

# BERGFREIHEIT

ZEITSCHRIFT FÜR DEN DEUTSCHEN BERGBAU  
ORGAN DES VERBANDES OBERER BERGBEAMTEN E.V.

Nr. 3

MÄRZ 1958

Jahrgang 23

Dr. W. Semmler und Dr. R. Schmidt, Essen:

## Die Anwendung des Farbstoffes Uranin AP zur Nachweisung hydraulischer Zusammenhänge unter und über Tage

Die Wasserwirtschaftsstelle der Westfälischen Berggewerkschaftskasse hat im Laufe der letzten Jahre in zunehmendem Maße Färbeversuche mit dem Farbstoff Uranin AP, Natrium-Fluorescein, durchgeführt, um hydraulische Zusammenhänge der verschiedensten Art zu klären. Dabei wurden durchweg große Erfolge erzielt. Am Ende dieser Arbeit wird daher auf bisher erschienene Veröffentlichungen hingewiesen. Da diese in den Bergbaukreisen ein großes Interesse gefunden haben und unsere Bergwerke sich mehr und mehr dieses Verfahrens bedienen, sollen im folgenden einige weitere bemerkenswerte Färbeversuche geschildert werden, die sicher für jeden Bergmann und Geologen interessant sind.

### I. FÄRBEVERSUCHE UNTER TAGE

1. Bei der Befahrung eines Steinkohlenbergwerkes wurde festgestellt, daß in einem Querschlag ein von der oberen Sohle kommender erheblicher Wasserzufluß in die Wasserseite eingeleitet wurde und nach 20 m darin vollkommen versickerte (Abb. 1).

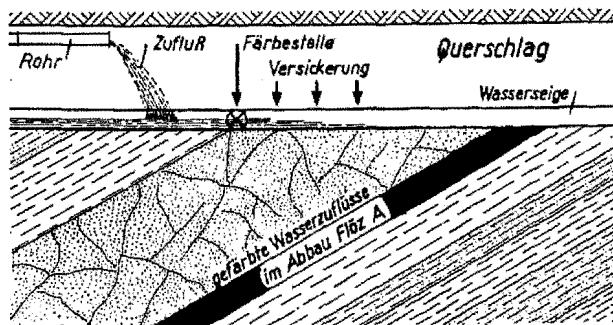


Abb. 1: Färbeversuch auf einem Steinkohlenbergwerk zum Nachweis des Zusammenhangs des Wassers im Abbau betrieb mit dem Wasser der darüberliegenden Wasserseite.

Obwohl diese Erscheinung sicher schon eine Zeitlang bestand, war man dennoch erst später darauf gekommen, einmal die im darunterliegenden Abbau betrieb auftretenden Wässer auf ihre Herkunft hin zu untersuchen. Die Wasserwirtschaftsstelle führte diese Untersuchung durch und vermutete mit der eben genannten Versickerung einen Zusammenhang. Für den daraufhin angesetzten Färbeversuch wurden 4 kg Uranin AP verwendet. Er ergab schon nach wenigen Stunden einen Farbgehalt in den entnommenen Wasserproben. Abb. 1 zeigt die Verhältnisse und den Weg des Wassers, den es bis zum Abbau betrieb genommen hat.

Die Probeuntersuchungen haben, wie aus den Untersuchungsbefunden ersichtlich ist, Winkelwerte ergeben, die deutlich größere Abweichungen vom ungefärbten Wasser erkennen lassen. Für die Untersuchungen wurde das Kompensations-Photometer der Fa. E. Leitz, Wetzlar, benutzt. Das optische Gerät zeigt noch in einer Verdünnung von 1:100 000 000 deutlich Farbspuren an. Es ist somit ein wichtiges Nachweismittel von Farbstoff in Lösungen, auch dann noch, wenn das menschliche Auge schon längst keine Färbung im Wasser mehr erkennen kann. Die Untersuchung der Proben ist außerordentlich umständlich und zeitraubend. Die Probeentnahme erfolgt gewöhnlich in einer 250 ccm Flasche, die die Wasserwirtschaftsstelle den beteiligten Zechen zur Verfügung stellt. Die Flaschen sind mit einem Etikett versehen, worauf Zeit und Ort der Entnahme genau eingetragen werden müssen. Als dann wird bei der Wasserwirtschaftsstelle die Probe filtriert und im Nephelometerbecher in der Dunkelkammer im Nephelometer untersucht.

