

Hydrogeologische Beobachtungen beim Abteufen des Warndtschachtes der Saarbergwerke AG¹⁾

(Veröffentlichung aus der Geologischen Abteilung der Bergschule zu Saarbrücken,
Saarbergwerke AG)

(Ein Wassereinbruch im Gefrierschachtteil)

Mit 13 Abbildungen

Von HANS BECKER^{*)}

I. Einleitung

Im Zuge der Rationalisierungsmaßnahmen — Stilllegung älterer und unrentabler Gruben im Ostteil des Saarkohlenreviers (Abb. 1), Zusammenlegung einzelner Zechen zu Großverbundanlagen — und der schrittweisen Übernahme der Pachtfelder im Warndt von den Houillères du Bassin de Lorraine (Abb. 2) stellte sich der Saarbergwerke AG die Aufgabe, im kohlenreichen Westteil des Reviers, dem Warndt, eine neue Schachtanlage zu errichten.

Als Schachtansatzpunkt wählte man eine Stelle nördlich des Ortes Karlsbrunn. Geologisch gesehen, steht der Schacht auf der SE-Flanke des Merlenbacher Sattels (Abb. 2).

Die z. T. stark wasserführenden Deckschichten des Karbons (rd. 293 m Buntsandstein und Rotliegendes) wurden im Gefrierverfahren durchteuft. Hierzu wurden 38 Gefrierbohrlöcher bis 348 m und ein Mittelbohrloch bis 320 m Teufe gestoßen. Die Gefrierbohrlöcher reichten also rd. 53 m ins Karbon, da, wie eine in der Nähe stehende Aufschlußbohrung zeigte, die oberen Karbonschichten (ehemalige Landoberfläche) sehr stark aufgelockert waren. Neben diesen Gefrierlöchern wurden noch 4 Temperaturmeßlöcher in 1 m Abstand vom Gefrierlochkreis und je 1 Meßloch in Abständen von 2 und 3 m vom Gefrierlochkreis in Teufen zwischen 90 und 320 m niedergebracht.

Beim Bohren der Gefrierlöcher kam zunächst eine Bohrturbine zum Einsatz. Wegen der erheblichen Bohrlochabweichungen ging man jedoch nach mehreren Versuchen (Mittelbohrloch, Gefrierlöcher 33, 35 und 37) zum Schlagbohren über.

Rund 4 Wochen, nachdem die Gefrierrohre an den Laugenumlauf angeschlossen und die Kühlmaschine stufenweise in Betrieb genommen war, begann man am 23. April 1959 mit dem Abteufen.

¹⁾ Vortrag, gehalten anlässlich der Frühjahrstagung der Deutschen Geologischen Gesellschaft 1964 in Essen.

^{*)} Anschrift des Autors: Dipl.-Geol. H. BECKER, Geologische Abteilung der Bergschule zu Saarbrücken, Saarbergwerke AG.

II. Das Deckgebirge im Warndtschacht

Wie bereits kurz erwähnt, wird das Karbon im Warndtschacht von Buntsandstein (Mächtigkeit = 226,50) und Rotliegendem (Mächtigkeit = 66,25 m) überlagert (Abb. 3).

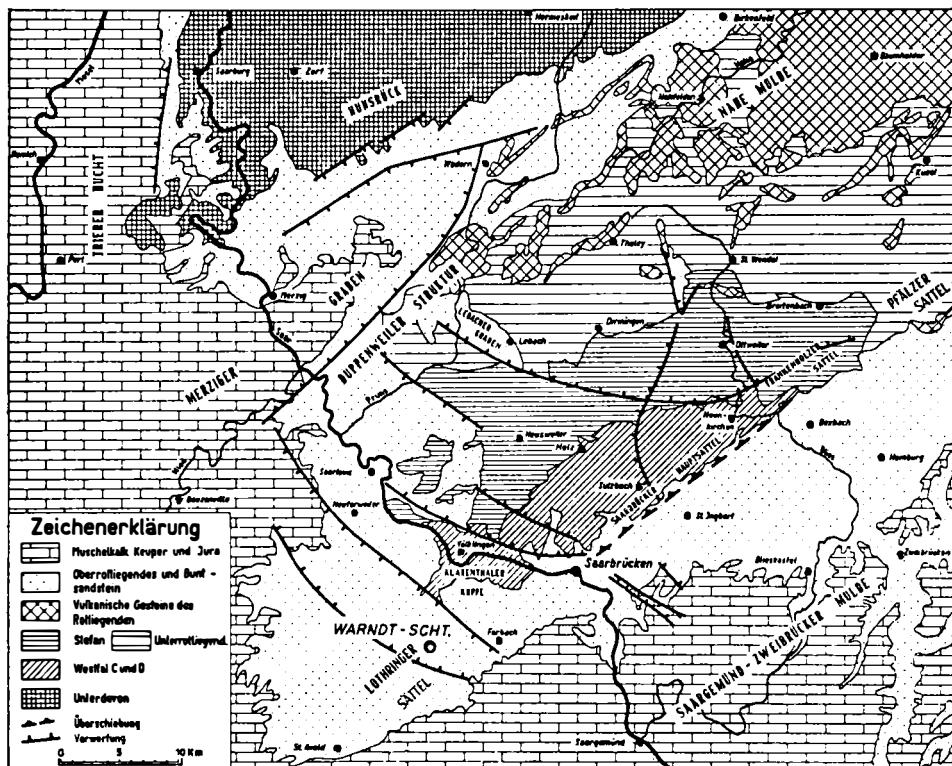


Abb. 1. Geologische Übersichtskarte des Saarlandes¹⁾.

a) Buntsandstein

Im Warndtschacht wurde nur Mittlerer Buntsandstein durchfahren. Vom Liegenden zum Hangenden betrachtet, setzt er sich aus folgenden Einheiten zusammen:

1. sm_{1a}

Seine Mächtigkeit beträgt rd. 91 m.

Das etwa 9 m mächtige Basiskonglomerat wird von stark geröllführenden Mittel- bis Grobsanden überlagert, denen vereinzelt noch dünne Konglomeratlagen und bis zu 50 cm mächtige, sandige Tonlagen eingeschaltet sind. Zum Hangenden hin wird die Geröllführung schwächer.

¹⁾ Der Firma HANIEL & LUEG, Düsseldorf, und Herrn ROSCH, Betriebsführer der Warndtschachtanlage, danke ich für die Erlaubnis, ihre Unterlagen im Rahmen dieses Vortrages verwenden zu dürfen.

