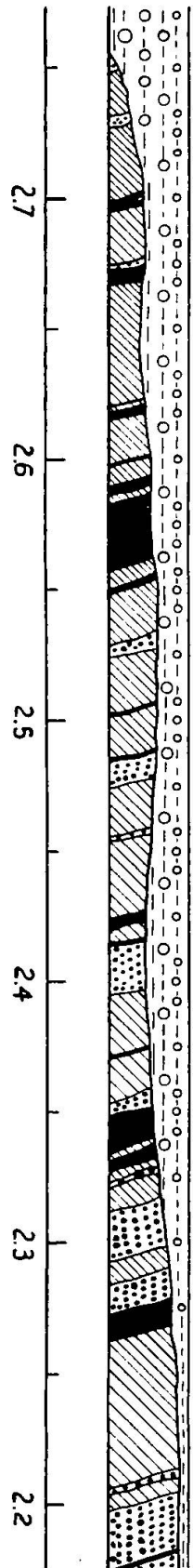
Bohrung S<sub>1</sub>, angesetzt auf Kote 312,34, ergab:

312,34		
	3,45	Lehmiger Schlick
308,89		
	0,25	Nagelfluh
308,64		
	4,30	Feiner Kies mit Sand, lehmig
304,34		
	8,70	Feiner Kies mit Sand
295,64		
	6,44	Feiner Kies mit weniger Sand
289,20		
	0,42	Fauler Gneis
288,78		
	0,70	Roter Gneis
288,08		

### C. Petrographische Beschreibung der im Werkkanal anstehend angetroffenen kristallinen Gesteine

Der Werkkanal wurde vollständig mit Beton abgedeckt, die bei seiner Aushebung geschaffenen Aufschlüsse werden nicht mehr zugänglich sein. Folgende Gesteinsarten wurden festgestellt:

WSW



ENE

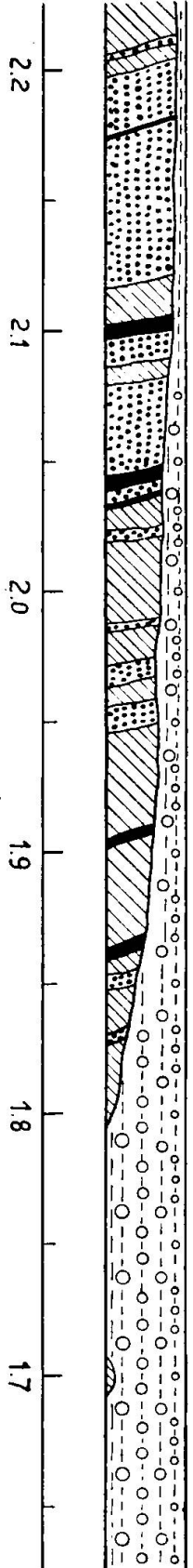


Fig. 2. Rheinkraftwerk Albruck-Dogern. Profilskizze der im Werkkanal zwischen km 1,7 und km 2,7 an der Nordwand angetroffenen Gesteine.

Punkte: Granulit. Schraffen: Injektionsgneis. Vollschwarz: Lamprophyre. Kreise und Striche: Schotter.

Die Zahlen 1,7—2,7 beziehen sich auf die Kilometrierung der Werkkanalaxe. Vergl. Fig. 1.

Granulit

aplitische und pegmatitische Gänge

Lamprophyre

Para-Injektionsgneis mit seltenen Einlagerungen von Biotit-Amphibolit

Tremolit-Karbonatfels — rundlich begrenzte Partien durch Umwandlung vereinzelter, kleiner sedimentärer Einschlüsse im Granulit entstanden.

Da es sich im wesentlichen um aus diesem Gebiet Bekanntes handelt, soll hier nur eine kurze Beschreibung erfolgen (s. H. H. SUTER, a. a. O., S. K. RAY, a. a. O.). Über die Verteilung der Gesteine orientiert die Profilskizze Fig. 2.

GRANULIT

Das im Werkkanal des Kraftwerks Albrück-Dogern angetroffene Gestein ist dem von RAY (a. a. O., S. 22) beschriebenen durchaus analog. Es ist ein hellrötliches, frisches, körniges (2—3 mm) Gestein, an dem lediglich Feldspat und Quarz und sehr wenig Chlorit von Auge erkannt werden.

