

Färbeversuche zur Ermittlung hydraulischer Zusammenhänge im Bergbau mit Uranin AP

Von Dr. WALTER SEMMLER, Essen

Das große Interesse, das der Bergbau den Fragen nach dem Zusammenhang von Tages- und Grubenwassern in ein und demselben Grubenfeld oder auch in verschiedenen Grubenfeldern entgegenbringt, sowie wiederholte Anfragen über die Durchführung von Färbeversuchen veranlassen mich, über einige bemerkenswerte Färbeversuche mit dem Farbstoff Uranin AP zu berichten. Es sind Versuche, die ich erstens zur Feststellung der Versickerung des Klärteiches bei den Waldschächten 6/7 in Klein-Rosseln in Lothringen zweitens zur Klärung der Zusammenhänge der unterirdisch umlaufenden Lauge auf dem Kalibergwerk Marie-Luise im Elsaß und drittens zur sicheren Bestimmung des Zusammenhanges zwischen Bach- und Grubenwasser in den Feldern der Gruben Victoria und Göttelborn im Saarbezirk durchführte. An den Vorarbeiten und an der Ausführung des ersterwähnten Versuches sowie an der Beobachtung während der Versuchsdauer nahm mein damaliger Mitarbeiter bei der Geologischen Abteilung der Bergbaulichen Vereinigung im Oberbergamtsbezirk Saarbrücken, Herr Dr. HERBIG, tätig Anteil. Vor allem hat er die langwierigen Voruntersuchungen für diesen Versuch ausgeführt, die die eigentliche Durchführung erst ermöglichen.

Versickerung im Klärteich I der Grube Waldschächte 6/7 in Klein-Rosseln, Lothringen

Vorversuche mit Farbstoffen und dem
zu färbenden Schlammwasser

Bereits einige Jahre vor dem letzten Kriege hatte die Grubenverwaltung Färbeversuche unternommen, um die Zusammenhänge zwischen dem Klärteich I und

den Grubenwasserzuflüssen zu erkennen. Sie hatten aber nur unbefriedigende Ergebnisse und keine Klarheit gebracht. Als aber im Winter 1943/44 die Grubenwasserzuflüsse erneut stark anstiegen, glaubte man wieder, in der Versickerung des Klärteichwassers die Ursachen dafür zu sehen. Es wurde daraufhin ein Färbeversuch beschlossen und die Geologische Abteilung der Bergbaulichen Vereinigung mit der Durchführung beauftragt.

Die unbefriedigenden Ergebnisse der früheren Versuche mit weniger geeigneten Farbstoffen und meine Erfahrungen mit dem Farbstoff Uranin AP veranlaßten mich, in erster Linie die Verwendbarkeit dieses Farbstoffes zu prüfen, da er bei den bisherigen Versuchen nicht benutzt worden war. Seine Eignung für diesen Zweck trat, wie noch beschrieben werden wird, ganz besonders hervor. Uranin AP ist das Natriumsalz des Fluoreszeins und wird von der Firma E. Merck in Darmstadt ausdrücklich für Färbung unterirdischer Gewässer in konzentrierter Form hergestellt. In dieser Form ist die Färbekraft des Uranins AP in reinem Wasser außerordentlich groß und die Erkennbarkeit wegen seiner Fluoreszenz sehr gut. Dazu kommt als weiterer Vorteil seine leichte Löslichkeit.

Da aber die bei den früheren Versuchen verwandten Farbstoffe dem Unterstücker unbekannt waren und sie kein Ergebnis erzielt hatten, erschien es mir richtig, durch einige Vorversuche mit Grubenwasser und Schlammwasser des Klärteiches nach Möglichkeit über das Verhalten des Farbstoffes gegen solches Wasser und das von ihm durchsunkene Gestein Aufschluß zu verschaffen. Diese Vorversuche ergaben nun eine

Anzahl Merkmale, die deshalb von Bedeutung sind, weil sich bei ihnen im kleinen deutlich gezeigt hat, daß schon die von dem Grubenwasser teilweise in erheblicher Menge mitgeführte Trübe die Verteilung und Sichtbarkeit des Farbstoffes erheblich, zum Teil sogar recht ungünstig beeinflußt.

Der Farbstoff Uranin AP ist säureempfindlich. Die Säure zerstört jedoch nicht die an und für sich nur schwache meergrüne Farbe, sondern vielmehr ganz oder teilweise die außerordentlich starke Fluoreszenz, die dem Farbstoff die wunderbare Leuchtkraft verleiht und ihn bei außerordentlich starker Verdünnung noch wahrnehmbar macht. Dagegen scheint ein alkalischer Zusatz die Fluoreszenz noch um eine Kleinigkeit zu steigern. Da nun das Grubenwasser zum Teil sauer reagiert, war es zweckmäßig, dem Farbstoff eine kräftige alkalische Lauge beizumischen oder zum größeren Teil vorzuschicken. Die Konzentration der Wasserstoffionen in dem in Betracht kommenden Wasser war folgende:

Klärteich: PH-Wert = 7,0 = neutral,
Quelle 1 auf der 150-m-Sohle: PH-Wert = 7,2 = alkalisch,
Quelle 2 auf der 150-m-Sohle: PH-Wert = 6,5 = sauer.

Die Fluoreszenz des Uranin AP war sowohl bei reinem Leitungswasser als auch bei filtriertem Grubenwasser der Waldschächte 6/7 bis zu einer Verdünnung von $1 : 1\,000\,000\,000 = 0,000\,01 \text{ mg/cm}^3$ noch deutlich mit dem unbewaffneten Auge wahrzunehmen. Sobald das Wasser jedoch auch nur wenig trüb war, oder bei stärkerem Schlammgehalt der Schlamm sich abgesetzt hatte, war der Farbstoff im Wasser bei dieser Verdünnung nicht mehr sichtbar und man mußte die Färbung schon auf $1 : 40\,000\,000$ verstärken, bis das Wasser über dem Schlamm wieder die Farbe erkennen ließ (Abb. 1).

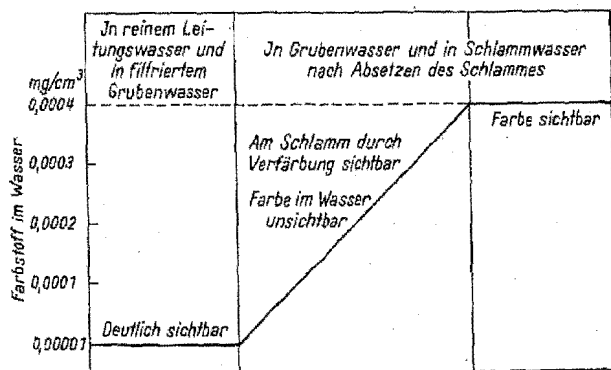


Abb. 1. Die Sichtbarkeit des Uranins AP mit bloßem Auge.

Es kann nun sein, daß die durch die Trübe bewirkte Zerstreuung des Lichtes bei dieser starken Verdünnung geringe Fluoreszenz aufhebt oder die rötlich-braune Eigenfarbe der Trübe die grünliche Farbe ausgleicht oder überdeckt. Es kann aber auch sein, daß der Schlamm die Fähigkeit besitzt, den Farbstoff zu binden oder wenigstens vorübergehend um seine Teilchen herum zu verdichten und festzuhalten. Um dies festzustellen, wurde der Schlamm selbst auf sein Verhalten gegen den Farbstoff untersucht, wobei zwei wichtige Beobachtungen gemacht werden konnten:

1. Der im Filter zurückgebliebene Schlamm des gefärbten Grubenwassers zeigte gegen den Schlamm von ungefärbtem Wasser oberflächlich eine schon bei der Verdünnung von $1 : 100\,000\,000$ noch gut

erkennbare dunklere Farbtonung, die bei Verstärkung des Farbstoffes immer dunkler braun bis graubraun wird, aber erst bei einer Farbstoffmenge von $0,000\,2 \text{ mg/cm}^3$ anfängt, einen schwachen grünen Schimmer erkennen zu lassen, der bei einem Gehalt von $0,000\,3 \text{ mg/cm}^3$ in deutlich grün-braune Farbe übergeht.