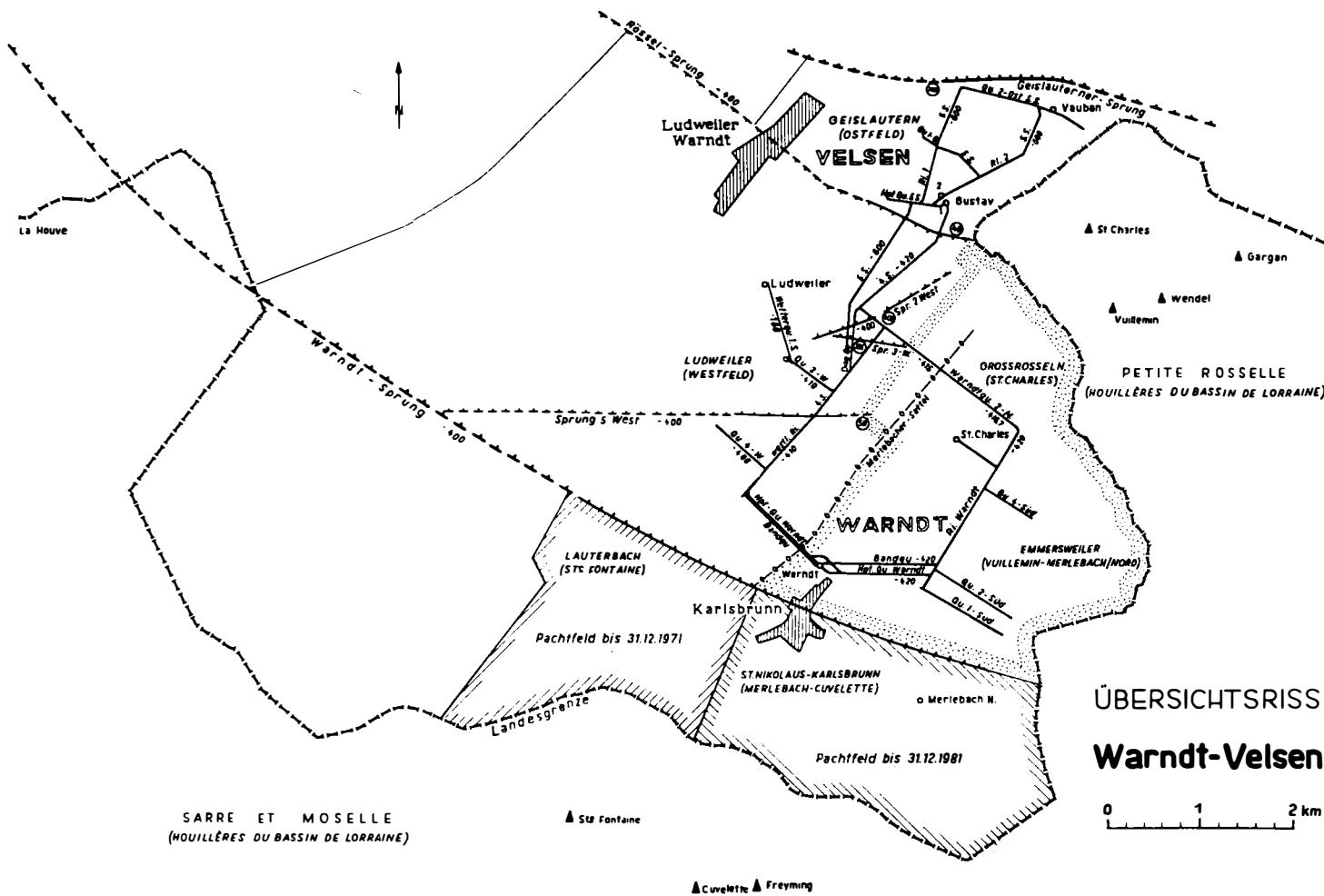


Abb. 2.

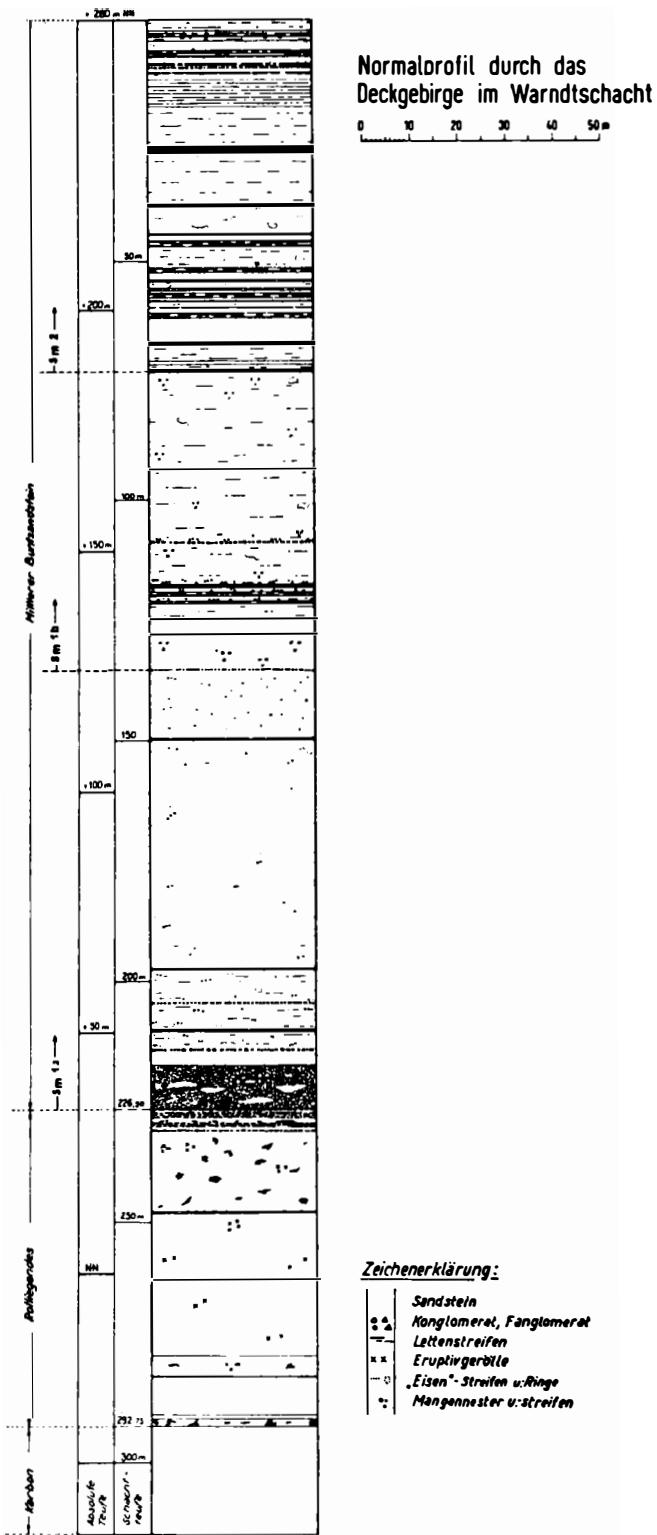


Abb. 3.