Struktur: granoblastisch - blastogranitisch  
 Textur: undeutlich, schiefrig, fast massig  
 Mineralbestand: Orthoklas, mikroperthitisch  
 Albit - Albit Oligoklas  
 Quarz  
 Biotit, Muskovit - gelegentlich Andalusit und als Umwandlungsprodukte Sericit, Chlorit, Karbonat; Apatit, Rutil, Magnetit, Turmalin, Zirkon

Aggregate von Chlorit (Pennin und Antigorit) werden von RAY als Pseudomorphosen nach Cordierit aufgefasst.

Andalusit wurde nicht in allen Schliffen beobachtet.

Bei km 1,9 etwa und nahe dem Westende des Kristallins im Werkkanal, bei km 2,75, enthält der Granulit etwas grobkörnigere und glimmerreichere Partien, die durch Übergänge mit dem normalen Granulit verbunden sind. Glimmer und Chlorit sind besonders längs kleiner Störungsflächen angereichert.

Struktur: durch grössere Orthoklase porphyrähnlich  
 Textur: schwach, schiefrig  
 Mineralbestand: Orthoklas, Perthit  
 Albit-Oligoklas, oft zonar, auch mit Rekurrenzerscheinungen

**Quarz**

Biotit, Chlorit, Sericit, Cordierit, Karbonat;  
Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit

Im Gegensatz zum normalen Granulit konnte hier Cordierit beobachtet werden. Er ist häufig etwas unfrisch, und zwar gelegentlich so, dass die Umsetzung in Chlorit, Sericit, Karbonat vom Kern aus geht.

Der Biotit enthält vielfach Rutil als Sagenitgewebe. Vermutlich kommt als Kern der häufigen und recht kräftigen pleochroitischen Höfe neben Zirkon auch Monazit vor.

**PEGMATITE UND APLITE**

Solche sind im untersuchten Aufschluss selten.

Ein untersuchter Pegmatit lässt von blosserem Auge rötlichen Feldspat und Quarz erkennen, Korngrösse etwa  $3 \times 6$  mm, macht einen beanspruchten und etwas unfrischen Eindruck.

Struktur: poikiloblastisch - groblastogranitisch  
 Textur: fast massig  
 Mineralbestand: Orthoklas und Umwandlungsprodukte  
 Oligoklas, ca. 25 % An „  
 Quarz  
 Biotit, Chlorit  
 Apatit, Zirkon, Rutil, Magnetit, Limonit, Hämatit, Titanit

Die Feldspate sind meist weitgehend umgewandelt und durch ein feines Gewebe aus Sericit und Quarz, mit etwas Zoisit und Epidot ersetzt.

Die Injektionsgängen im Gneis bestehen vorwiegend aus rötlichem Feldspat und Quarz — zuweilen in schichtgranitischer Verwachsung —, Korngrösse geht von  $1 \times 1$  mm auf über  $4 \times 4$  mm. Ein solches ca. 2 cm breites Injektionsgängen mit pegmatitähnlichem Aussehen wurde im Dünnschliff untersucht (Werkkanal km 2,5 etwa).

Struktur: granoblastisch - grobgranoblastisch  
 Textur: massig  
 Mineralbestand: Orthoklas - Perthit, Mikroperthit  
 Quarz  
 Albit-Oligoklas  
 Sericit, Muskovit, Karbonat  
 Hämatit, Limonit, Apatit, Zirkon, Rutil, Granat(?)

Ohne Analysator erscheinen die Feldspate leicht getrübt. Beim Orthoklas geht diese Trübung auf feine Hämatitschüppchen zurück,

die die makroskopisch rötliche Färbung bewirkt. Längs feinen Rissen ist sekundärer, ruhig auslöschender Quarz, längs anderen Hämatit-Limonit und Sericit zu beobachten. Mörtelkränze von Orthoklas um Orthoklas-Individuen deuten auf Korrosion. Die Sericitbildung scheint später erfolgt zu sein.

Im angrenzenden Injektionsgneis sind weitgehend sericitisierter Feldspat, Chlorit-Biotit, Quarz wesentliche, Magnetit, Hämatit, Limonit, Apatit, Zirkon, Rutil und Monazit akzessorische Bestandteile.