Man würde also auch beim Schlamm, vorausgesetzt, daß das gefärbte oder farbverdächtige Grubenwasser genügend Trübe enthält, die Färbung im Vergleich mit dem Schlamm ungefärbten Wassers von gleicher Herkunft ebenso genau feststellen können, wie am Wasser selbst, vorausgesetzt, daß der Schlamm örtlich nicht schon zu dunkelfarben ist, wodurch die Sichtbarkeit geringer Farbunterschiede unmöglich gemacht würde.

2. Der Schlamm stark gefärbten Wassers mußte 25- bis 30mal durchgewaschen und filtriert werden, bis das Waschwasser keinen Farbstoff mehr erkennen ließ. Wegen der großen Feinheit des Schlammes ging das Filtrieren ungemein langsam vor sich und dauerte fünf Tage. Dieser gründlich mit Wasser ausgewaschene Schlamm wurde sodann mit Alkohol ausgeschüttelt und filtriert. Das erste Mal ohne Erfolg. Erst das zweite und dritte Filtrat desselben Alkohols, mit Wasser verdünnt, brachte eine schwache Grünfärbung. Darauf wurde dieser Schlamm mit verdünnter Kalilauge filtriert, wobei gleich das erste Filtrat erheblich Farbstoff enthielt (das Mehrfache des Farbstoffes der Alkoholmenge), das zweite Filtrat noch Spuren aufwies und erst das dritte Filtrat farblos war.

Es besteht nach diesem Ergebnis kein Zweifel, daß der Schlamm und natürlich auch die Gesteinsfolgen, denen dieser Schlamm entstammt, den Farbstoff mindestens zeitweilig zurückzuhalten vermögen. Da das gefärbte Wasser auf Kluft- und Porenräumen und auf längem Wege diese Gesteinsfolge durchlaufen muß, war zu bedenken, daß das im Verhältnis zu dem langen Weg und der großen Berührungsfäche nur ganz geringe Farbstoffquantum zu stark zurückgehalten wird und in einer Verdünnung an der Beobachtungsstelle anlangen würde, die unter der Wahrnehmbarkeitsgrenze liegen mußte.

Dieselbe Erscheinung der Farbstoffabsorption durch den Schlamm zeigte sich übrigens auch bei andern organischen Farbstoffen in verschiedenem und zum Teil viel stärkerem Grade. Grobe Schätzungen ergaben, daß die Absorption in Schlammwasser sich zu den in reinem Wasser bei ungefähr gleicher Konzentration des Farbstoffes verhält, wie in Zahlentafel 1 angegeben ist. Die Untersuchungen wurden alle mit starken Farblösungen ausgeführt, da bei Verdünnung

Zahlentafel 1. Absorption der Farbstoffe im Schlammwasser der Klärteiche I der Schachtanlage Waldschacht 6/7 im Verhältnis zur Absorption in reinem Wasser.

Nr.	Farbstoff	Lösung	Absorption %	Absetzen
1	Uranin AP	neutral	~ 25	setzt sich fast gar nicht ab
2	Eosin	neutral	10	
3	Phloxin	neutral	15	
4	Lakmus, blau	schwach alkal.	50-60	
5	Lakmus, rot	schwach sauer	> 95	
6	Methylorange	neutral	20	
7	Anilinviolett	schwach alkohol.	> 95	
8	Alizarin	schwach alkohol. + NH ₃ + KOH	> 95	

bis zur Sichtbarkeitsgrenze die Absorption vollständig ist, aber keinen Vergleich mehr gestattet. Auf Genauigkeit erheben die in der Zahlentafel 1 dargestellten Werte keinen Anspruch, sie würden aber in Anbetracht der Verschiedenartigkeit der Farbstoffe und ihrer Farbeigenschaften auch bei quantitativen Verfahren nicht anders ausfallen.

Soweit nun diese nicht oder nur schwach durch den Schlamm absorbiert werden, eignen sie sich doch nicht als Ersatz für das Uranin AP, da ihre Färbekraft und vor allem ihre Fluoreszenz zu weit hinter dessen außerordentlich großer Färbekraft zurücksteht, um bei Verdünnungen, mit denen bei unserer Untersuchung zu rechnen ist, noch wahrnehmbar zu sein.

Da der säuerliche Charakter eines Teiles des Grubenwassers bei dem Färbeversuch eine Beigabe von Alkalien notwendig machte, mußte die mögliche Wirkung dieses Zusatzes nicht bloß auf den Farbstoff, sondern auch auf die Trübe oder auf die Bildung der Trübe geprüft werden. Daß solche Wirkungen bei der Verdünnung, in der Farbstoff und Alkalien an der Beobachtungsstelle anlangen, nur gering sein können, ist natürlich. Aber diese Stoffe müssen an der Färbestelle in konzentrierter Form angewandt werden, um auf ihrem langen Wege noch mit genügender Wahrnehmbarkeit an der Beobachtungsstelle anzukommen. Und in dieser konzentrierten Form können die Alkalien doch das durchlaufende Wasser und das Gestein in einem für den Färbeversuch ungünstigen Sinne beeinflussen.

Es hat sich bei den Vorversuchen gezeigt, daß Alkalien schon in stärkerer Verdünnung durch Lösung gewisser Stoffe (vorwiegend organisch-bituminöser Natur) das Wasser schwach grün oder gelb-grün färben. Bei dem konzentrierten Zusatz über Tage ist natürlich damit zu rechnen, daß größere Mengen dieser färbenden Stoffe gelöst werden. Es kann daher vorkommen, daß das Wasser durch die Alkalien deutlich gefärbt an der Beobachtungsstelle anlangt und dann entweder die Farbe als von Uranin AP herrührend angesehen wird, das in Wirklichkeit gar nicht vorhanden ist, oder eine vielleicht ankommende sehr schwache Uraninfärbung unter ihr verschwindet.

Die Versuche, die mit den verschiedenen Farbstoffen in Schlammwasser angestellt wurden, um die absorbierende Wirkung des Schlammes zu ermitteln, zeigten außer den in der Zahlentafel 1 aufgeführten Absorptionsgraden noch eine andre Wirkung, die bei Verwendung von Soda als Neutralisationsmittel für saure Wässer zu beachten war. Während alle gut durchgeschüttelten Schlammwasseransätze verhältnismäßig rasch und vollständig im Filter durchsetzten, darunter auch mit Uranin AP gefärbtes Schlammwasser mit Zusatz von Kali- oder Natronlauge, war in einem mit blauem Lackmus gefärbtem sowie mit Soda versetztem Schlammwasser die feinste Trübe nicht zum Absetzen zu bringen. Die Soda bewirkte also starke Kolloidbildung, die sich durch die Gegenwart des Uranins AP noch beträchtlich zu verstärken schien. Das war besonders deshalb bedenklich, weil nach diesem Ergebnis zu gewärtigen stand, daß die Soda auch die Schlammbildung aus dem durchlaufenen Gestein fördert und dadurch den Färbeversuch in Frage stellte (Zahlentafel 2).

Da für den Färbeversuch auch die geo-hydrologischen Verhältnisse zwischen Klärteich, Gebirge und

Grubenwasser von Bedeutung sind, sollen sie kurz behandelt werden.

Geologisch-hydrologische Verhältnisse

Die geologischen Verhältnisse sind im Felde der Waldschächte 6/7 dadurch gekennzeichnet, daß über dem Steinkohlengebirge die Schichten des mittleren Buntsandsteins in einer stark wechselnden Mächtigkeit von 30 bis 80 m liegen. Der Buntsandstein setzt sich aus einer Folge von gelben und rötlichen Sandsteinen zusammen, die manchmal örtlich durch tonige Lagen unterbrochen ist. Der Sandstein selbst ist bankig, aber mürbe und zum Teil auch klüftig. Diese mürbe und auch lockere Beschaffenheit macht ihn hydrologisch zu einem guten Grundwasserträger, der besonders in dem Basiskonglomerat große Grundwassermengen enthält. Da aber innerhalb dieser Schichtenfolge wasserstauende Einlagerungen fehlen, kann sie insgesamt als wasserführend oder wasserdurchlässig bezeichnet werden. Die Niederschläge, Wasserläufe und Teiche können verhältnismäßig leicht versickern und versinken, insbesondere dann, wenn sich oberhalb des normalen Grundwasserspiegels ein Teich befindet. Die versinkenden Wasser stauen sich erst über der in unserem Untersuchungsgebiet vorhandenen Tonschicht, die als prätriadische Verwitterungsoberfläche das Steinkohlengebirge vor dem Eindringen des Buntsandsteinwassers unter bestimmten Voraussetzungen schützt. Sie darf daher auch nicht zu Bruch gebaut werden.