Zur Untersuchung ist es notwendig, daß der Untersucher sich erst mit dem Auge an die Dunkelheit gewöhnt, um auf diese Weise Fehlablesungen zu

vermeiden. Er darf auch während einer solchen Untersuchung, die die Proben laufend erfaßt, nicht die Dunkelkammer verlassen, da sonst aufs neue die Gewöhnung an die Umgebung stattfinden müßte. Nur durch Beachtung aller dieser Maßnahmen ist es möglich, mit dem Nephelometer so sicher zu arbeiten, daß der Nachweis des Farbstoffes mit Hilfe dieses Gerätes eine hieb- und stichfeste Unterlage für ein Rechtsverfahren liefern kann.

Man sollte daher grundsätzlich, soweit Zechen eigene Färbeversuche durchführen, zumindest die Wasserwirtschaftsstelle bitten, die genommenen Proben auf Farbstoffgehalt zu untersuchen. Wenn bei dieser Untersuchung kein Farbstoff nachgewiesen wird, ist auch wirklich mit Sicherheit keiner vorhanden, bzw., die Spuren sind so gering, daß von einer Verbindung nicht gesprochen werden kann.

Es muß auch gerade in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, daß neben diesen Untersuchungen nach dem Färbeversuch die Voruntersuchungen für einen Färbeversuch außerordentlich wichtig sind. Erst in jüngster Zeit kam es vor, daß ein Werk einen Färbeversuch durchgeführt hatte, der wegen der ungenügenden Farbstoffmenge und der eigenartigen Beschaffenheit des Wassers nicht zum Erfolg führte, und es auch gar nicht konnte, weil wesentliche Gesichtspunkte bei der Voruntersuchung nicht beachtet worden waren. Das aufgewendete Geld war nutzlos vertan. Es ist daher unbedingt wichtig, daß der Färbeversuch nicht zu leicht genommen und als eine Bagatelle angesehen wird. Der oben angeführte Färbeversuch hatte auch entsprechende Voruntersuchungen erst erfordert. Es war dazu notwendig, die in der Wasserseite versickernde und im Abbaubetrieb wieder auftretende Wassermenge festzustellen. Ferner erforderte das Wasser selbst in chemischer Hinsicht eine Voruntersuchung, die den Zusatz von Soda notwendig machte. Es wurden bei diesem Versuch nicht nur der Farbstoff, sondern auch 3 kg Soda hinzugesetzt. Ohne den Zusatz wäre der Färbeversuch wahrscheinlich nicht gelungen. Es kann daher nicht eingehend genug darauf hingewiesen werden, daß bei der Durchführung solcher Färbeversuche die Voruntersuchungen ebenso notwendig sind wie der eigentliche Färbeversuch.

Der Färbeversuch selbst ist aber auch in ganz bestimmter Weise anzuordnen. Je nach Menge des Wassers kann der Farbstoff in feinem, dünnen Strahl unter Berücksichtigung einer gleichbleibenden Konzentration zugegeben werden. Dabei spielt der Sicherheitsfaktor eine Rolle. Er soll angeben, in welchem Verhältnis zur eingegebenen Menge der Farbstoff wahrscheinlich im versickernden Wasser wieder erscheint. Bei jedem Wasser ist dieses aber verschieden, so daß Werte hier nicht angegeben werden können. Es ist eine reine Erfahrungssache, solche Färbeversuche wirklich erfolgversprechend anzusetzen.

Jedoch soll noch neben dem langsamen Zugeben des gelösten Farbstoffes das Prinzip des Farbstoßes hier erwähnt sein. Der Farbstoß wird so durchge-

führt, daß man eine große Farbstoffmenge augenblicklich dem Wasser gelöst zuführt. Es ist aber dann erforderlich, daß die Probeentnahmen in sehr kurzen Abständen erfolgen, damit der Farbstoff nicht ungesehen und nicht festgestellt abläuft. Ob man den Farbstoß anwendet, oder die langsame Zugabe, richtet sich ganz nach den örtlichen Verhältnissen, der Art des Wassers und der Wassermenge (Abb. 2).



Abb. 2: Austritt des gefärbten Wassers aus dem Streckenstoß.

Wenn wir auf diese Einzelheiten einmal näher eingegangen sind, so deshalb, weil die Erfahrung gelehrt hat, daß auf unseren Zechen und überhaupt in weiteren Kreisen des Bergbaus trotz der Veröffentlichungen der Wasserwirtschaftsstelle immer noch Unklarheit über die Bedeutung der Färbeversuche bei einigen Stellen herrscht.