Monazit wurde bisher aus Gesteinen des südlichen Schwarzwaldes nicht beschrieben, ist aber vom mittleren und nördlichen Schwarzwald bekannt<sup>5)</sup>. Der Monazit zeigt hier gelbliche Farbe, hohe Licht- und Doppelbrechung; er ist zweiachsig  $+$ , hat kleinen Achsenwinkel und schwache Dispersion.

In einem rundlich bis sechsseitig umgrenzten, etwa  $0,19 \times 0,14$  mm messenden Individuum, das  $\pm //$  der Basis angetroffen vorlag, liess sich auf dem Drehtisch der Axenwinkel bestimmen.

Als Mittel von je 30 Bestimmungen wurde erhalten:

C	Licht, Lifa Filter	486, 2 V	20,4°
D	„ „	589, 2 V	18,1°
F	„ „	658, 2 V	14,7°

Bestimmung von 2 E mit Mikrometerokular ergab bei D Licht  $2 E = 22^\circ$ , woraus — bei Annahme von  $n_\beta 1.788$  —  $2 V = 18^\circ 36'$ .

#### LAMPROPHYRE

Durch den Aufschluss des Werkkanals wurden zahlreiche Lamprophyrgänge angeschnitten. Die Gesteine sind in ihrem Aussehen wechselnd: z. T. sehr feinkörnig, dicht, dunkel, z. T. von mittelfeiner Korngrösse mit erkennbaren Biotitblättchen, grau und grünlich-violett fleckig. Es sind Minetten und Biotit-Kersantite. Minetten sind häufiger. Die Lamprophyre neigen zu karbonatischer und sericitischer Umwandlung. Es wurden stark umgewandelte, daneben aber auch sehr frische Lamprophyrgänge angetroffen.

#### Minetten

Dunkle, meist dichte und massige Gesteine. Durch das recht verbreitete sekundäre Karbonat wird das mikroskopische Bild etwas gestört.

<sup>5)</sup> E. SCHMIDHUBER, Beitrag zur Kenntnis radioaktiver Erscheinungen im kristallinen Grundgebirge des Schwarzwaldes. Jahresber. u. Mitt. des Oberrheinischen Geol. Vereines, NF Bd. V, 1915, S. 35—87.

Bei den Minetten kann unterschieden werden zwischen Biotit-Minetten, augitführend, und Augit-Minetten, biotitführend. Dieser zweite Typ scheint bei den im Werkkanal Albbrock-Dogern angeschnittenen Lamprophyren seltener zu sein als die Biotit-Minetten.

*Biotit-Minetten, augitführend*

Struktur: holokristallin porphyrisch  
 Textur: massig  
 Mineralbestand: Einsprenglinge Biotit  
 Chlorit-Karbonat-Feldspat-pseudomorphosen  
 nach Diopsid (?)  
 Quarz, Karbonat  
 Grundmasse Orthoklas  
 Oligoklas (-Andesin?)  
 zeolithische Substanz, Karbonat, Biotit, Quarz  
 Chlorit, Sericit, Magnetit, Apatit, Rutil, Pyrit

Der Biotit ist zweiachsig negativ,  $2E = \text{ca. } 20^\circ$ . Zuweilen sieht man skelettförmig korrodierte Einsprenglinge. Pleochroismus sehr deutlich ( $n_\gamma$  dunkelbraun nach  $n_\alpha$  hellbraun). Färbung nicht ganz gleichmässig, auch etwa zonar. Die Augit-Einsprenglinge müssen z. T. recht gross (ca. 1 mm) gewesen sein. Jetzt liegen lediglich rautenförmige, auch achteckig begrenzte Aggregate vor (Pennin, Antigorit, Karbonat, mit viel Magnetitkörnchen und mit randlich Feldspat, gelegentlich auch Quarz), die als Pseudomorphosen nach Augit betrachtet werden, z. T. aber auch Pseudomorphosen nach Olivin sein könnten.

Während der frische Lamprophyr besonders zäh und fest ist und muscheligen Bruch aufweist, ist der partienweise sehr stark umgewandelte Lamprophyr oft weich und bröckelig zerfallend. In Zusammenhang mit Umwandlung von Lamprophyr stehen auffallende hellgrünliche sericitisierte Lagen, die stellenweise mit Biotit gesprenkelt und von violettbraunem eisenoxydischem Material geflammt sind.