Die Schichten des Steinkohlengebirges gehören dem Westfal D an. Sie setzen sich aus einer wechselnden Folge von Konglomeraten, Sandsteinen, Sandschiefern, Schiefertönen und Kohlenflözen zusammen. Mehrere größere Sprünge und eine Anzahl kleinere Wasserteile setzen das Gebirge. Für die Gefahr eines Wassereintrittes oder die Möglichkeit des Zulaufs von Wasser aus dem Deckgebirge kommen u. a. auch die großen Sprünge in Betracht, da nur sie bis zum Deckgebirge durchsetzen oder sich sogar in das Deckgebirge fortsetzen. Beim Abbau der Flöze vollziehen sich zweifellos entlang diesen Sprüngen Gebirgsbewegungen, die zur Öffnung der Spalten führen und stärkere Wasseraustritte zur Folge haben können. So war im Dezember 1943 im Zusammenhang mit dem Ansteigen der Grubenwasserzuflüsse die Vermutung aufgetaucht, die Zuflüsse stammten zum Teil aus dem Klärteich I und gelangten auf Bruchspalten in das Grubengebäude. Die Vermutung wurde dadurch unterstützt, daß seit Jahr und Tag das in den Klärteich geleitete Wasser versickerte und nirgendwo mehr sichtbar zu Tage trat.

Zahlentafel 2. Übersicht des Verhaltens des Schlammwassers bei Zusatz von Alkalien und Farbstoff Uranin AP.

Nr.	Wasser	Versetzt mit	Farbstoff	Absetzen
1	Schlammwasser	Kalilauge (KOH)	ohne und mit Uranin AP	ziemlich rasch und vollständig
2	Schlammwasser	Natronlauge (NaOH)	ohne und mit Uranin AP	ziemlich rasch und vollständig
3	Schlammwasser	Soda (Na ₂ CO ₃)	ohne Uranin AP	äußerst langsam. Feinste Trübe bleibt selbst nach 6 Wochen i. d. Schwebel. Starke Kolloidbildung.
4	Schlammwasser	Soda (Na ₂ CO ₃)	mit Uranin AP	wie zu 3. Nur ist die feinste Trübe noch dichter

Bei der Anlage des Klärteiches war man von dem Gedanken ausgegangen, daß der Buntsandstein wasser aufnehmenfähig sei und wohl das zur Klärung eingeleitete Wasser versinken, aber der Schlamm zurückbleiben würde. Man hatte deshalb den Klärteich in ein Tal verlegt, das mit Berghalden aufgefüllt und von allen Seiten auch davon umsäumt war. Tatsächlich versank das Wasser sehr schnell und der Schlamm blieb zurück. Der Klärteich war daher nur selten gefüllt. Seitdem aber vermutet wurde, daß aus dem Klärteich die erhöhten Grubenwasserzuflüsse herührten, war er nicht mehr benutzt worden. Der Teich war daher bis auf 3000 m³ fast leer. Für den Färbeversuch mußte er besonders gefüllt werden.

Der Färbeversuch und die hydrologischen Verhältnisse

Am Dienstag, dem 21. März 1943, wurde vormittags um 9 Uhr mit dem Färbeversuch begonnen. Es wurde entsprechend den schon behandelten Voruntersuchungen eine Farbstoffmenge von 5 kg Uranin AP

rd. 24000 m³ Schlammwasser gefüllt wurde, war nach kurzer Zeit stark fluoreszierend grün. Mit den im Teich vorhandenen 3000 m³ standen für den Versuch also 27000 m³ gefärbten Wassers zur Verfügung. Der Farbstoff war im Teich demnach in einer Konzentration von 1 : 5,4 Mill. gelöst. Da aber der Farbstoff nach unseren Voruntersuchungen noch in einer Verdünnung von 1 : 100 000 000 mit unbewaffnetem Auge im Grubenwasser deutlich sichtbar war, so hätte also die 20fache Wassermenge, also 540 000 m³, noch leicht nachweisbar gefärbt werden können. Darüber hinaus ist aber ein Nachweis auch noch in einer Verdünnung von 1 : 1 000 000 000 mit optischen Hilfsmitteln möglich. Wenn also das gefärbte Wasser ins Grundwasser gelangt, müßte dieses auf weite Erstreckung noch wahrnehmbar gefärbt sein. Es war deshalb zu erwarten, daß das Grundwasser an den Stellen, wo es frei aus dem Buntsandstein austrat, auch Farbspuren erkennen ließ. Das mußte besonders in dem kleinen, in der Nähe gelegenen Schacht der Fall sein, wo das Wasser aus dem Basiskonglomerat des Buntsandsteins austrat. Außerdem konnte damit gerechnet werden, daß sich Farbspuren zuerst an den Wasseraustritten der Quellen 1 und 2 auf der 150-m-Sohle und später auch an der Pumpe VIII auf der 207-m-Sohle zeigten. Schließlich war auch die Annahme berechtigt, daß sich am Schacht 2 und auch am Schacht 3 die Färbung des Wassers bemerkbar machen würde. Deshalb wurden an allen genannten Stellen Proben genommen.

Während alle Proben, die zum großen Teil aus dem Grundwasser des Deckgebirges stammen, in der Zeit vom 21. März bis zum 20. April keine Farbe erkennen ließen, war das Wasser des Klärteiches noch am 20. April deutlich grün gefärbt. Dabei hatte sich der Wasserspiegel fast bis auf den alten Stand vom 21. März gesenkt, das Wasser war also versickert. Eine Probe des im Teich abgesetzten Schlammes zeigte am 23. April, also nach 33 Tagen, daß bei Durchgabe von Wasser im Filter dieses eben wahrnehmbar grün gefärbt wurde, wobei andre Farbstoffe, namentlich humoser Herkunft, einen Teil der Färbung verdeckten. Auch die am 24. April vorgenommene letzte Untersuchung durch Zusammenschütten aller bisher außerhalb des Teiches genommenen Wasserproben und Behandlung des Wassers mit aktiver Kohle und anschließendem Auswaschen mit absolutem Alkohol hatte ein negatives Ergebnis.

Mit dem Farbstoff konnten demnach der Verbleib des Wassers aus dem Klärteich und die vermutete Abhängigkeit der Grubenwasserzuflüsse nicht nachgewiesen werden.

Betrachten wir nun weiter noch die Abb. 2, so ergibt sich tatsächlich vom Dezember 1943 bis Januar 1944 ein starkes Ansteigen der Wasserzuflüsse, die allmählich zurückgehen und die während des Färbeversuches, also der Füllung des Klärteiches, ganz bedeutend abnehmen. In der Zeit vom 21. März bis zum

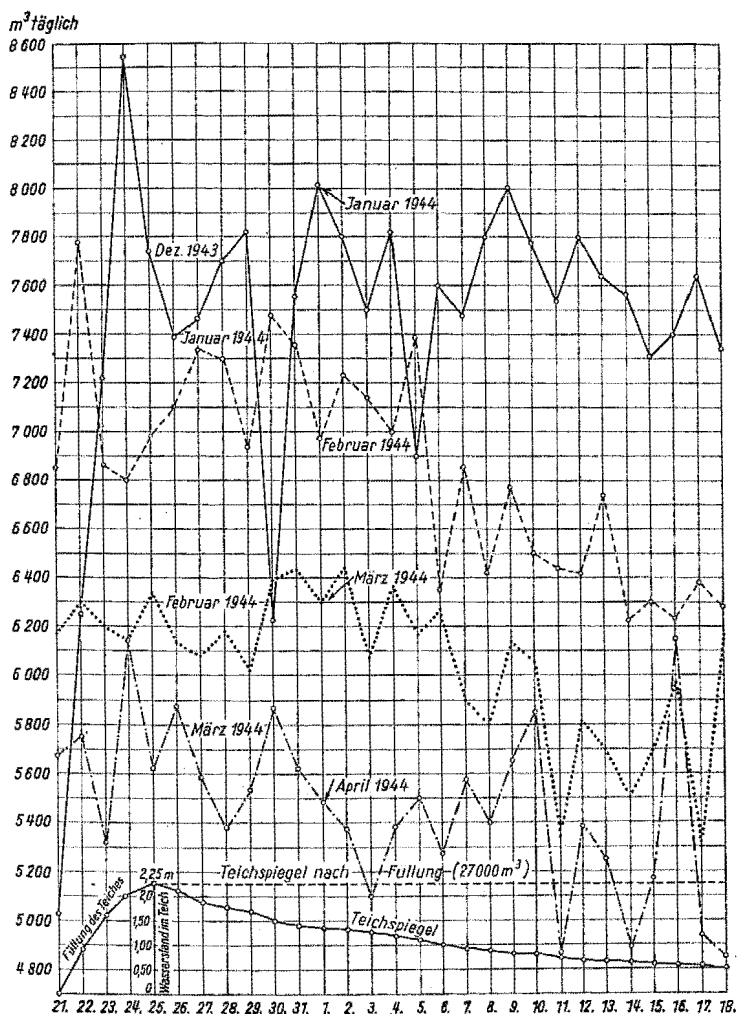


Abb. 2. Gehobene Wassermengen auf der 207-m-Sohle und Senkung des Wasserspiegels im Klärteich.