2. sm_{1b}

Er ist rd. 61,5 m mächtig.

Seine Basis wird von einem geröllfreien Sand, der kleine Mangan-Nester enthält, gebildet. Kennzeichnend für den sm_{1b} ist, daß die Geröllführung nur noch auf ganz wenige Horizonte beschränkt ist und daß der Tonanteil, meist in Form dünner, rasch auskeilender Tonstreifen, gegenüber dem sm_{1a} zugenommen hat.

3. sm₂

Von ihm wurden im Schacht noch rd. 74 m durchteuft. Er besteht aus Fein- und Mittelsanden mit einem starken Tonanteil. Kennzeichnend für ihn ist das häufige Auftreten von Tonlagen.

b) Rotliegendes

Das Rotliegende (66,25 m mächtig) ist in der Fazies der Waderner Schichten (ro₁) vorhanden.

Lagen dicht gepackter Fanglomerate aus vorwiegend quarzitischem Material wechsellagern mit Sandsteinen. Gegen die Basis zu nimmt der Fanglomeratgehalt ab. Sandsteine und fanglomeratische Sandsteine bestimmen das Bild. Die Basis selbst ist wiederum stark fanglomeratisch. Melaphyrbrocken, z. T. sehr dick, meist jedoch völlig zersetzt, finden sich im ganzen Profil. Die Fanglomerate sind wenig gebunden und sind meist in einer intensiven roten, stark tonigen Grundmasse eingebettet, wie überhaupt für das gesamte ro₁-Profil des Warndtschachtes der starke Tongehalt zu betonen ist.

III. Das Abteufen

Am 2. Juni 1959 wurde bei 43 m Teufe der Grundwasserspiegel durchfahren.

Mit zunehmender Teufe traten aus dem Mittelloch geringe Wasserzuflüsse aus, die man zunächst noch als Verdrängungswasser, bedingt durch die zunehmende Ausbildung des Frostkörpers, ansprach. Ab Mitte Juli etwa verstärkte sich jedoch der Zufluß (Abb. 4). So wurde z. B. am 13. Juli bei einer Schachtteufe von 116 m eine erste Spitze im Wasserzufluß von 35 l/min festgestellt, was einer Förderung von rd. 2 m³/h entspricht.

Beim weiteren Abteufen stiegen auch die Zuflüsse an, und am 30. Juli, bei einer Schachtteufe von 142 m, wurden die Abteufarbeiten erstmals eingestellt. Der Zufluß betrug zu diesem Zeitpunkt bereits mehr als 3 m³/h. Die Abteuleistung war infolge des verstärkten Wasseranfalles auf 1 m/Tag gesunken gegenüber 2—2,5 m/Tag bei normalem Verlauf der Arbeiten (Abb. 4).

Bereits vorher (25. 7.) hatte man zur Stärkung des unteren Teils des Frostkörpers den Laugenumlauf umgestellt. Während ursprünglich die gekühlte Lauge im äußeren Ringraum zwischen Gefrier- und Fallrohr einfiel und im Fallrohr anstieg, fällt, bei der Umstellung auf den normalen Umlauf, die Lauge durch das Fallrohr ein und steigt im Gefrierrohr hoch.

Zur Abdichtung der Wasserzuflüsse wurde dann das Mittelrohr auf eine Länge von rd. 168 m gezogen und das Mittelloch verpreßt. Als Folge dieser Arbeiten hörte der Wasserzufluß weitgehend auf. Die geringen austretenden Wassermengen (2—3 l/h) wurden mit dem Haufwerk zusammen gefördert (Abb. 4).

Das austretende Wasser stammte im wesentlichen aus den Vorbohrlöchern, die aus Sicherheitsgründen von der Schachtsohle aus jeweils bis zu 20 m tief gebohrt und anschließend wieder mit Zementtrübe verpreßt wurden.

Mit dem weiteren Abteufen verstärkte sich wieder der Zufluß.

Am 11. September z. B. betrug er rd. $4,5 \text{ m}^3/\text{h}$ (Abb. 5). Wiederum wurde der Teufbetrieb eingestellt (Schachtteufe 204 m).