Zur Vervollkommenung der Färbeversuche wurden über die Feststellungen Untersuchungsbefunde eingeführt. Die Wasserwirtschaftsstelle hat damit den Auftraggebern eine sichere Unterlage über den Nachweis hydraulischer Verbindungen in die Hand gegeben. Diese Untersuchungsbefunde enthalten alle Angaben über die einzelnen Feststellungen, die während der nephelometrischen Untersuchungen getroffen worden sind. Außerdem geben sie Auskunft über die verwendeten Filter und Normalien (Untersuchungsbefund 1).

2. Betrachten wir daher einen weiteren Färbeversuch, der auf dem gleichen Steinkohlenbergwerk durchgeführt wurde:

Als der Verfasser einen anderen vom Wasser reichlich gesegneten Abbaubetrieb befand, erklärte ihm der aufsichtsführende Fahrsteiger über die Möglichkeit des Zuflusses des Wassers, daß er bereits Monate früher auf die Gefahr der Versickerung des

## Untersuchungsbefund 1 von Wasserproben mit dem Kompensations-Photometer von E. Leitz

Betreff: Zeche X, 1. Färbeversuch

Ort der Probeentnahme: Flöz α, Ort 3, Bunker

Messung	Probe Nr. 1 5. 1. 1957		Probe Nr. 2 6. 1. 1957		Probe Nr. 3 7. 1. 1957		Probe Nr. 4 8. 1. 1957		Probe Nr. 5 9. 1. 1957		Probe Nr. 6 10. 1. 1957		Probe Nr. 7		Probe Nr. 8	
	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i
1	<0	-	2,7	2,22												
2			2,6	2,06												
3			2,8	2,39												
4			3,2	3,12												
5			3,1	2,93	Intensive Färbung schon mit unbewaffnetem Auge zu erkennen											
6			2,9	2,56												
7			3,1	2,93												
8			3,2	3,12												
9			2,9	2,56												
10			2,4	1,75												
Summe			28,9	25,64												
Mittel			2,9	2,56												
Intensitätsverhältnis			1	0,026												

Intensitätsverhältnis 2 4,3

Intensitätsnormalie 96,5

Standardlösung 22,4

Lichtfilter 53

Blendeneinstellung 4

Konzentration der untersuchten Lösung:

Probe Nr. 1 keine Färbung

Probe Nr. 2 ~ 1: 8900000

Probe Nr. 3 ~ 1: 100000

Probe Nr. 4 ~ 1: 100000

Probe Nr. 5 ~ 1: 100000

Probe Nr. 6 ~ 1: 100000

Probe Nr. 7 -

Probe Nr. 8 -

Bemerkungen: Die Konzentrationen der Proben Nr. 3-6 wurden mit Vergleichslösung ermittelt

Wassers in der darüberliegenden Streckenkreuzung hingewiesen hat. Bis dahin sei aber seither nichts unternommen worden, und es wäre bedauerlich, daß immer noch nicht der Wasserzufluß durch Abdichtung zum Versiegen gebracht worden ist. Bei der Befahrung der oberen Sohle stellte sich die Richtigkeit der Angaben des Fahrsteigers schon nach kurzer Begehung heraus. An mehreren Stellen versickerte das Wasser in den Wasserseigen. Der daraufhin auch hier angesetzte Färbeversuch bestätigte die Ansicht des Fahrsteiges und zeigte bei den Untersuchungen mit dem Nephelometer eine verhältnismäßig starke Konzentration des Farbstoffes im Wasser. Der folgende Untersuchungsbefund läßt die einzelnen Konzentrationen ohne weiteres erkennen. Es war also möglich, auch beim 2. Versuch auf diesem Steinkohlenbergwerk die hydraulischen Zusammenhänge zwischen den versickernden Wässern in den Wasserseigen und dem Abbaubetrieb eindeutig nachzuweisen (Untersuchungsbefund 2).

3. Während es sich in den vorstehenden Fällen darum handelte, innerhalb ein- und desselben Grubenfeldes die Versickerung und das Wiederauftreten des Wassers in den Abbaubetrieben nachzuweisen, sollen die folgenden Färbeversuche die Streuungen von Wasserzuflüssen über mehrere Felder darstellen. In Abb. 3 ist die Färbestelle im Felde einer Zeche im Süden des Ruhrreviers eingezeichnet. Von hier aus nahm das Wasser seinen Weg zur Nachbaranlage und ebenfalls zu einer Anlage, wo es nicht erwartet wurde. Die größte Entfernung, die das gefärbte Wasser nahm, betrug in diesem Falle über 5 km Luftlinie.