und 1 kg Ätzkali in 120 l Wasser gelöst und im Laufe von 24 Stunden gleichmäßig in dünnem Strahl in das in den Klärteich fließende Schlammwasser eingegeben. Die Färbung war leuchtend grün. Auch der Klärteich, dessen Wasserspiegel sich bei der Füllung im ganzen um 2,25 m gehoben hatte und mit

20. April wurden insgesamt 163 610 m³ gehoben. Zöge man nun davon die 24 000 m³ versickerten Klärteichwassers ab, so wäre nur eine Wasserhebung von rd. 139 000 m³ für diese Zeit festzustellen. Dies wäre aber gegen die Monate Februar und März eine Abnahme von rd. 25 %, während die Verminderung von März gegen Februar nur knapp 3 % ausmacht. Auch der volle Monat April hat noch 162 810 m³ ergeben, so daß sich die Wasserhebung um etwa 10 % vermindert hätte. Eine solche Abnahme entspräche auch gut den natürlichen Verhältnissen.

Die Abb. 2 läßt ferner deutlich erkennen, daß zwischen der Füllung des Klärteiches, seiner Versickerung und der Wasserhebung der Grube keine Beziehung besteht. Der Abnahme der täglichen Wasserhebung läuft die Absenkung des Wasserspiegels im Teich fast parallel. Dabei wurde die Absenkung des Wasserspiegels z. B. für den 26. März mit 19 cm oder 2400 m³ Wasserverlust festgestellt. Aber weder die Wasserhebung zeigte eine entsprechende Erhöhung, noch wiesen die Proben Farbspuren auf. Die größten Schwankungen in der Wasserhebung betrugen einige hundert Kubikmeter und blieben durchaus regelmäßig. Es ließ sich auch aus dieser Betrachtung keine Beziehung zwischen Klärteich und Grubenwasserzufluß finden.

Um die Ursache der Erhöhung der Grubenwasserzuflüsse zu finden, wurden auch die Niederschläge in Beziehung zur Wasserhebung gebracht. In Abb. 3 sind von der 207-m-Sohle die gehobenen Wassermengen und die Niederschläge der Monate Dezember 1943 bis April 1944 dargestellt. Es zeigt sich dabei eine auffallende Abhängigkeit der Wasserhebung von den Niederschlägen. Da diese aber erst in das Grundwasser des Buntsandsteins gelangen und dieses auffüllen, kann diese Erhöhung der Zuflüsse nur durch den größeren hydrostatischen Druck des angestiegenen Grundwassers erklärt werden. Es ergibt sich daraus auch, daß die im allgemeinen abdichtende Tonschicht doch an einer oder mehreren Stellen entweder nicht abdichtend ausgebildet ist, oder daß sie bereits durch den Abbau ihre vollkommene Dichtigkeit eingebüßt hat. So ist auch das Abklingen der Wasserzuflüsse bei den geringen Niederschlägen der Monate März und April zu erklären.

Immerhin blieb nach dem Färbeversuch noch die Frage, wohin das Wasser aus dem Klärteich fließt, zu beantworten. Hierfür muß man sich daran erinnern, daß der Klärteich in einem Tal angelegt ist, das bis zu

seiner Mündung in ein größeres Tal bis zu 10 m hoch mit Halden- und Bauschutt verschüttet ist. Auch das Tal, in dem sich die Waldschächte 1/3 befinden, ist mit den gleichen Massen angefüllt. Sie liegen auf dem alluvialen Talboden, der aus sandigem Lehm und Ton besteht. Dieser ist aber verhältnismäßig schwer durchlässig, so daß das in dem Schutt versickerte Klärteichwasser auf dem Alluvium abläuft, in einen Kanal gerät und so in die Rossel gelangt. Das ist der wahrscheinliche Weg des Wassers. Der Klärteich ist also dicht, soweit das Alluvium ihm diese Abdichtung verleiht. Das Einleiten des Wassers in den Teich kann also nicht für das Ansteigen der Grubenwasserzuflüsse verantwortlich gemacht werden. Für eine Abdichtung brauchten keine besonderen Maßnahmen getroffen zu werden. Er konnte weiter in Benutzung bleiben.

Färbeversuch auf dem Kalibergwerk Marie-Luise in Staffelfelden, Elsaß, im Jahre 1943

Über das in Betracht kommende Wasservorkommen, dessen Zusammenhänge durch einen Färbeversuch geklärt werden soll, hat SCHNARRENBARGER¹ in einem Gutachten „Die Laugen“, das für das oben genannte Werk erstattet wurde, Näheres ausgeführt. Er schreibt darin: „Hier kommt im Querschlag T bei — 358 m, also in Teufe 358 + 250 = 608 m, auf einer Verwerfung, Schichtzerreißung, von bedeutender Sprunghöhe viel Lauge herunter. Der Vortrieb wurde deshalb am 25. November 1931 gestundet, ein Lehm-damm gesetzt und die Strecke auf 100 m mit Steinsalzversatz verdämmt. — Der Querschlag T liegt nördlich außerhalb des Risses (Abb. 4). — Große Projekte zur Durchquerung der Störung waren aufgestellt worden. Die Franzosen KISSEL und MAIKOWSKI waren der Meinung, daß das Wasser von hoch oben komme. Heute arbeitet sich diese Lauge vom Querschlag T aus bis in die Nähe des Schachtes auf 1400 m Länge durch das Grubengebäude hindurch.“

Fahrsteiger BAUER war bei den Arbeiten im Jahre 1931 zugegen. Er schätzte die Wassermenge, die beim Anschlagen herausströmte, auf 60 l/min = 1 l/s so daß man Kopfbleche zum Schutz anbringen mußte. Nach acht Tagen war die Menge bedeutend zurückgegangen. Jetzt wird die durch die Verdämmung durchsickernde Lauge an der Stelle A Fuß Steinberg 21 in — 394 m beobachtet. Die Messung am 14. Juli 1942, 12 Uhr, ergab 0,285 l/s.“

Bei meinen Untersuchungen und Ermittlungen war der Zufluß am Fuß des Gesteinsberges 21 weder am 27. April noch an den folgenden Tagen mit den zur Verfügung stehenden Geräten festzustellen. Mit dem Schöpfgefäß, einem gewöhnlichen Eimer, vermochte man das Loch Nr. 1 nicht leer zu schöpfen, da der Wasserzudrang von unten und von der Seite zu stark war. Das Wasser war sehr salzig und eine wirkliche Lauge. Da sie offensichtlich aus Hohlräumen im Liegenden des Lagers kam, war anzunehmen, daß das Wasser auch in andern Strecken sein müsse und sich zu den Schächten durchdrücke. Es wurden daher auf mein Anraten die Löcher 2 bis 8 im Liegenden der Strecken angelegt und, wie erwartet, in allen Löchern die Lauge angetroffen. Schöpfversuche in diesen Löchern zeigten auch bald, daß größere Mengen Lauge im Liegenden des Grubengebäudes vorhanden sein müßten.