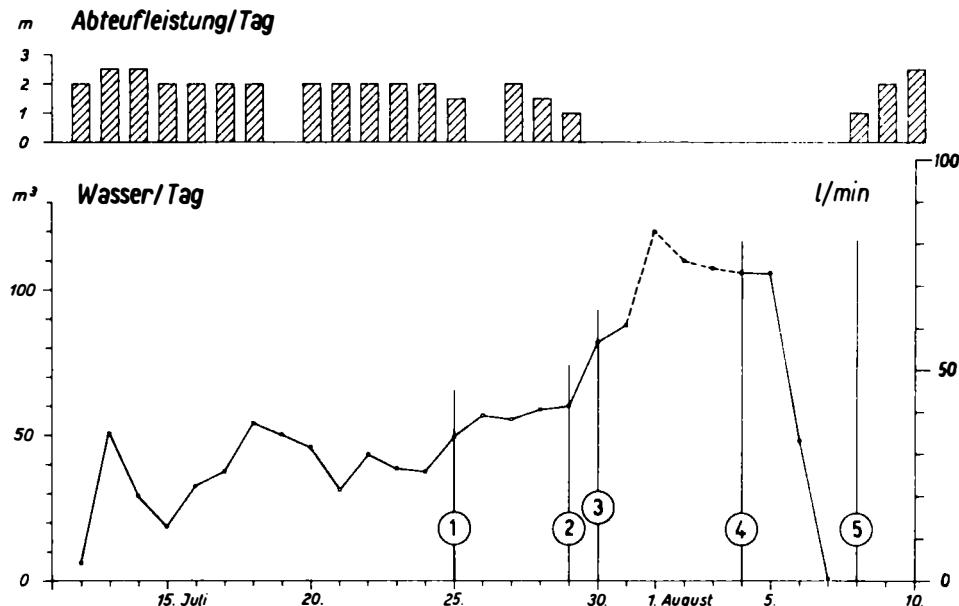


Abb. 4. Verlauf der Arbeiten zum Abdichten des Wassereinbruchs. (1) Umstellen des Laugenumlaufes zur Stärkung des Frostkörpers im unteren Gefrierteil. — (2) Abteufarbeiten eingestellt. — (3) Ziehen des Mittelrohrs auf rund 168 m Länge. — (4) Beginn der Abdichtungsarbeiten am Mittelloch; rund 316 Sack Zement werden eingepreßt. Nur noch ganz geringer Wasserzufluß (2—3 l/h). — (5) Wiederaufnahme des Abteufbetriebes

Zur Lokalisierung des Wasserzuflusses wurden 9 Bohrlöcher niedergebracht und anschließend zementiert. Es zeigte sich, daß die am westlichen Stoß stehenden Löcher ab einer Teufe von 206 m Wasser ($+8^\circ\text{C}$) brachten, während die nördlich gelegenen Löcher zunächst trocken blieben. Damit war die Einbruchsstelle festgelegt. Weiterhin konnte infolge Eisbildung in den westlichen Bohrlöchern festgestellt werden, daß ab ungefähr 210 m Teufe das Gebirge wieder gefroren war (vgl. auch die Ergebnisse der Messungen aus Temperaturmeßloch T 2, Abb. 6).

Durch das ständig zuffließende Wasser dehnte sich die Frostlücke immer wieder aus, und zwar hauptsächlich nach Norden (Abb. 7).

Mit Hilfe einer „Schrägschürze“ (18 Löcher wurden im Abstand von 10 bis 20 cm schräg nach unten in den Stoß gebohrt und verpreßt) versuchte man den Wasserzufluß zu unterbinden. Doch brachten die Verpreßarbeiten keinen Erfolg, da der Zement beim Eindringen in den Poren des Buntsandsteins sofort ausfiltriert und so nur das Bohrloch selbst verfüllt wurde.

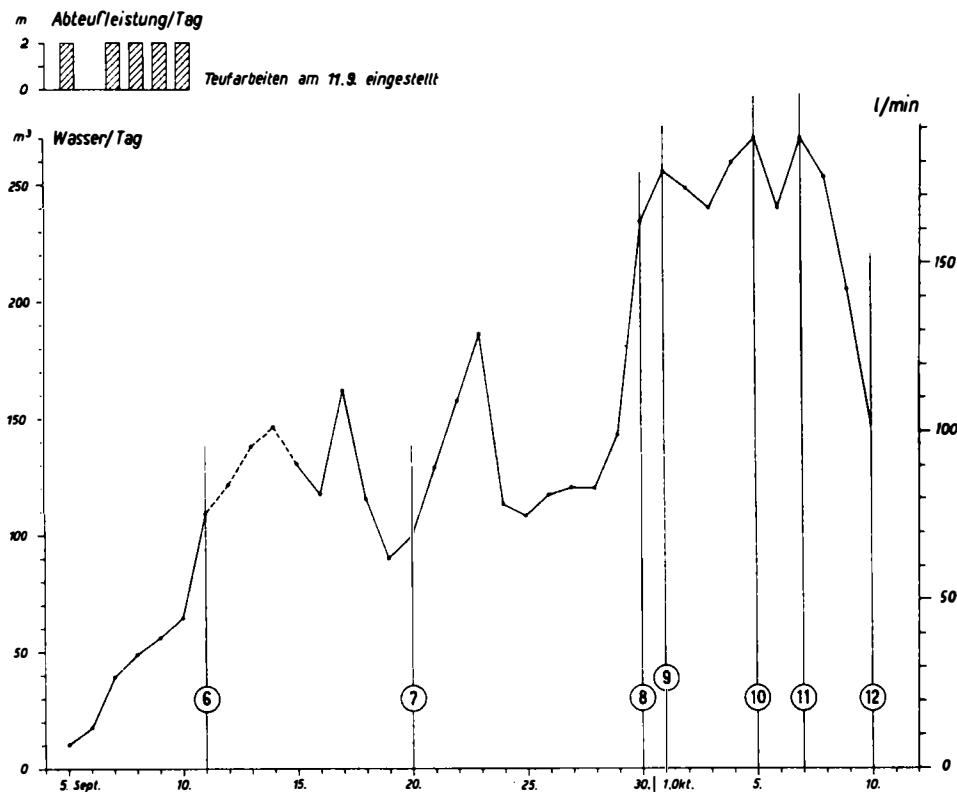


Abb. 5. Verlauf der Arbeiten zum Abdichten des Wassereinbruchs. (6) Abteufarbeiten eingestellt! Arbeiten zur Erkundung der Wassereinbruchstelle beginnen: 9 Bohrlöcher (\varnothing 62 mm) mit einer Teufe von 10—20 m werden niedergebracht. Die am westlichen und nordwestlichen Schachtstoß angesetzten Löcher bringen zwischen 206 und 208 m Teufe Wasser. Sie werden mit Zementmilch verpreßt. — (7) Beginn der Arbeiten zum Herstellen einer „Schrägschürze“; 1. Versuch, die Wassereinbruchstelle abzudichten: Es werden insgesamt 19 Bohrungen (\varnothing 42 mm) mit einer Teufe zwischen 4,20 und 6,75 mm niedergebracht und verpreßt. Temperaturmessungen in den Bohrlöchern zeigen, daß die Temperatur der zufließenden Wässer immer mehr ansteigt, von $+4^\circ\text{C}$ auf $+11^\circ\text{C}$. Der nicht gefrorene Teil des westlichen Schachtstoßes weitet sich, vom Gefrierloch 34 ausgehend, nach Norden aus. — (8) Mittels 9 zusätzlicher Gefrierbohrungen auf der Schachtsohle (\varnothing 124 mm, Tiefe rund 6 m) versucht man den Frostkörper zu schließen. Erfolglos. — (9) Beginn des Verpressens mit Chemikalien („Monosol“-Verfahren): 18 Bohrlöcher (\varnothing 42 mm, Tiefe 4,00—6,75 m) werden von der Schachtsohle aus mit einem Einfallen zum Stoß hin niedergebracht; weitere 8 Löcher (\varnothing 42 mm, Tiefe 4,00 m) werden mit einer Neigung von 60° oberhalb der Sohle im Seitenstoß gebohrt. Rund 7000 l „Monosol“ werden eingepreßt. — (10) Abdichtungsversuch mit Chemikalien erfolglos eingestellt. — (11) Man beschließt, den Wasserzufluß mit Hilfe eines Betonklotzes abzudichten und die Frostlücke mittels zusätzlicher Gefrierrohre vom Betonklotz aus zu schließen. — (12) Pumpe eingebaut. Wasserförderung mit Kübeln eingestellt.