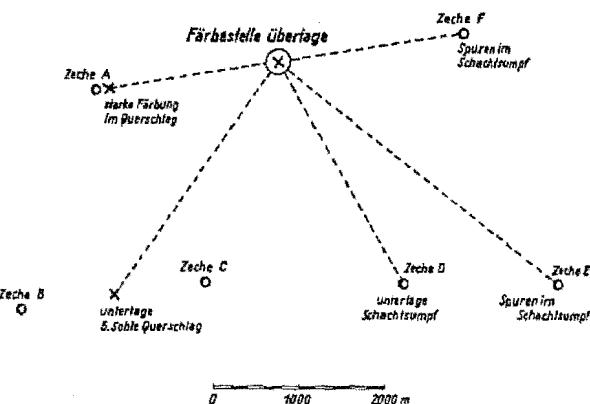


Abb. 3: Verteilung des Wassers bei einem Färbeversuch über mehrere Felder im südlichen Ruhrrevier.

Die Untersuchungsbefunde aus diesem Färbeversuch sind nachfolgend wiedergegeben. Der vorstehende Färbeversuch hat selbstverständlich eine ganze Anzahl von Maßnahmen ausgelöst, die nunmehr bei den Zechen durchgeführt werden. Der Färbeversuch selbst beanspruchte 4 kg Farbstoff. Es war keine Voruntersuchung in diesem Falle nötig (Untersuchungsbefund 3).

## II. FÄRBEVERSUCHE ÜBER TAGE

- Im Gelände dieses Steinkohlenbergwerkes wurde ein weiterer Färbeversuch von über Tage her durchgeführt. Während der Geländebegehung, die fast mit jedem Färbeversuch verbunden ist, wurde beobachtet, daß ein Bach in einen gefallenen Tagesbruch hineinlief und aller Voraussicht nach in einem der

## Untersuchungsbefund 2 von Wasserproben mit dem Kompensations-Photometer von E. Leitz

Betreff: Zeche X, 2. Färbeversuch  
 Ort der Probeentnahme: Flöz β, Ort 1 Osten

Messung	Probe Nr. 1		Probe Nr. 2		Probe Nr. 3		Probe Nr. 4		Probe Nr. 5		Probe Nr. 6		Probe Nr. 7		Probe Nr. 8	
	11.1.1957		12.1.1957		14.1.1957		15.1.1957		16.1.1957		17.1.1957		18.1.1957		19.1.1957	
	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i
1	2,5	1,90	1,9	1,10	2,1	1,34	1,9	1,10	3,1	2,93	2,2	1,47				
2	2,5	1,90	1,7	0,88	2,0	1,22	2,1	1,34	2,7	2,22	2,4	1,75				
3	2,4	1,75	1,8	0,99	2,4	1,75	2,2	1,47	2,9	2,56	2,2	1,47				
4	2,3	1,61	1,8	0,99	2,1	1,34	2,0	1,22	3,0	2,74	2,2	1,47	unrein			
5	2,5	1,90	2,0	1,22	2,1	1,34	2,1	1,34	3,0	2,74	2,3	1,61				
6	2,5	1,90	1,9	1,10	2,2	1,47	1,9	1,10	2,8	2,39	2,1	1,34				
7	2,4	1,75	1,9	1,10	2,0	1,22	1,9	1,10	2,7	2,22	2,1	1,34				
8	2,5	1,90	1,7	0,88	2,2	1,47	2,1	1,34	3,0	2,74	2,4	1,75				
9	2,4	1,75	1,9	1,10	2,1	1,34	2,3	1,61	3,1	2,93	2,2	1,47				
10	2,5	1,90	1,8	0,99	2,1	1,34	1,9	1,10	2,9	2,56	2,2	1,47				
Summe	24,5	18,26	18,4	10,35	21,3	13,83	20,4	12,72	29,2	26,03	22,3	15,08				
Mittel	2,45	1,83	1,84	1,04	2,13	1,38	2,04	1,27	2,92	2,60	2,23	1,50				
Intensitätsverhältnis	1	0,018		0,012		0,014		0,013		0,027		0,015				

Intensitätsverhältnis 2 4,3

Intensitätsnormalie 96,5

Standardlösung 22,4

Lichtfilter 53

Blendeneinstellung 4

Konzentration der untersuchten Lösung:

Probe Nr. 1 ~ 1:12800000

Probe Nr. 5 ~ 1:9200000

Probe Nr. 2 ~ 1:19000000

Probe Nr. 6 ~ 1:15000000

Probe Nr. 3 ~ 1:16000000

Probe Nr. 7 ~

Probe Nr. 4 ~ 1:17000000

Probe Nr. 8 ~

Bemerkungen: Proben Nr. 7 und Nr. 8 unrein, Messungen nicht durchführbar

## Untersuchungsbefund 3 von Wasserproben mit dem Kompensations-Photometer von E. Leitz

Betreff: Zeche A, Färbeversuch Teilsohle, alter Stichquerschlag, Flöz γ

Ort der Probeentnahme: Zeche B, 5. Sohle, Querschlag

Messung	Probe Nr. 1		Probe Nr. 2		Probe Nr. 3		Probe Nr. 4		Probe Nr. 5		Probe Nr. 6		Probe Nr. 7		Probe Nr. 8	
	13.3. 900		13.3. 1615		13.2. 1800		14.3. 400		14.3. 1215		14.3. 2000		16.3. 350		16.3. 1200	
	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i
1	1,5	0,69	1,3	0,51	1,4	0,60	1,6	0,78	1,5	0,69	1,3	0,51	1,3	0,51	< 1	
2	1,8	0,99	1,1	0,37	1,4	0,60	1,4	0,60	1,6	0,78	1,5	0,69	1,3	0,51		
3	1,6	0,78	1,1	0,37	1,4	0,60	1,4	0,60	1,5	0,69	1,5	0,69	1,4	0,60		
4	1,6	0,78	1,3	0,51	1,6	0,78	1,6	0,78	1,5	0,69	1,5	0,69	1,3	0,51		
5	1,7	0,88	1,2	0,44	1,4	0,60	1,5	0,69	1,5	0,69	1,3	0,51	1,2	0,44		
6	1,8	0,99	1,3	0,51	1,5	0,69	1,6	0,78	1,5	0,69	1,4	0,60	1,3	0,51		
7	1,5	0,69	1,3	0,51	1,4	0,60	1,6	0,78	1,4	0,60	1,5	0,69	1,3	0,51		
8	1,5	0,69	1,1	0,37	1,6	0,78	1,5	0,69	1,5	0,69	1,4	0,60	1,2	0,44		
9	1,7	0,88	1,2	0,44	1,6	0,78	1,5	0,69	1,6	0,78	1,4	0,60	1,3	0,51		
10	1,6	0,78	1,2	0,44	1,6	0,78	1,5	0,69	1,4	0,60	1,4	0,60	1,4	0,60		
Summe	16,3	8,15	12,1	4,47	14,9	6,81	15,2	7,08	15,0	6,90	14,2	6,18	13,0	5,14		
Mittel	1,63	0,81	1,21	0,44	1,49	0,68	1,52	0,70	1,5	0,69	1,42	0,61	1,3	0,51		
Intensitätsverhältnis	1	0,008		0,004		0,007		0,007		0,007		0,006		0,005		

Intensitätsverhältnis 2 4,3

Intensitätsnormalie 96,5

Standardlösung 22,4

Lichtfilter 53

Blendeneinstellung 8

Konzentration der untersuchten Lösung:

Probe Nr. 1 ~ 1:29000000

Probe Nr. 5 ~ 1:33000000

Probe Nr. 2 ~ 1:58000000

Probe Nr. 6 ~ 1:38000000

Probe Nr. 3 ~ 1:33000000

Probe Nr. 7 ~ 1:46000000

Probe Nr. 4 ~ 1:33000000

Probe Nr. 8 keine Färbung

Steinkohlenfelder unter Tage in dem Strecken- oder Abbaubetrieb wieder erscheinen mußte. Abb. 4 zeigt den Einlauf des Baches in den Tagesbruch.



Abb. 4: Bacheinlauf in einen Tagesbruch im südlichen Ruhrrevier.

Der für diesen Versuch notwendige Farbstoff wurde an der Einlaufstelle dem Wasser in kleinen Mengen über eine Zeit von zehn Stunden zugesetzt. Es

wurde damit erreicht, daß der Farbstoff auch über eine lange Zeit im Wasser auftritt und somit die Gewähr dafür vorlag, daß er auch über größere Entfernungen noch nachweisbar war. Die Verbreitung dieses Wassers war daher auch sehr beachtlich und ist aus Abb. 3 zu ersehen. Die gestrichelte Linie läßt den Weg erkennen und deutet an, in welch starkem Ausmaße die Zirkulation der Wässer im Steinkohlengebirge auch von den Zuflüssen über Tage abhängig ist. Auch darin ist ein Beweis für die Richtigkeit der Abhängigkeit der Grubenwasserzuflüsse von den Niederschlägen zu erkennen; denn ebenso wie die Bäche in solchen Auswirkungerscheinungen des Abbaus versickern, versinken die Niederschläge, die in unserem nun einmal vom Bergbau betroffenen Gebiet fallen.