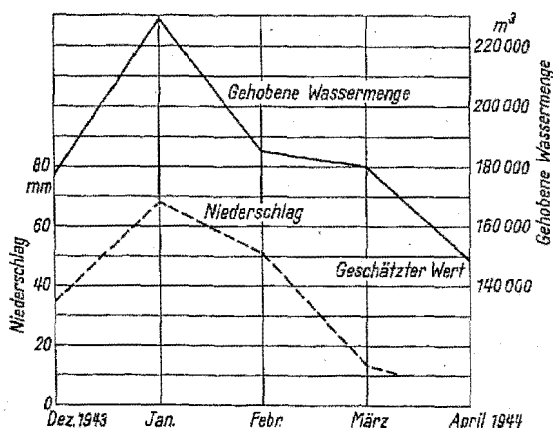


Abb. 3. Monatliche gehobene Wassermengen der Grube Waldschächte 6/7 und monatliche Niederschläge.

¹ SCHNARRENBARGER, CARL: Die Laugen. Unveröffentlichtes Gutachten für die deutsche kommissarische Verwaltung der elsässischen Kaligruben 1942.

An der Träufelstelle 10 werden täglich 3 m^3 in Förderwagen gesammelt und aus dem Sumpf von Schacht Marie täglich 7 bis 8 m^3 zu Tage gefördert.

Um die Zusammenhänge der Lauge in den einzelnen Schürflöchern und ihren Weg zu klären, wurde ein Färbeversuch unternommen. Die dazu notwendigen Voruntersuchungen ergaben, daß die Lauge in dem Loch 1 am Fuße des Gesteinsberges einen PH-Wert von 5 aufwies, gegen Phenolphthalein keine Reaktion zeigte und mit Lackmus neutral reagierte. Die chemische Zusammensetzung der Lauge im Loch 1 ergab am 12. Februar 1943 nach Angabe der Werksleitung:

	g/l
Kaliumchlorid KCl	2,55
Natriumchlorid NaCl	284,00
Magnesiumchlorid MgCl_2	8,12
Calciumchlorid CaCl_2	15,84
Calciumsulfat CaSO_4	1,60
Spezifisches Gewicht	1,21

Der für ein solches Wasser als geeignet angesehene Farbstoff Fuchsin löste sich gar nicht auf. Auch die Beigabe einer Lösung von Fuchsin in Süßwasser zur Lauge zeigte nur die Unbrauchbarkeit dieses Farbstoffes. Er fiel zum großen Teil in schwarzen Flocken aus. Ich versuchte dann Uranin AP. Es löste sich in der Lauge

und zeigte auch nach längerem Stehen keine Veränderung. Mit ihm wurde der Färbeversuch dann vorgenommen. Die große Färbekraft von Uranin AP habe ich bereits in dem vorigen Versuche eingehend dargestellt. Von einer starken Verdünnung wurde aber mit Rücksicht auf die Beschaffenheit des zu färbenden Wassers und die unbekannte Größe der zu färbenden Mengen abgesehen. Unter Annahme von $10\,000\text{ m}^3$ Lauge wurden 25 g Uranin AP verwandt. Der Farbstoff wurde in einem Tropfgefäß an der Färbestelle (Abb. 4) in Lauge gelöst und gleich-

mäßig 24 h lang der Lauge zugegeben. Wenn die angenommenen Laugenmengen von $10\,000\text{ m}^3$ tatsächlich vorhanden waren, so waren diese 25 g immer noch 25mal soviel wie der geringste nachweisbare Farbstoffzusatz. Die Verteilung des Farbstoffes in

der Lauge an der Eingabestelle war gleichmäßig. Der Färbeversuch dauerte vom 28. April mittags bis zum 29. April mittags. Am 30. April vormittags war die Lauge im Loch 1 noch deutlich grün gefärbt, wenn auch schon eine Aufhellung eingetreten war. Am 3. Mai, also nach fünf Tagen, war die Färbestelle entfärbt und die Lauge wieder klar. Daraus ließ sich schließen, daß die Bewegung der Lauge nur sehr langsam vor sich geht. Zugleich zeigte die 15 m davon entfernte Laugenstelle 2 am sechsten Tage eine deutliche Grünfärbung. Diese Färbung blieb bis zum 20. Mai erhalten. In Laugenstelle 3 trat erst am 18. Mai, also nach zwanzig Tagen, eine Grünfärbung ein. Die Laugenstelle 4 zeigte auch bis zum 20. Mai keine Farbspur. Desgleichen war in den Laugenstellen 5 und 6 nur eine rostbraune Färbung zu erkennen, aber keine grüne, fluoreszierende. In den Stellen 7 und 8 war ebenfalls keine Grünfärbung wahrzunehmen. Dieses Verhalten der Lauge in den einzelnen Stellen ist verständlich, wenn man die Abb. 4 betrachtet. Die beiden Höhenlinien der in den Löchern ermittelten Spiegellage des Laugenstromes zeigten deutlich an, in welcher Richtung die Lauge und mit ihr der Farbstoff abwärts wanderte. Daher konnte in den Löchern 5 bis 8 auch keine Uraninspur gefunden werden. Aber die Stelle 9 im Sumpf vom Schacht Marie zeigte bereits zwei Tage später eine grünliche Farbe, die etwa 16 Tage lang anhielt. In der Stelle 10 trat der Farbstoff erst deutlich am 20. Mai, also nach 22 Tagen auf. Schließlich wiesen die Salzzapfen an der Tropfstelle 11 ebenfalls grüne Farbspuren auf. Damit war bewiesen, daß die Lauge im Grubengebäude umläuft und in größerer Breite unter dem Kalilager durchzieht. Bevorzugt sind wahrscheinlich die Strecken, da hier die Lauge in dem aufgequollenen Liegenden sich leichter einen Weg bahnen kann als im festen Gebirge.

Die Vorschläge zur Beseitigung der Lauge gingen dahin, in erster Linie dem Wasser nachzufahren bis an die genannte Verwerfung im Querschlag T 6. Dort muß es weiter verfolgt werden, bis man im Hangenden eine zuverlässig wasserstauende und dichte Schicht von Mergeln und Tonen erreicht hat. Hier kann man und muß man dann auch abdämmen. Damit wäre die Gefahr für die Grube gebannt. Alles andre mußte Notbehelf bleiben.

Es erhebt sich die Frage nach der Herkunft des Wassers. Ausgehend von dem Grundsatz, daß alles Wasser vom Tage kommt, soll diese Möglichkeit einmal nachgeprüft werden. Die darüber vorgefundenen und die von mir gemachten Beobachtungen lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

Am Fuße des Gesteinsberges, in dem Wasserloch 1 ist zeitweise keine Lauge anzutreffen. Das Loch ist dann trocken. Daraus kann man schließen, daß der Zufluß vorübergehend nachläßt oder sogar aufhört. Diese Erscheinung wird von KÖHL und SANNER auf die Trockenheit der Wiesen im Frühjahr zurückgeführt. Eine Begehung des Geländes über Tage zeigt allerdings eine große Zahl von Wasserstellen und Bewässerungsgräben sowie wassergefüllte Klesgruben, so daß diese Ansicht an Wahrscheinlichkeit gewinnen kann. Aber demgegenüber muß man bedenken, daß der Grundwasserstrom in den Kiesablagerungen im Rheintalgraben das ganze Jahr über gleichermaßen stark bleibt. Ob die geringe

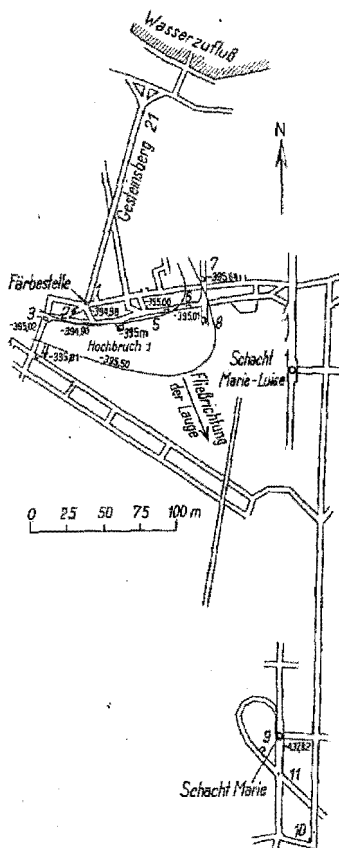


Abb. 4. Plan des Färbeversuches auf dem Kalibergwerk Marie-Luise in Staßfeldern, Elsaß, 1943.