Ein längs einer kleinen Störung umgewandelter sehr stark zersetzter Lamprophyr wurde mikroskopisch untersucht.

Struktur: feinfilzig - poikiloblastisch,  
 andeutungsweise blastoporphyrisch  
 Textur: richtungslos - undeutlich lentikular  
 Mineralbestand: Karbonat, Quarz, Sericit, Chlorit, Biotit  
 Apatit, Erz, Limonit, Titanit, Rutil, Zirkon

Chlorit und Sericit bilden dabei ein feines Gewebe, das sich auch bei einer Vergrösserung von  $600 \times$  nicht vollständig auflöst. Fein



verstreut liegen darin Körnchen von Erz, Rutil — auch in etwas grösseren unregelmässigen Körnchen — und Zirkon.

Das Karbonat ist fast durchgehend farblos, nur mit einem schwachen Pseudopleochroismus auf gelblich. Es liegt in einzelnen Körnern, wellig auslöschenden Aggregaten und ca. 0,1 mm breiten, gewunden verlaufenden Adern vor. Die Karbonatbildung scheint später als die Bildung von Sericit II erfolgt zu sein. Sericit, zweiachsig negativ,  $2E = \text{ca. } 60^\circ$ , Doppelbrechung scheinbar sehr gering, liegt in feinen wirrfaserigen und schwach wellig auslöschenden Aggregaten vor. Das feinschuppige Sericitgewebe (Sericit I) bietet nichts Bestimmbares. Der Chlorit ist schwach pleochroitisch ( $n_\gamma$  grünlich-blaugrün,  $n_\alpha$  gelblich grün). Quarz z. T. in hypidiomorpher Begrenzung, enthält zahlreiche kleine Einschlüsse von Klinozoisit, Epidot und staubförmig, feines Erz. In  $\perp$  radialstruierten Aggregaten von ca. 0,03 mm Durchmesser zeigt er Aggregatpolarisation (Chalcedon?).

Der Biotit ist in seiner Umgrenzung meistens angegriffen, in verschiedene Fetzen aufgelöst. Angrenzend an Biotit kommen auch grössere Sericit-Blättchen vor.

Unter den Akzessorien sind Apatit und Rutil etwas angereichert. Apatit in relativ grossen, z. T. zerbrochenen und mit Chlorit-Sericit-substanz ausgeheilten, mehr oder weniger idiomorphen Individuen, erreicht häufig eine Grösse von 0,3—0,5 mm. Rutil liegt nicht als Sagenitgewebe, sondern in hypidiomorphen, dunkelbraunen Körnern vor.

Die Umwandlungen sind, wie schon das makroskopische Aussehen vermuten liess, sehr tiefgehende: Biotit — besonders der der Grundmasse — wurde in Chlorit — Sericit + Erz umgewandelt, Feldspat in Sericit, die Akzessorien Apatit und Rutil scheinen bei den Umsetzungen rekristallisiert zu haben.

*Augit-Minetten, biotitführend*

Struktur: holokristallin pophyrisch (od. hemikristallin?)  
 Textur: massig  
 Mineralbestand: Einsprenglinge Aggregate von Antigorit, Pennin, Karbonat mit Erzkörnchen und Quarz - Pseudomorphosen nach Diopsid Biotit  
 Grundmasse Chlorit, Karbonat, Biotit, ruhig auslöschender Quarz, Feldspat (Orthoklas (?)) und Plagioklas (?), Apatit, Magnetit, isotrope Substanz

Einsprenglinge von Biotit sind viel kleiner und treten auch mengenmässig hinter den Augit-Pseudomorphosen zurück.

Die Bestandteile der kryptokristallinen Grundmasse zeigen fast durchgehend sehr geringe Doppelbrechung und sind daher schwierig zu diagnostizieren — es ist nicht ausgeschlossen, dass auch etwas glasige Substanz vorliegt.

Im Kontakt zum Gneis ist eine schmale, glasige Salbande entwickelt, die jetzt devitrifiziert vorliegt. Rundliche Gebilde, etwa 0,1 mm im Durchmesser, treten ohne Analysator durch periphere Häufung von bräunlichem Pigment hervor. Bei gekreuzten Nikols zeigen sie ein dunkles Balkenkreuz und mit Rot I scheinbar negativen Charakter.