Inzwischen stieg der Wasserzufluß weiter an (5—6 m^3/h), ebenso die Wassertemperaturen ($+11^\circ\text{C}$).

Mittels 9 zusätzlicher Gefrierbohrungen auf der Schachtsohle bis zu einer Teufe von 210 m (gefrorener Gebirgsteil) versuchte man, die sich immer mehr aufweitende Frostlücke zu schließen.

Gleichzeitig mit diesen Arbeiten wurde ein weiterer Abdichtungsversuch mit Hilfe von Chemikalien („Monosol“-Verfahren) unternommen.

Beiden Arbeiten war jedoch kein Erfolg beschieden. Das eingepreßte „Monosol“ wurde durch das zufließende Wasser verdünnt und zum Schachtmittelpunkt

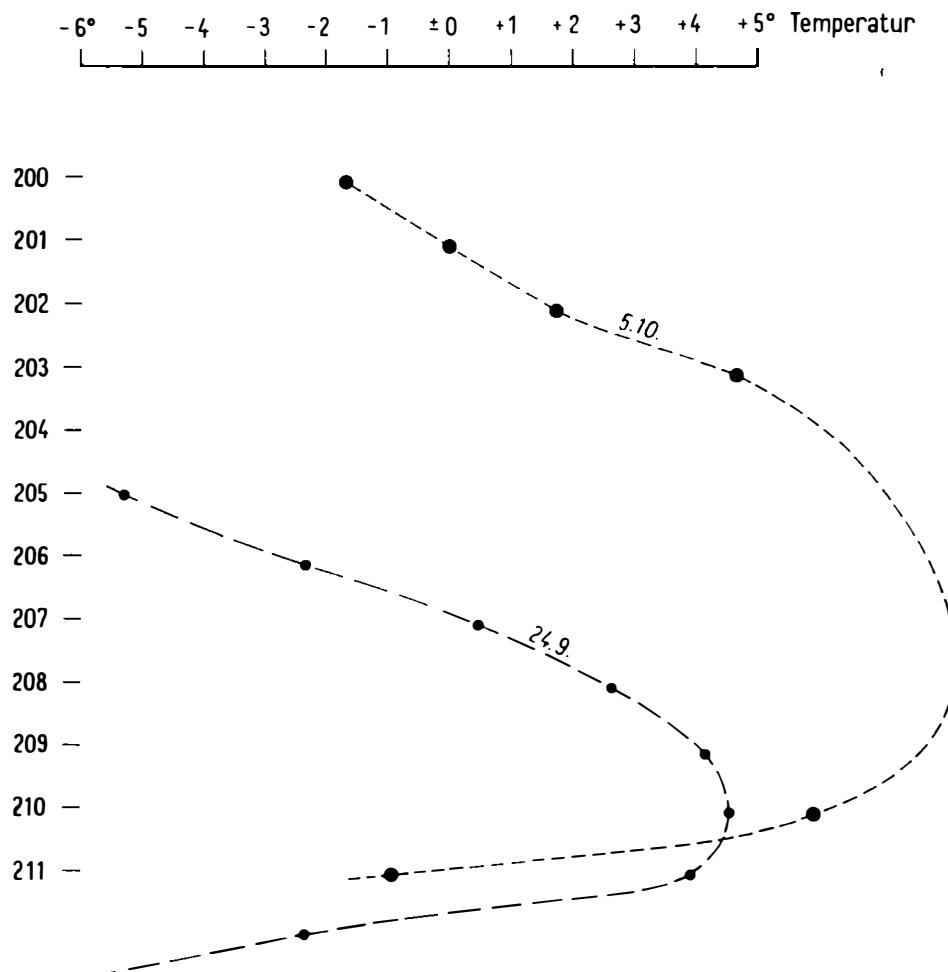


Abb. 6. Temperaturmessungen Bohrung T 2.

hin verdrängt, so daß statt einer Abdichtung des Schachtstoßes eine Abdichtung des Schachtkernes eintrat.

Auch das zusätzliche Gefrieren von der Schachtsohle aus führte zu keinem Erfolg. Mit Hilfe der Kältemaschinen, deren Maximalleistung bei 10^6 kcal/h lag, konnte das zufließende Wasser, dessen Zufluß im Laufe des Oktobers auf 11 bis $14 \text{ m}^3/\text{h}$ anstieg, bei einer Temperatur von $+11^\circ \text{C}$, nicht gefroren werden. Es wurde lediglich eine Temperaturerniedrigung auf $+7^\circ \text{C}$ erzielt.

Da also das Wasser auf diese Art weder eingefroren noch die Frostlücke abgedichtet werden konnte, entschloß man sich, den Wasserzufluß mit Hilfe eines Betonklotzes auf der Schachtsohle zum Stillstand zu bringen, und die Frostlücke durch zusätzliche Gefrierrohre von diesem Betonklotz aus zu schließen (Abb. 7).