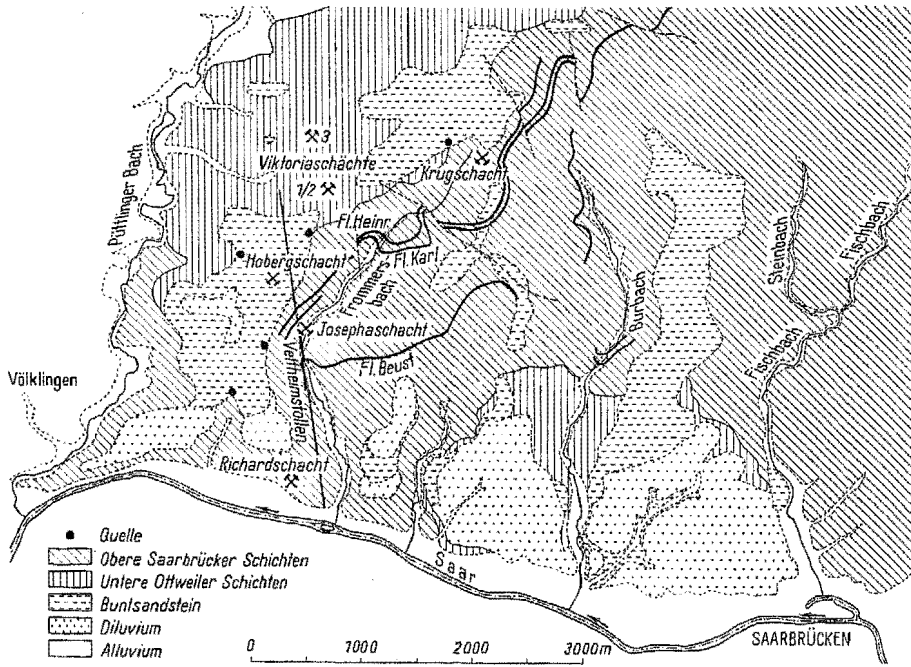


Abb. 5. Geologische Übersichtskarte der Umgebung des Frommersbachtals.

Änderung des hydrostatischen Druckes, die eine Bewässerung der Wiesen zur Folge haben könnte, genügt, das Wasser bis in die große Teufe absteigen zu lassen, weiß ich nicht und ist auch bisher nur vermutet worden. Die daraufhin geplanten weiteren Färbeversuche mußten wegen der Kriegswirren unterbleiben.

Immerhin hat der Färbeversuch die Brauchbarkeit des Farbstoffes Uranin AP auch unter den ungünstigen Bedingungen einer gesättigten Sole erwiesen.

Färbeversuch zur Ermittlung der Herkunft der Wasserzuflüsse im Felde der Grube Victoria, Püttlingen-Saar und die Wirkung der daraufhin getroffenen Maßnahmen

Diesen Färbeversuch habe ich bereits im Jahre 1936 ausgeführt und ihn in der Zeitschrift „Der Bergbau“ veröffentlicht². Er soll hier nur kurz wiedergegeben werden.

Geologische und bergbauliche Verhältnisse

Wie aus Abb. 5 ersichtlich ist, baut sich der Untergrund in der Nähe der Victoriaschächte und in der Umgebung des Frommersbaches aus den Oberen

² SEMMLER, W.: Untersuchungen, Wassermessungen und Färbungsversuche zur Ermittlung der Herkunft der Wasserzuflüsse im Felde der Grube Victoria, Püttlingen (Saar). Bergbau 50 (1937) S. 87/93; SEMMLER, W.: Die Grundwasserverhältnisse im Saarbergbau und ihr Einfluß auf den Grubenbetrieb. Der Steinkohlenbergbau an der Saar. In: Festschrift zur 1. Hauptversammlung des Vereins Deutscher Bergleute 1936; SEMMLER, W.: Quellen und Grundwasser im Deckgebirge des Saarbrücker Steinkohlenvorkommens. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940) S. 247/71.

NNW

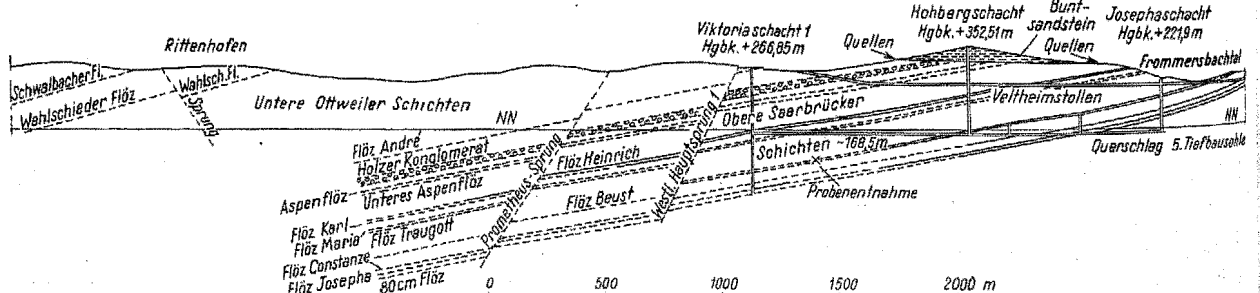


Abb. 6. Querschnitt durch das Saarbrücker Steinkohlengebirge im Felde der Grube Victoria, Schacht 1/2.

Saarbrücker Schichten, den Unteren Ottweiler Schichten sowie dem diskordant darüberliegenden Buntsandstein auf. Die diluvialen Ablagerungen können unberücksichtigt bleiben, da sie für den Färbeversuch keine Bedeutung hatten.

Die oberen Saarbrücker Schichten setzen sich aus einer mit 10 bis 12° nach Nordwesten einfallenden Folge von Konglomeraten, Sandsteinen, Sandschiefern und Tonschiefern zusammen, in der die Tonschiefer überwiegen. In dieser Schichtenfolge treten mehrere abbauwürdige Flöze auf, die schon seit langer Zeit Gegenstand des Abbaus sind. In den Unteren Ottweiler Schichten findet im Felde von Victoria kein Abbau statt.

Infolge des flachen, nordwestlichen, Einfallens (Abb. 6) gehen die Schichten in großer Breite zu Tage aus. Nur am nordwestlichen Hang des Frommersbachtals ist der Ausstrich schmal. Hier zeigt er auch die früher in nicht zu großer Teufe gebauten Flöze.

Der Bergbau ging in früheren Jahren in unmittelbarer Nähe des Frommersbachtals um. Es wurden hier die Flöze Traugott, Maria, Karl und Heinrich sowie etwas weiter südlich und südöstlich das Flöz Beust abgebaut. Teilweise ging der Abbau im Stollenbau vor sich. Mit dem Vorwärtsschreiten des Abbaus in größere Teufen mußten Schachtanlagen errichtet werden. Die preußische Bergverwaltung schuf deshalb drei Anlagen: die Krugschächte, den Josephaschacht und die Victoriaschächte. Die beiden ersten standen im Frommersbachtal, während die Victoriaschächte weiter nördlich im Köllerbachtal stehen. Josephaschacht und Krugschächte liegen heute still und sind längst zugefüllt. Auch der als Wetterschacht abgeteuft Hobergschacht hat nur noch eine geringe bergbauliche Bedeutung. Aus den Zeiten, als die genannten Anlagen noch in Betrieb waren und der Abbau der Flöze noch auf den oberen Sohlen umging, rühren eine große Anzahl von Grubenbauen her, die heute meist unzugänglich sind. Ihr Vorhandensein hatte aber zur Folge, daß das hangende Gebirge sich setzte und so von zahllosen Rissen und Spalten durchzogen wurde. Stellenweise sind regelrechte Tages-

brüche vorhanden, die aber keinen größeren Umfang aufweisen. Sicherlich sind aber die alten Grubenbaue noch so weit offen, daß die Niederschläge und andere Tageswasser auf den Rissen und Spalten leicht versinken können.

Daher hatte auch die preußische Bergverwaltung schon lange vor dem ersten Weltkriege vermutet, daß ein Teil der Wasserzuflüsse der Grube Victoria, aus dem Frommersbachtal kommend, im Ausgehenden der Flöze in die alten Grubenbaue versinkt und auf der tiefsten Sohle wieder erscheint. Im Gebiet des Ausgehenden der Flöze verlegte sie deshalb den Frommersbach in ein hölzernes Gerinne. Dadurch wurden aber die Grubenwasserzuflüsse kaum vermindert. Im übrigen beschränkte sich die preußische Bergverwaltung darauf, durch eine Wasserbaukolonne die Entwässerungsanlage ständig beobachten und instand halten zu lassen.