#### Biotit-Kersantit

Auf der Profilskizze der dritte Lamprophyr von E. Helles, unfrisches, mittelkörniges (um 0,5 mm) Gestein mit deutlich tonigem Geruch.

Struktur:	holokristallin panidiomorph körnig, etwas verdeckt durch das sehr verbreitete Karbonat; durch grössere Quarze auch etwa porphyrtartig
Textur:	massig
Mineralbestand:	Albit Oligoklas Karbonat Biotit Quarz Chlorit, Epidot, Zoisit, Sericit Apatit, Magnetit, Hämatit, Leukoxen - Rutil

Der Plagioklas ist relativ frisch. Nicht verzwillingter Feldspat ist vermutlich z. T. Orthoklas. Der Biotit zeigt gelegentlich Opacit-ränder, er ist zweiachsig negativ,  $2E = 20-30^\circ$ .

#### GNEISE UND EINLAGERUNGEN

Die beim Aushub des Werkkanals angeschnittenen Gneise sind, abgesehen von den spärlichen amphibolitischen Einlagerungen, trotz des stark wechselnden Habitus durchwegs als injizierte Paragneise zu bezeichnen. (S. K. RAY, a. a. O., S. 10; H. H. SUTER, a. a. O., S. 201 ff.). Es sind lagig-streifig bis dünnstriefrige Biotitgneise, durch den zu Umwandlungen neigenden Feldspat des augen- und lagenförmigen Injektionsmaterials häufig unfrisch und zu Aufblätterung neigend.

Obgleich es alle Übergänge gibt, wollen wir hier unterscheiden zwischen relativ frischen und stark unfrischen Injektionsgneisen. Schon bei den relativ frischen sind an Feldspäten und Biotit Umwandlungserscheinungen wahrzunehmen, bei den stark unfrischen Gesteinen beherrschen Umwandlungserscheinungen das Schliffbild und sind für das ganze Gestein von bestimmender Bedeutung.

#### Die relativ frischen Biotitgneise

**Struktur:** porphyroblastisch - blastopsammitisch (?) auch etwa mit fein lepidoblastischem Grundgewebe  
**Textur:** lagig - feinstreifig - dünnchiefrig, auch gefältelt  
**Mineralbestand:** Quarz, Feldspat, Biotit-Chlorit, Muskovit  
 Magnetit, Ilmenit, Hämatit, Rutil, Apatit, Zirkon, Granat, Monazit

Quarz und Biotit erscheinen zuweilen von Feldspat buchtig korrodiert, was auf Injektion hinweist. Die Feldspate sind (auch in den relativ frischen Biotitgneisen) meist unfrisch, oft vollständig in ein ohne Analysator trüb-rötlich erscheinendes Gewebe umgewandelt. An Relikten lassen sich Orthoklas und Albit-Oligoklas feststellen. Das Mengenverhältnis Orthoklas: Plagioklas ist nicht beständig. Umwandlungsprodukte der Feldspate sind hier Sericit, Calcit, Epidot, Zoisit.

Der Biotit ( $n_{\gamma}$  dunkelrotbraun,  $n_{\alpha}$  hellbraun) ist einachsiger negativ oder nahezu einachsiger. Er enthält zahlreiche Einschlüsse von Zirkon mit deutlichen pleochroitischen Höfen; Rutilausscheidungen als Sagenitgewebe und Rekristallisation von Rutil in Körnchen sind häufig zu sehen.

#### Die stark unfrischen Gneise

Das Aussehen dieser Gesteine ist wechselnd; übereinstimmend zeigen sie mattweis-grünliche, erdige Substanz an Stelle der feldspatreichen Lagen. Der Biotit erscheint schon makroskopisch weitgehend in Chlorit und Limonit umgewandelt.