Hierzu wurden zunächst die unteren Schachtmeter mit Hochofensplitt verfüllt. Darüber wurde ein rd. 3 m dicker, kalottenförmig ausgebildeter Betonklotz

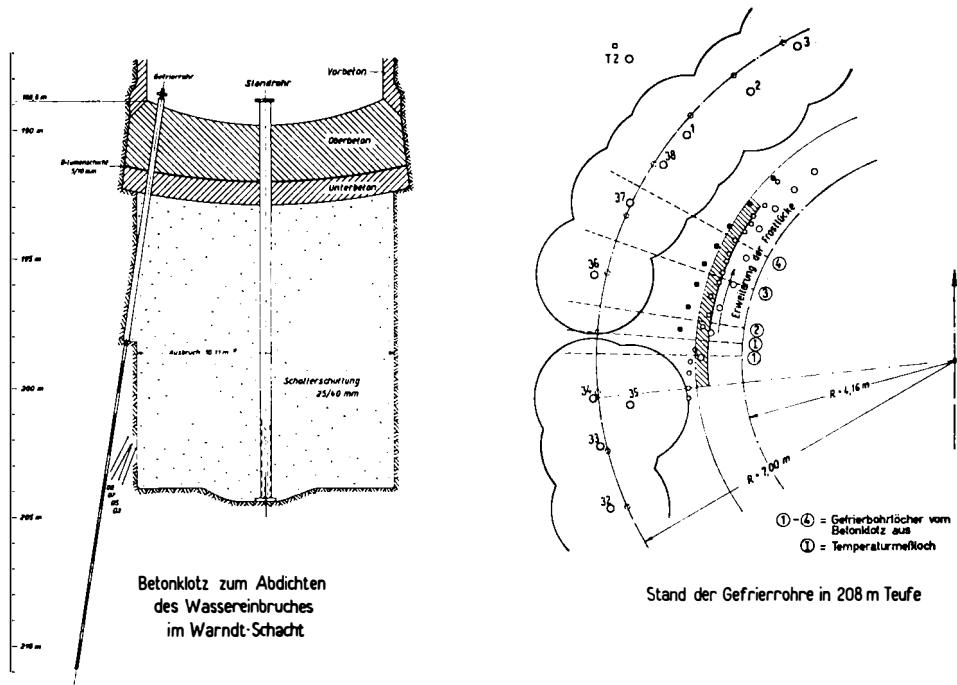


Abb. 7.

gelegt, der unter dem Fuß des letzten Vorbetonabschnittes verankert wurde. Zur Hebung des weiterhin zufließenden Wassers wurde der verfüllte Schachtteil mit einem perforierten Mittelrohr versehen, in das eine Tauchpumpe eingehängt wurde. Die zusätzlichen Gefrierbohrungen vom Betonklotz aus wurden bis zu einer Teufe von rd. 212 m niedergestoßen.

Ausgehend von der Temperaturentwicklung im Bereich der Frostlücke unternahm man am 25. November 1959 den Versuch, den Druck des unter dem Betonklotz anstehenden Wassers von 18,4 atü auf 0 atü unter Abzug einer stets gleichbleibenden Wassermenge abzubauen. Der Versuch glückte. Man konnte so annehmen, daß die Frostlücke geschlossen war.

Nach Entfernung des Betonklotzes und der Splittfüllung konnte am 9. Dezember 1959, also nach rd. 3-monatiger Unterbrechung, mit dem Weiterabteufen fortgefahrene werden.

Warndt - Schacht

Geologische Situation im Bereich des Wassereinbruchs

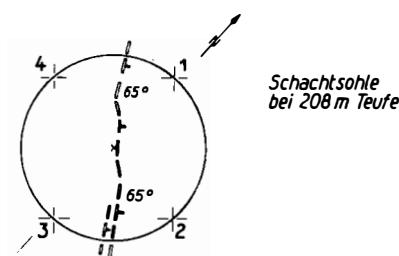
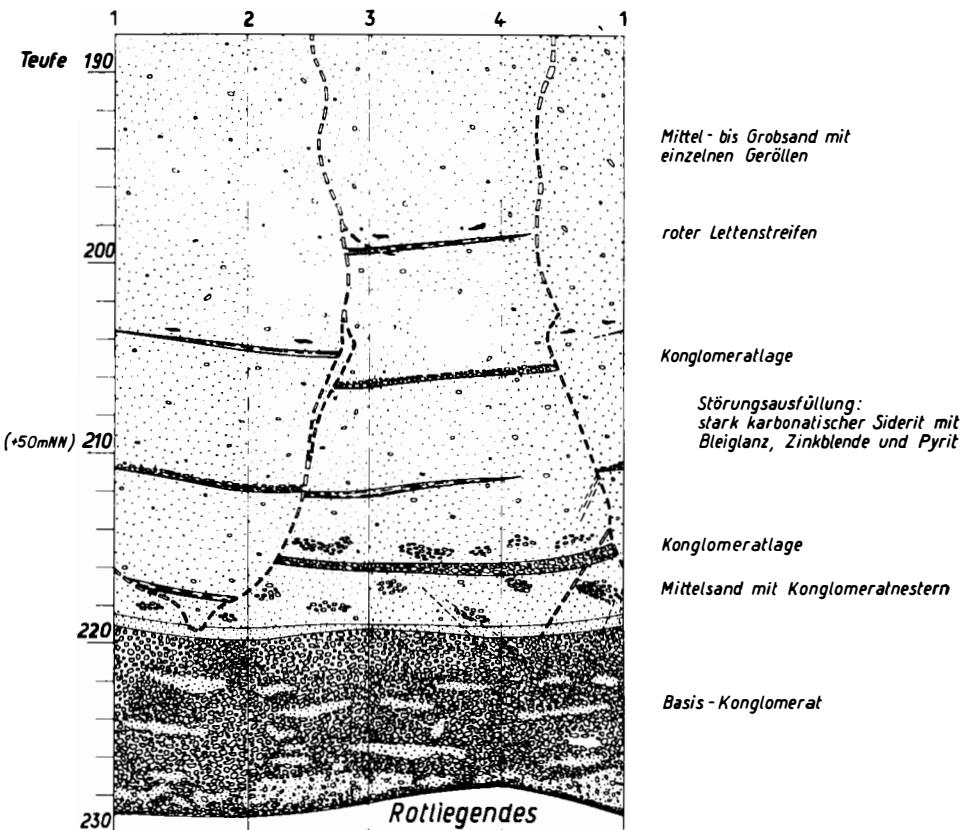


Abb. 8.