Als nach dem ersten Weltkriege die Saargruben an den französischen Staat kamen, befaßten sich einige französische Ingenieure wiederholt mit den Wasserverhältnissen auf der Grube Victoria. So ließen sie die hölzernen Gerinne 1920 beseitigen und verlegten den Bach in ein Betonbett. Da dieses aber nicht dauernd überwacht wurde, war es bald durch Abbauwirkung, Verwitterung usw. wieder unwirksam geworden. Erst als es galt, die voraussichtliche Stilllegung der Schachtanlage Victoria durch Herabsetzung der Selbstkosten zu vermeiden, besserte man das Geflüter wieder aus. Dadurch wurden tatsächlich nach Aussage der Werksbeamten die Verhältnisse gebessert.

Hydrologische Verhältnisse

Die hydrologischen Verhältnisse im Frommersbachtal sind in dem erwähnten Aufsatz beschrieben worden. Das Tal war 1936 in einem verwilderten Zustand. Teilweise war es von der Krugschachthalde und der Josephaschachthalde meterhoch verschüttet. Mehrere Tagesstollen standen in hydraulischer Verbindung mit dem Frommersbach. Die eingebauten Durchlässe an den Halden waren verstopft und der Bach vor den Halden aufgestaut. Schon bei Schüttungsmessungen stellte sich heraus, daß der Frommersbach und die Nebenbäche an mehreren Stellen versickerten. Aber es war möglich, daß die vorhandenen Stollen das Wasser aufnahmen und es doch abführten. So brachte die Feststellung der Versickerung noch keine Gewißheit. Immerhin verstärkte sich der Verdacht, daß ein Zusammenhang mit den Grubenwasserzuflüssen bestünde. Die chemische Untersuchung des Grubenwassers und des Bachwassers dagegen zeigte in den Analysen auffallende Unterschiede. Trotzdem glaubte man, nun von dem einmal geplanten Färbeversuch nicht absehen zu dürfen. Auch sprachen die Kurvenbilder der Abhängigkeit der Wasserhebung von den Niederschlägen für eine hydraulische Verbindung.

Nach eingehendem Schrifttumsstudium wurde der Farbstoff Uranin AP gewählt. Vor Beginn des Färbeversuches wurde der Farbstoff auf seine Brauchbarkeit geprüft. Drei Wochen lang wurde das Uranin mit Bachwasser und Grubenwasser in Berührung gebracht und seine Färbekraft immer wieder in großer Verdünnung bis 1 : 100 000 000 festgestellt. Dabei zeigte sich keine Veränderung in der Farbe und in der Fluoreszenz. Der Farbstoff war also brauchbar.

Dennoch sollte ein Vorversuch am Frommersbach Aufschluß über die Menge des zu verwendenden Farbstoffs geben. Es wurde dabei eine 80 l fassende Tonne zum Anrühren von 0,5 kg Farbe und ein Maßgefäß von 10 l Inhalt zum Eingeben der Farbe in den Bach benutzt. Die Farbe wurde in der großen Tonne im Verhältnis 1 : 80 angesetzt. Aus dem kleineren Gefäß wurde die Farbe in dünnem Strahl dem Wasser zugesetzt, und zwar 10 l/h. Hierbei stellte sich eine seltsame Erscheinung ein. Nach dem Zusetzen der Farbe verbreitete sich der Farbstoff keineswegs mit dem Fließen des Wassers, sondern schritt viel langsamer voran. In einer Stunde war nur ein Fortschreiten der Färbung um etwa 50 m Länge zu erkennen. Der Farbstoff wurde aber auch nicht zerstört. Denn noch lange nach Abbruch des Vorversuches breitete sich der Farbstoff weiter aus und färbte so doch den Bach auf seiner ganzen Länge grün.

Die Stärke der Färbung war aber im Vorversuch als zu gering befunden worden. Deshalb wurden im Hauptversuch 6 kg Uranin AP verwandt, eine Menge, die hinreicht, um 60 Mill. m³ Wasser noch nachweisbar zu färben. Da der Bach zu dieser Zeit täglich etwa 500 m³ Wasser führte, entsprach dies einer Verdünnung von 1 : 85 000 oder einer 700 000fachen Sicherheit hinsichtlich der Nachweisbarkeit. Um die Färbung des Bachwassers auf größere Erstreckung zu beschleunigen, waren zwei Färbestellen eingerichtet. An beiden wurde mit je 3 kg gefärbt und der Farbstoff 15 h lang ununterbrochen in dünnem Strahl zugesetzt. Am anderen Tage war der ganze Bach auf seiner Länge von 4 km hinunter bis zur Saar leuchtend grün. Die starke Färbung des Baches hielt noch drei volle Tage nach Beendigung der Eingabe an. Am vierzehnten Tage nach der Färbung war das Bachwasser immer noch schwach grün. Die Erscheinung war ähnlich wie bei den Vorversuchen des Färbeversuches 1. Von dem Haldenschutt, den Kohleresten, Tonschiefern und Brandschiefern wird der Farbstoff wegen des Kohlenstoffgehaltes der genannten Gesteine absorbiert und langsam wieder abgegeben. Daher auch die zögernde Verbreitung des Farbstoffes beim Vorversuch.

Nach den Erfahrungen sollte es drei bis vier Tage dauern, bis sich größere Niederschläge in den Grubenwasserzuflüssen bemerkbar machen. Das mußte besonders berücksichtigt werden, damit die Probenahme in der Grube rechtzeitig begann. Diese fand nur an einer Stelle statt. Zehn Stunden nach Beendigung des Färbens wurde auf der 9. Sohle, Flöz Beust I Ost, die erste Probe genommen. Durchschnittlich wurde alle zwei Stunden ein Fläschchen gefüllt und im Laboratorium der Bergschule zu Saarbrücken auf den Gehalt an Farbe geprüft. Da in den ersten Fläschchen mit dem bloßen Auge keine Färbung zu erkennen war, wurde das Ausätherungsverfahren angewandt, das aber zu keinem Ergebnis führte. Dann wurde der Inhalt eines Fläschchens in ein hohes Reagenzglas geschüttet. Dabei konnte man im auffallenden Licht eine Grünfärbung erkennen. Die nächsten Proben waren ebenfalls farbführend, wobei das Maximum der Farbe in einer Probe nach 73 h festgestellt wurde. Vom sechsten Tage an ließ die Färbung nach und war bald in den nächsten Proben verschwunden. Die Chemische Fabrik E. Merck in Darmstadt versuchte dankenswerterweise in ihrem Laboratorium die Verdünnung zu bestimmen und gab diese bei Vergleich mit Standardlösungen mit

1 : 100 bis 1 : 500 000 000 an. Damit war der Farbstoff immer noch mit 10- bis 100facher Sicherheit nachgewiesen worden. Der kürzeste Weg vom Frommersbachtal bis zur Entnahmestelle in der Grube beträgt 1700 m. Der Zusammenhang zwischen Gruben- und Bachwasser war damit erwiesen.

Die deutsche Verwaltung unter Leitung des Generaldirektors Dr. WACHTER bewilligte auf Antrag des Bergwerksdirektors Dipl.-Ing. ROHDE für den Ausbau des Frommersbaches insgesamt 120 000 RM. Von diesem Betrag konnten bis zum Kriegsbeginn aber nur 90 000 RM verbaut werden, so daß der Frommersbach nicht vollkommen reguliert werden konnte. Immerhin waren die durchgeführten Arbeiten so gründlich ausgeführt worden, daß sich der Einsatz dieser Mittel bemerkbar machen mußte.

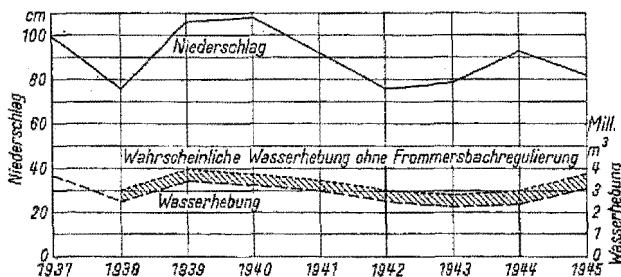


Abb. 7. Niederschläge und die Wasserhebung für Grube Victoria 1/2 von 1937 bis 1949.