Die bei diesem Färbeversuch noch in den genommenen Wasserproben vorhandenen Konzentrationen sind aus den folgenden Untersuchungsbefunden zu erkennen. Auch in diesem Falle waren sofort Maßnahmen eingeleitet, um die Ergebnisse des Färbeversuches auszuwerten. Der Bach war inzwischen in einer sicheren Leitung über den Tagesbruch hinweggeführt (Untersuchungsbefund 4).

2. Ein weiterer Färbeversuch wurde für eine Zeche ausgeführt, die mit einem Querschlag in der Nähe eines Bauerngehöftes den Brunnen über Tage zum Versiegen gebracht hatte. Neben diesem Brunnen waren außerdem noch 2 Quellen und eine Tränke stelle trocken geworden. Dennoch wollte sich die Betriebsleitung angesichts der geringen Zuflüsse unter Tage und des nicht bemerkbaren Anstiegs der Grubenwasserzuflüsse ohne den sicheren Nachweis durch einen Färbeversuch nicht bereitfinden, den

#### Untersuchungsbefund 4 von Wasserproben mit dem Kompensations-Photometer von E. Leitz

Betreff: Tagesbruch Fabrik Z

Ort der Probeentnahme: Zeche C, 3. östl. Abteilung, Richtstrecke Flöz e

Messung	Probe Nr. 1 23. 3. 400		Probe Nr. 2 23. 3. 1200		Probe Nr. 3 23. 3. 2000		Probe Nr. 4 24. 3. 400		Probe Nr. 5 24. 3. 1200		Probe Nr. 6 24. 3. 2000		Probe Nr. 7 25. 3. 400		Probe Nr. 8 26. 3. 400	
	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i	w	i
1	1,2	0,44	1,3	0,51	1,3	0,51	1,2	0,44	1,1	0,37	1,4	0,60	1,4	0,60	< 1	
2	1,0	0,30	1,3	0,51	1,5	0,69	1,2	0,44	1,2	0,44	1,2	0,44	1,4	0,60		
3	1,3	0,51	1,1	0,37	1,4	0,60	1,2	0,44	1,2	0,44	1,2	0,44	1,3	0,51		
4	1,3	0,51	1,3	0,51	1,4	0,60	1,3	0,51	1,0	0,30	1,3	0,51	1,1	0,37		
5	1,1	0,37	1,2	0,44	1,4	0,60	1,2	0,44	1,1	0,37	1,2	0,44	1,3	0,51		
6	1,3	0,51	1,1	0,37	1,3	0,51	1,3	0,51	1,2	0,44	1,4	0,60	1,4	0,60		
7	1,2	0,44	1,3	0,51	1,4	0,60	1,3	0,51	1,3	0,51	1,4	0,60	1,3	0,51		
8	1,2	0,44	1,2	0,44	1,4	0,60	1,3	0,51	1,1	0,44	1,3	0,51	1,4	0,60		
9	1,0	0,30	1,3	0,51	1,4	0,60	1,2	0,44	1,1	0,37	1,4	0,60	1,3	0,51		
10	1,3	0,51	1,3	0,51	1,3	0,51	1,3	0,51	1,2	0,44	1,2	0,44	1,3	0,51		
Summe	11,9	4,33	12,4	4,68	13,8	5,82	12,5	4,75	11,6	4,12	13,0	5,18	13,2	5,32		
Mittel	1,19	0,43	1,24	0,46	1,38	0,58	1,25	0,47	1,16	0,41	1,3	0,51	1,32	0,53		
Intensivitätsverhältnis	1	0,004		0,004		0,006		0,004		0,004		0,005		0,005		

Intensitätsverhältnis 2 4,3  
Intensitätsnormalie 96,5  
Standardlösung 22,4  
Lichtfilter 53  
Blendeneinstellung 8

Konzentration der untersuchten Lösung:  
Probe Nr. 1 ~ 1:58000000  
Probe Nr. 2 ~ 1:58000000  
Probe Nr. 3 ~ 1:38000000  
Probe Nr. 4 ~ 1:58000000

Probe Nr. 5 ~ 1:58000000  
Probe Nr. 6 ~ 1:46000000  
Probe Nr. 7 ~ 1:46000000  
Probe Nr. 8 -

Bauern zu entschädigen, bzw. ihm eine Wasserleitung legen zu lassen. Sie bat daher die Wasserwirtschaftsstelle durch einen Färbeversuch die Wasserentzierung nachzuweisen und ihr die Grundlage dafür zu liefern, dem Bauern zu seinem Recht zu verhelfen.