IV. Ursachen des Wassereinbruches

a) Die geologische Situation im Bereich des Wasser-einbruches

1. Die in diesem Bereich anstehenden Schichten des sm_{1a} bestehen aus geröllführenden, teilweise schrägeschichteten Mittel- bis Grobsanden, denen 2 dünne Tonlagen und 2 Konglomeratbänkchen eingelagert sind. An der Basis

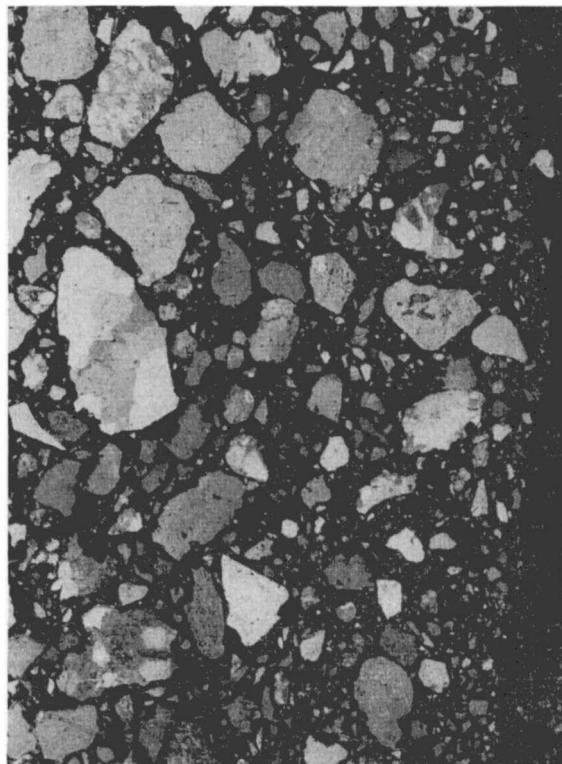


Abb. 9. Dünnenschliff. Zeigt den Kontakt-Sandstein — Störung. Interessant ist die schmale kataklastische Zone im Sandstein direkt am Kontakt (Vergrößerung 25,5fach).

dieser Sande macht sich eine Zunahme der Geröllführung in Form kleinerer Konglomeratnester bemerkbar. Unterhalb eines 20—70 cm starken geröllfreien Sandes setzt dann mit scharfem Schnitt das Basiskonglomerat ein mit einer Mächtigkeit zwischen 7,80 und 10 m (Abb. 3 und 8).

2. Der Buntsandstein wird von Rotliegendem in der Fazies der W a d e r - n e r Schichten (ro₁) unterlagert (Abb. 3). Sie beginnen mit dicht gelagerten Fanglomeraten, die in eine dunkelrote, stark tonige Grundmasse eingebettet sind. Eruptivgerölle, überwiegend Melaphyr, sind sehr häufig. Die z. T. bis zu einem Meter langen und etwa 60 cm dicken Melaphyrbrocken sind völlig zerstört. Die Grundmasse ist ganz in Ton umgewandelt. Beim Kippen auf die Halde zerfließen sie und lediglich die Blasenfüllungen (Calcitmandeln) bleiben erhalten.

3. Etwa ab einer Teufe von 145 m wird der Schacht von einer Störung geschnitten, die zunächst NNW—SSE streicht. Der Verwurf beträgt hier 50 cm. In einer Schachtteufe von 208 m streicht die Störung ziemlich genau NW—SE, bei einem Einfallen von 65° nach NE, der Verwurfsbetrag hat sich auf 5,40 m erhöht. Bei einer Teufe von 219,5 m geht die Störung aus dem Schacht (Abb. 8). Die Störung war völlig mit stark karbonatischem Siderit verheilt. Die Mächtigkeit der Störungsausfüllung schwankte zwischen 40 cm und einigen Millimetern.



Abb. 10. Anschliff. Zeigt Bleiglanz, z. T. gut kristallisiert (Vergrößerung 38,5fach).

Untergeordnet traten noch Bleiglanz (Abb. 10), Zinkblende (Abb. 11) hauptsächlich im Sandstein oder Mylonit und Pyrit (Abb. 12 und 13) auf, letzterer dabei in Form von Konkretionen im Sandstein (Abb. 12 zeigt einen Ausschnitt daraus), wobei der Sandstein nach Art der Knottenerze verkittet wurde. Abb. 13 zeigt daneben noch die Sprengung einzelner Mineralkörper durch das Erz und die Verdrängung von Feldspat durch Pyrit.

b) Das Abweichen der Gefrierbohrlöcher

Wie bereits erwähnt, wurden zu Beginn die Gefrierbohrlöcher mittels Bohrturbinen niedergebracht. Doch stellte man wegen des starken Abweichens bald auf das Schlagbohren um. Abb. 7 zeigt den Stand der Gefrierlöcher in 208 m Teufe. Auffällig ist dabei das starke Abweichen des mit der Turbine gebohrten

Loches 35. Bei Betrachtung des z. Z. des Teufbetriebes bei ungefähr 208 m wirk-samen Kühlmantels der einzelnen Gefrierlöcher, fällt auf, daß zwischen Loch 34 und 36, bedingt durch den Ausfall von Loch 35, eine schmale, nicht gefrorene Zone auftritt.

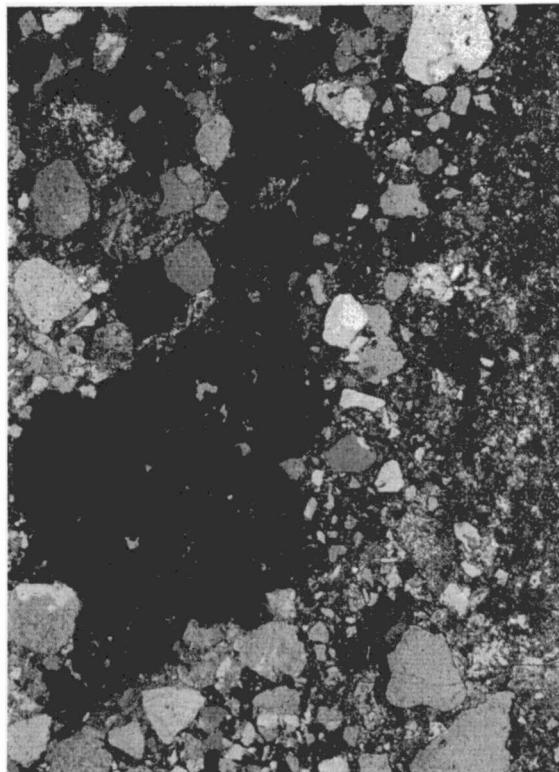


Abb. 11. Dünnschliff. Zeigt Sandstein im Kontakt zum Kittmittel (Siderit). Zinkblende findet sich im Sandstein (Vergrößerung 25,5fach).