**Struktur:** undeutlich porphyroblastisch - poikiloblastisch  
**Textur:** lagig - schiefrig, meist etwas bröckelig  
**Mineralbestand:** Quarz, (Feldspat), (Biotit)  
 Umwandlungsprodukte von Feldspat und Biotit:  
 Sericit, Karbonat; Chorit, Sericit, Epidot, Erz;  
 Magnetit, Rutil, Apatit, Zirkon

Der Quarz liegt im grossen und ganzen, ebenso wie in den frischen Gneisen, in zahnig ineinandergreifenden Individuen mit undulöser Auslöschung vor. Einzelne vorzugsweise mehr oder weniger rundliche Individuen weisen fast keine Pressungserscheinungen auf und sind wohl als sekundäre Bildungen aufzufassen.

Die Feldspate sind beinahe restlos umgewandelt. Die schon makroskopisch auffallenden tonigen hellen Feldspat-Umwandlungsmassen bestehen vorwiegend aus Sericit, Quarz und Karbonat. Der Sericit scheint in zwei distinkten Phasen gebildet zu sein. Durch das sehr feinkristalline Sericitgewebe setzen nicht selten feine Adern mit quer zur Längsrichtung der Adern gestellten Schüppchen.

Eine parallel der Schieferung im Gneis liegende, wenige Zentimeter mächtige, tonig-seifige Lage enthielt als Hauptbestandteile Quarz und — wie die röntgenographische und chemische Untersuchung ergab — sehr feinschuppigen Sericit<sup>6)</sup>. Die Lagerung lässt darauf schliessen, dass es sich um eine ganz rezente Neubildung handelt. Die Quarze sind grossenteils idiomorph, zierliche Verwachsungen sind nicht selten. Vergleichsweise röntgenographische Untersuchung, für die ich Herrn Dr. BRANDENBERGER auch an dieser Stelle danken möchte, zeigte, dass die im Gneis selbst vorliegende Umwandlungsmasse der Feldspate auch wesentlich aus Sericit besteht.

Der Biotit ist z. T. auch in ein feines Gewebe von Sericit umgewandelt, in dem längs parallelen Reihen — entsprechend den basalen Spaltebenen — Hämatit und, seltener, Magnetit zu sehen sind. Im Biotit selbst sind Erzausscheidungen verbreitet, Rutil eher selten. Häufig ist der Biotit auch von Karbonat angegriffen, das die biotitreichen Lagen begleitet und auch sonst ziemlich verbreitet ist. Das Karbonat ist teils farblos, teils olivbräunlich-braun (Ankerit-Siderit?).

Das geologische Auftreten gibt keinen genügenden Aufschluß über die Entstehung der auffallend unfrischen Zonen im Injektionsgneis. Die manchmal ziemlich unvermittelte Abgrenzung von frischem und unfrischem Gneis lässt darauf schliessen, dass nach der Umwandlung I Verwerfungen stattgefunden haben; eine spätere Umwandlung (II) hat die Grenzen wieder etwas verwischt. Es ist damit nicht entschieden, ob die Umwandlung I auf ascendente, hydrothermale oder descendente Verwitterungs-Lösungen zurückzuführen sind.

<sup>6)</sup> J. JAKOB, C. FRIEDLAENDER, E. BRANDENBERGER: Über Neubildung von Sericit, Schweiz. Min. Petr. Mitt., **XIII**, 74—83. 1933.

P. NIGGLI, Zur Zusammensetzung und Bildung der Sericite, Schweiz. Min. Petr. Mitt., **XIII**, 84—90. 1933.

Der reichliche Sericit lässt die erste Annahme nicht ausgeschlossen erscheinen. Im Injektionsgneis wurden auch selten etwa Pyrit und spärlich auch Arsenkies festgestellt. Für die zweite Annahme spricht, dass in dem durchaus analogen Gebiet von Laufenburg Übergänge von dem sehr ähnlich umgewandelten Gneis in konkordant darüberliegende permische Sedimente nachweisbar waren. (P. NIGGLI, mündl. Mitteilung.)

Die rezente Umwandlung II ist als Wirkung von Verwitterungslösungen und Grundwasser aufzufassen. Von Interesse war die Feststellung von auf diese Weise neugebildetem Sericit.

### Biotit-Amphibolit

Amphibolitische Einlagerungen im Injektionsgneis sind von dem vom Werkkanal Albruck-Dogern geschaffenen Aufschluss selten. Der untersuchte quarzreiche Biotit-Amphibolit stammt aus dem östlichen Teil des Aufschlusses (auf der Skizze im Injektionsgneis vor dem ersten Lamprophy).