In Abb. 7 sind die Niederschläge beim Wasserwerk Spiesermühltal und die Wasserhebung auf der Grube Victoria für die Zeit von 1937 bis 1945 dargestellt. Es mußten die Niederschläge von Spiesermühltal herangezogen werden, da hier auch während der beiden Räumungen in den Jahren 1939 und 1944/45 die Niederschlagshöhen aufgezeichnet wurden. Für 1939 sind wegen der Räumung keine vollständigen Zahlen der Wasserhebung vorhanden. Ergänzt man aber die vorhandenen nach einer Verhältnisgleichung unter Berücksichtigung der Niederschläge, so erhält man eine Wasserhebung für 1939 von 3,3 Mill. m³. Diese Zahl ist eher zu hoch als zu niedrig. Dennoch zeigt sich eine stetige Abnahme der Wasserhebung im Vergleich zu den Niederschlägen. Die Wasserhebung fällt z. B. von 3,6 Mill. m³ im Jahre 1937 auf 2,4 Mill. m³ im Jahre 1938 oder um 33,3 %. Die Niederschläge nehmen während dieser Zeit nur um 26 % ab. Im Jahre 1939 steigt die Wasserhebung wieder auf den hoch errechneten Wert von 3,3 Mill. m³ oder um 26 %. Die Niederschläge nehmen aber um 31 % in dieser Zeit zu. Für 1940 erkennt man sogar ein weiteres Fallen der Wasserhebung auf 3,2 Mill. m³ bei gleichzeitiger Steigerung der Niederschlagshöhe von 1058 auf 1063 mm. Ähnlich liegen die Zahlen für die folgenden Jahre. Erst 1945 verschiebt sich das Verhältnis zu Ungunsten der Regulierung. Aber inzwischen haben sich sicher im Gebirge neue Wasserwege geöffnet. Der Abbau ist weiter fortgeschritten, es sind neue Abbaufverfahren eingeführt worden und die Möglichkeit, daß sich Wasser aus den stillgelegten Anlagen durchdrückt, ist nähergerückt. Da sich die Verminderung über einen Zeitraum von sieben Jahren erstreckt, kann man die Eigenart der Niederschläge (Eis, Hagel, Platzregen, Schnee, Landregen, Sprühregen, Nebel, Gewitter usw.) nicht als Grund für diesen Rückgang anführen. Die

Wasserhebung wird sich daher, wie auch Abb. 7 erkennen läßt, um durchschnittlich 15 % vermindert haben. Unter Zugrundelegung dieses Wertes wären für die genannten Jahre folgende Wassermengen als nicht zugeflossen und nicht gehoben anzusehen:

Jahr	m³	Die Wasserhebungskosten konnten bei 500 m Hubhöhe mit 0,20 RM je m³ angenommen werden. Es ergab sich dann an ersparten Kosten ein Betrag von 3,3 Mill. · 0,20 = rund 650 000 RM. Dieser Betrag verringert sich um die Baukosten für die Regulierung des Frommersbaches in Höhe von 90 000 RM, so daß eine Ersparnis von etwa 500 000 RM für die Jahre herauskommt
1938	360 000	
1939	500 000	
1940	480 000	
1941	450 000	
1942	350 000	
1943	330 000	
1944	350 000	
1945	450 000	
Insgesamt	3 270 000	

Dieser Betrag ist als Gewinn dem Gesteinpreis der Tonne Kohle zugute gekommen und hat sich darin ausgedrückt.

Färbeversuch im Felde der Grube Göttelborn

Von den Steinkohlengruben an der Saar hat die Grube Göttelborn die größte Wasserhebung aufzuweisen. Die Ursachen dafür liegen nahe. Frei von jeglichem Deckgebirge liegen die karbonischen Sedimentgesteine an der Oberfläche und gehen wegen des flachen Einfallens in großer Breite aus. Dazu kommt noch, daß die Flöze bis an die Tagesoberfläche abgebaut werden. Zusammen mit der stark konglomeratischen und sandigen Ausbildung des Gebirges bietet der Bergbau mit seinen Abbauwirkungen den Niederschlägen die beste Gelegenheit, schnell und vollständig zu versickern. Bei meinen Untersuchungen über Tage war daher leicht festzustellen, daß der Kohlbach von seiner Quelle bis zur Einmündung in den Weiher an drei Stellen versickert. Weiter war im Schafwald und in der Nähe des Schachtes Peter die vollkommene Versickerung von drei Bächen zu sehen oder ihr trockenes Bett zu erkennen. Die dort angelegten Holzgefluter lagen auf dem trockenen Bachbett und waren völlig wirkungslos. In der Wiese am Forsthaus Göttelborn versickert nach wie vor das Wasser. Angesichts dieser Feststellungen und Zustände wunderte man sich nicht, daß die Grube Göttelborn die höchsten Zuflüsse unter Tage an der Saar aufwies.

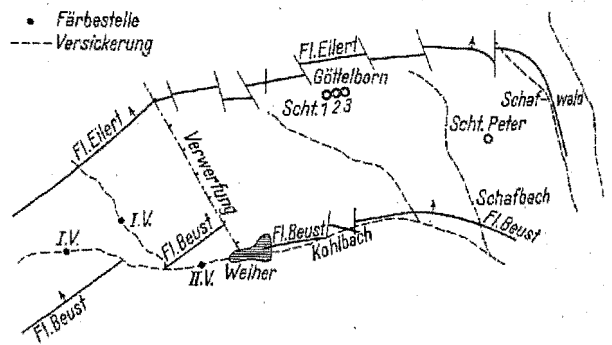


Abb. 8. Karte zu den Färbeversuchen im Felde der Grube Göttelborn, Saar, 1937.

Da aber dennoch an der Versickerung des Kohlbaches und seinem Wiedererscheinen in der Grube Zweifel geäußert wurden, setzte die Betriebsleitung hier einen Färbeversuch an. Die Voruntersuchung des Bachwassers ergab ein stark saures Wasser, das den Farbstoff sehr schnell zerstörte und ihm die Färbekraft nahm. Auch nach Zusatz von Soda und Atzkali war

wohl die Färbung einige zehn Meter weit zu verfolgen, aber dann verschwand sie vollständig. Es mußte deshalb mit einer großen Menge Soda gearbeitet werden, da damit gerechnet wurde, daß das Wasser beim Durchgang durch das Gebirge seinen sauren Charakter noch verstärken würde. Daher nahm ich 10 kg Soda und 3 kg Uranin, um den Versuch am Kohlbach durchführen zu können. Der Versuch wurde ähnlich ausgeführt wie die bereits beschriebenen. Der Bach blieb während des 24 stündigen Färbens grün. Als aber der Zusatz von Soda aufhörte, war er bald wieder entfärbt. Die Wasserproben in der Grube zeigten am fünften Tage dann auch deutliche Grünfärbung, womit der Zusammenhang des Bach- und des Grubenwassers erwiesen war (Abb. 8).

Es wurde aber auch noch vermutet, daß der mit Wasser stets hoch gefüllte Stauweiher für das Kraftwerk nicht dicht sei und daß von dort aus ebenfalls Wasser in die Grubenbaue dringe. Als daher beim

zweiten Färbeversuch gefärbtes Wasser des Kohlbaches in den Weiher einfloß, färbte es ebenfalls den Weiher grün. Der Farbstoff verteilte sich dann im Laufe der nächsten 24 h über den ganzen Weiher. Am andern Tage aber war die Farbe nur noch als schwachgrün zu erkennen und am dritten Tage bereits verschwunden. Die Huminsäuren des Weihers hatten den Farbstoff trotz des alkalischen Zusatzes verhältnismäßig schnell zerstört. Ein Schluß über die Möglichkeit des Versinkens von Wasser aus dem Weiher und sein Eindringen in die Grubenbaue war nicht zu ziehen.

Zusammenfassung

In fünf Färbeversuchen wird die Anwendung des Farbstoffes Uranin AP zur Ermittlung hydraulischer Zusammenhänge im Bergbau erläutert. Die dabei erforderlichen Voruntersuchungen lassen die Schwierigkeit dieser Versuche erkennen.