V. Schlußfolgerungen

Die Ursachen für den Wassereinbruch dürften also in den folgenden Gegebenheiten zu suchen sein:

1. Der Buntsandstein bildet im Saargebiet auf Grund seiner Porosität, bedingt durch das Fehlen fast jeglichen Bindemittels den weitaus wichtigsten Grundwasserträger.
2. Das den Buntsandstein unterlagernde Rotliegende stellt im Bereich des Warndtschachtes wegen seines starken Tongehaltes einen Grundwasserstauer dar. Hierzu schreibt z. B. SEMMLER: „Die in die Tiefe versinkenden Wasser sammeln sich auf der nächsten wasserundurchlässigen Schicht oder stauen sich über einer verhältnismäßig schweren durchlässigen Schicht. Da sich in der Schichtenfolge auch öfter Ton- und Lettenlagen einstellen, kommt es örtlich zur Ausbildung von Grundwasserhorizonten, aus denen beim Ausstreichen an der Tagesoberfläche Quellen austreten. In der Tiefe machen sich diese Horizonte bei Wasser-

bohrungen durch eine plötzlich verstärkte Wasserlieferung bemerkbar. Fehlen aber solche wasserstauenden Einlagerungen, dann sinken die eindringenden Wässer bis auf die das Steinkohlengebirge oder das Rotliegende überlagernde und abdichtende Tonschicht ab und sammeln sich hier zum stärksten und verbreitetsten Grundwasserhorizont des ganzen Buntsandsteingebirges.“

Genau dies traf für den Warndtschacht zu.

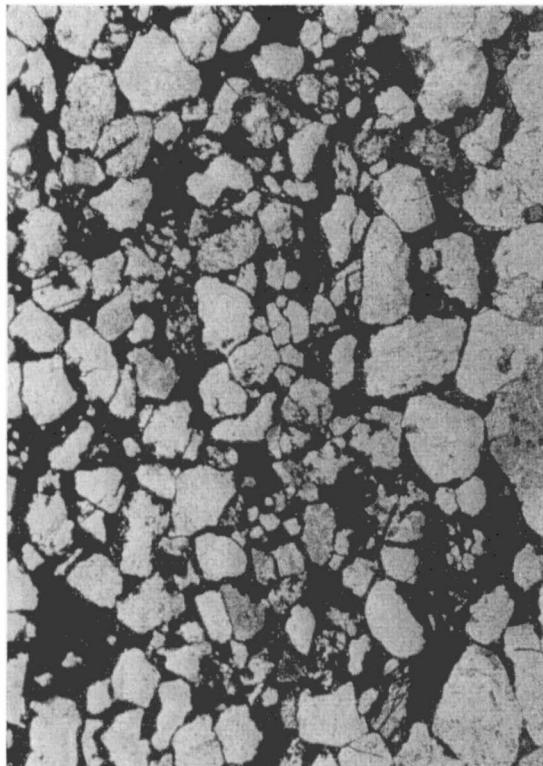


Abb. 12. Dünnschliff. Sie zeigt eine Pyritkonkretion im Sandstein (Ausschnitt). Die Verkittung des Sandsteins durch Pyrit erfolgt nach der Art der Knottenerze (Vergrößerung 25,5fach).

3. Bedingt durch den Ausfall des Gefrierloches 35 trat in dem Gefrierkreis eine Lücke auf, in die die zirkulierenden Wasser mit fortschreitendem Abteufen immer stärker einströmten. Die im Verlauf der erfolglosen Abdichtungsarbeiten niedergestossenen zahlreichen Bohrungen erhöhten nur noch die Wegsamkeit im nicht gefrorenen Schachtteil.

Mit Zunahme der Zuflüsse stieg die Wassertemperatur von anfänglich $+4^{\circ}\text{C}$ auf $+11^{\circ}\text{C}$ an. Dieser Temperaturanstieg bedingte eine weitere Auflockerung der Frostlücke.

4. Die den Schacht in dieser Teufe durchziehende Störung ist für den Wassereinbruch primär nicht verantwortlich.

Sie zieht sich etwa vom NW- zum SE-Stoß, während der Wasserzufluß aus dem Westen, dem Bereich des ausgefallenen Bohrloches 35 erfolgte. Weiterhin

war sie infolge ihrer Ausfüllung mit Siderit geschlossen. Lediglich die der Störung parallel bis spitzwinklig streichenden Klüfte könnten bei der Erweiterung der Frostlücke nach Norden unter Umständen wirksam gewesen sein (vgl. Abb. 8).



Abb. 13. Dünnschliff. Gibt einen Ausschnitt aus Abb. 12 wieder. Sie zeigt die Sprengung einzelner Mineralkörper durch das Erz und die teilweise Verdrängung des Feldspats durch den Pyrit (Vergrößerung 103fach).

VI. Zusammenfassung

Beim Abteufen des Warndtschachtes bewirkte ein sich allmählich steigender Wasserzufluß ein zweimaliges Einstellen der Abteufarbeiten. Nach umfangreichen, allerdings erfolglosen Abdichtungsversuchen, wird die Einbruchsstelle mittels eines Betonklotzes abgeschlossen. Mit Hilfe zusätzlicher Gefrierrohre vom Betonklotz aus kann die Frostlücke geschlossen und nach 3monatiger Unterbrechung mit dem Abteufen fortgefahren werden.

Die Ursachen des Wassereinbruchs sind in dem Ausfall des Gefrierrohres 35 infolge starker Abweichung in den stark wasserführenden unteren Partien des Buntsandsteins, der von stark tonigen Waderner Schichten (Grundwasserstauer) unterlagert wird, zu suchen.

Schriften

- KUHLMANN, H. D.: Abteufen und Ausbauen des Förderschachtes der Schachtanlage im Warndt der Saarbergwerke AG. — Innerbetrieblicher Bericht, Saarbrücken 1961.
- MÜLLER, E. M., & KLINKHAMMER, B. F.: Über die Verbreitung der Kreuznacher Schichten und die Ausbildung der Grenze Oberrotliegendes/Buntsandstein zwischen westlichem Hunsrück und Saarkarbonsattel. — Notizbl. hess. L.-Amt Bodenforsch., Wiesbaden 1963.
- SEMMLER, W.: Die Grundwasserverhältnisse im Saarbergbau und ihr Einfluß auf den Grubenbetrieb. — Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Berlin 1936.
- Quellen und Grundwasser im Deckgebirge des Saarbrücker Steinkohlenvorkommens. — Z. f. d. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Berlin 1940.
- Die geologisch-hydrologischen Grundlagen der Wasserversorgung des Saarlandes. — Z. Deutsch. Geol. Ges., 106, Jg. 1954, Hannover 1955.