Die Vorbesichtigung zu diesem Färbeversuch ergab einen 6,5 m tiefen Brunnen, von 1,35 m Ø mit Bruchsteinen ausgemauert und bis zur Sohle hintrocken. Der ursprüngliche Wasserstand betrug etwa 3,50 m. Der Brunnen sollte auch in den trockenen Jahren 1947 – 1949 ausreichend Wasser gehabt haben. Die Angaben des Bauern waren durchaus glaubwürdig, da er alleine 16 Stück Milchvieh und zwei Pferde besitzt und außerdem eine ausgedehnte Landwirtschaft betreibt. Auch bei der Begehung wurde die Versiegung der Quellen und der Tränkstelle entsprechend den Angaben des Bauern als richtig festgestellt.

Der Färbeversuch mußte daher in einem trockenen Brunnen durchgeführt werden. Es war, da sich keine Wasserzufuhr, weder ein Bach noch eine Wasserleitung in der Nähe befinden, das Heranbringen von Wasser durch die Feuerwehr notwendig. Insgesamt fuhr die Feuerwehr 11 cbm Wasser an, die mit dem Farbstoff über eine Zeitdauer von fünf Stunden in den Brunnen eingeleitet wurden. Die Farbstoffmenge betrug 4 kg. Die Versickerung im Brunnen wurde je nach Wasserstand von Zeit zu Zeit gemessen und stieg bis auf 38 l/min an. Damit war die Versiegung zunächst eindeutig festgestellt. Der Zusammenhang zwischen dem versickernden Wasser im Brunnen und den Tropfstellen im Querschlag nach Norden unter Tage war durch Proben, die alle 8 Stunden frühestens aber 5 Stunden nach Beendigung des Färbeversuches unter Tage an drei

## Untersuchungsbefund 5 von Wasserproben mit dem Kompensations-Photometer von E. Leitz

Betreff: Färbeversuch Zeche Z. Bauer Y.

Ort der Probeentnahme: Wasserseite Querschlag 1, Sohle

Messung	Probe Nr. 1 12. 6. 1950		Probe Nr. 2 13. 6. 200		Probe Nr. 3 13. 6. 715		Probe Nr. 4 13. 6. 1350		Probe Nr. 5 13. 6. 2205		Probe Nr. 6 14. 6. 650		Probe Nr. 7 14. 6. 1350		Probe Nr. 8 14. 6. 2200	
	w	l	w	l	w	l	w	l	w	l	w	l	w	l	w	l
1	< 1		< 1		1,3	0,51	1,2	0,44	1,2	0,44	< 1		1,2	0,44	< 1	
2					1,3	0,51	1,4	0,60	1,1	0,37			1,0	0,30		
3					1,2	0,44	1,4	0,60	1,1	0,37			1,1	0,37		
4					1,3	0,51	1,2	0,44	1,0	0,30			1,1	0,37		
5					1,1	0,37	1,3	0,51	1,2	0,44			1,1	0,37		
6					1,1	0,37	1,4	0,60	1,2	0,44			1,0	0,30		
7					1,3	0,51	1,5	0,69	1,1	0,37			1,2	0,44		
8					1,2	0,44	1,4	0,60	1,2	0,44			1,1	0,37		
9					1,3	0,51	1,4	0,60	1,1	0,37			1,0	0,30		
10					1,3	0,51	1,3	0,51	1,2	0,44			1,1	0,37		
Summe					12,4	4,68	13,5	5,59	11,4	3,98			10,9	3,63		
Mittel					1,24	0,46	1,35	0,55	1,14	0,39			1,09	0,36		
Intensitätsverhältnis					0,005		0,006		0,004				0,003			

Intensitätsverhältnis 2	4,3
Intensitätsnormalie	96,5
Standardlösung	22,4
Lichtfilter	53
Blendeneinstellung	3

Konzentrat  
Probe Nr. 1    }    keine Färbung  
Probe Nr. 2    }  
Probe Nr. 3 ~ 1:46000000  
Probe Nr. 4 ~ 1:38000000

### Konzentration der untersuchten Lösungen:

Probe Nr. 5 ~ 1 : 58000000  
 Probe Nr. 6 keine Färbung  
 Probe Nr. 7 ~ 1 : 77000000  
 Probe Nr. 8 keine Färbung

Es muß noch betont werden, daß die Betriebsleitung der Kalkwerke A bereits im Jahre 1953 den Kalkwerken B Mitteilung von dem Absinken des Wasserspiegels in ihrem aufgelassenen Steinbruch gemacht hatte.