Struktur: poikiloblastisch - diablastisch

Textur: schwach lagig

Mineralbestand: Hornblende, Biotit, Pagioklas  
Quarz, Orthoklas

Umwandlungsprodukte eher zurücktretend:

Sericit, Chlorit, Zoisit, Epidot, Karbonat

Akzessorien relativ verbreitet:

Titanit, Magnetit, Apatit, Zirkon, Pyrit

Die Hornblende ( $n_\gamma$  olivgrün,  $n_\beta$  hellbraun,  $n_\alpha$  hellolivbraun) hat starke Doppelbrechung  $n_\gamma - n_\alpha = 0,025$ . Die Auslöschungsschiefe  $c/n_\gamma = 24^\circ$ , an den in Umwandlung begriffenen Stellen (Chlorit) sind Doppelbrechung und Auslöschungsschiefe ( $-20^\circ$ ) geringer.

Der Biotit ist einachsigt negativ oder nahezu einachsigt. Der Plagioklas, fast durchwegs sehr frisch, ist Oligoklas-Andesin von etwa 30% An.

### Tremolit-Karbonatfels

Im Werkkanal, Südseite, nahe E-Ende wurden — in Granulit bzw. mehr oder weniger stark injiziertem Gneis — nicht anstehend rundlich begrenzte Einschlüsse mit ca. 10 cm Durchmesser von hellgrünem, feinkörnigem Gestein mit randlich biotitreicher Hülle gefunden. In diesen Zusammenhang gehören vermutlich auch makroskopisch beinahe nur aus Biotit-Chlorit bestehende Knollen und Schlieren im Granulit.

- Struktur: poikiloblastisch, mit diablastischem Zwischengewebe  
 Textur:  $\pm$  massig  
 Mineralbestand: Karbonat, Tremolit, Albitoligoklas, Biotit  
 Chlorit, Sericit, Epidot, Zoisit, ein Zeolith-Mineral  
 Magnetit, Ilmenit, Rutil, Apatit, Zirkon

Tremolit, in breiten Individuen, die durch sehr gute Spaltbarkeit ( $//(100)$  und  $(010)$ ) in stenglige Leisten  $//c$  zerfallen,  $n_\gamma$  farblos,  $n_\alpha$  ganz schwach gelblich,  $c/n_\gamma$  etwa  $17^\circ$ . Er ist oftmals parallel verwachsen mit Leisten von Karbonat, das pseudomorph nach Tremolit ist, oft auch sonst teilweise von Karbonat, Quarz, Sericit ersetzt. Das Karbonat ist mattgelblich, löscht schwach undulös aus; es ist durch  $\pm$  gleichmässig verteilte kleine Körnchen von Zoisit, seltener Magnetit, getrübt. Der Feldspat, Albitoligoklas, zeigt nur selten Zwillingslamellierung. Vermutlich liegt auch noch Orthoklas vor, konnte aber nicht nachgewiesen werden.

An Tremolit, Karbonat und Feldspat schliesst sich vielfach rundlich bis buchtig begrenzter Quarz — im Feldspat zeigt er sehr häufig stenglig-wurmförmige Ausbildung. Der Quarz löscht durchgehend ruhig und einheitlich aus. Er enthält viel kleine Einschlüsse von Zoisit, Epidot, Sericit und opakem Erz. Der Biotit ist z. T. in Chlorit (zweiachsig —,  $n_\gamma h'$  grün,  $n_\alpha h'$  gelbgrün) umgewandelt. Rutil liegt akzessorisch in gröberem Körnern und Schnüren vor. In etwa 0,15 mm breiten Adern kommt Pennin mit etwas Quarz vor. Der Pennin ( $n_\gamma$  blaugrün,  $n_\alpha$  gelbgrün, zweiachsig +) zeigt Aggregatpolarisation und tiefblaue Interferenzfarben. In der Tremolit-Karbonatmasse kommen untergeordnet feine, etwas gewundene Lagen eines farblosen-hellrosa Zeolith-Minerals vor.

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Anregung von Herrn Dr. H. E. GRUNER von Herrn Prof. NIGGLI veranlasst. Ich möchte auch an dieser Stelle den Herren von der Bauleitung für ihr Entgegenkommen danken.

Eingegangen den 26. Februar 1934.