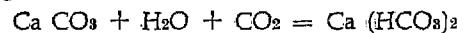
Die geologischen Verhältnisse sind dadurch gekennzeichnet, daß beide Kalkwerke in ausgedehnten Steinbrüchen den Massenkalk des oberen Devons abbauen, der von Paedelmann als Schwelmer Kalk bezeichnet worden ist. Es handelt sich dabei um dickbankige Kalksteinbänke, die gelegentlich durch untergeordnete Mergelschieferlagen unterbrochen sind. An einigen Stellen ist der Kalk auch dolomitisiert. Die Schichten streichen  $65^{\circ}$  Ost - West und zeigen in beiden Steinbrüchen etwa die gleichen Richtungen. Das Einfallen wechselt jedoch stark und verläuft in dem Aufschluß der 3. Sohle der Kalkwerke B  $30^{\circ}$  nördlich. Aber auch steiles Einfallen ist anzutreffen. Die Hauptkluftrichtungen wurden mit  $165^{\circ}$ ,  $0^{\circ}$ ,  $-5^{\circ}$ ,  $145^{\circ}$  und  $80^{\circ}$  eingemessen. Sie entsprechen damit den normalen Kluftrichtungen wie sie auch im Karbon am Rande des Rheinischen Schiefergebirges auftreten. Für die hydrologischen Verhältnisse haben insbesondere diese Kluftrichtungen und damit überhaupt die Klüfte eine große Bedeutung. Sie nehmen wesentlichen Einfluß auf die Zirkulation des Wassers.

Wenn wir nun die hydrologischen Verhältnisse im Kalkstein darstellen, so müssen wir kurz auch den Teich im aufgelassenen Kalksteinbruch der Kalkwerke A behandeln.

Der aufgelassene Kalksteinbruch der Kalkwerke A war am 18. 5. 1957 etwa 6 m tief bei 8 000 qm Oberfläche mit rund 50 000 cbm Wasser gefüllt. In diesen Teich wurde schon seit langer Zeit auf Grund der bereits vorhandenen Versickerung seitens der Kalkwerke B Wasser eingeleitet, um den Wasserspiegel nach Möglichkeit so hoch zu halten, daß die Kalkwerke A noch genügend Betriebswasser daraus entnehmen konnten. Um diese Spiegelhöhe zu erhalten, waren nach Schätzung der Betriebsleitung ca. 4 cbm/min notwendig. Die Kalkwerke A entnehmen ständig dem Teich 4 cbm und beanspruchen damit diesen Wasservorrat nur mit

rund 100 cbm täglich bei einer 16stündigen Betriebsdauer ihrer Pumpenanlage. Die Entnahme durch die Kalkwerke A muß daher als außerordentlich gering bezeichnet werden. Trotz dieser geringen Entnahme und trotz der Zuleitung seitens der Kalkwerke B, sank der Wasserspiegel laufend. Abb. 5 läßt auch erkennen, wie hoch sich der Wasserspiegel normal befand und zeigt bereits eine Absenkung von mehr als 3 m, das einem Wasserverlust von 25 000 cbm Vorrat gleichkommt. Der Wasserspiegel liegt bei den Kalkwerken A in 125 m über NN und derjenige der 3. Sohle bei den Kalkwerken B bei 103 über NN. Zwischen beiden besteht mithin ein Höhenunterschied von rund 25 m. Außerdem beträgt die horizontale Entfernung an nähernd 1 000 Meter.

Die Befahrung der Steinbrüche, sowie die Geländebegehungen zeigten deutlich, daß auf den schon oben erwähnten Klüften in früheren Jahren Wasser zirkulierte und dieses dabei die Klüfte ganz erheblich erweitert hat. Solche breiten, aufgeschlossenen Klüfte sind in beiden Steinbrüchen in einer ganzen Anzahl von Stellen in den Steinbruchwänden aufgeschlossen. Die durch das Wasser erfolgte Erweiterung der Klüfte geht nach dem einfachen chemischen Umsatz vor sich, daß Kohlendioxid mit Wasser und Kalk zusammentreffen, nach der Gleichung:



Die entstandene Verbindung, das Calciumbikarbonat, enthält den aufgelösten Kalk, bleibt in Lösung und wird vom Wasser innerhalb des Kalksteingebirges fortgeführt. Dadurch tritt eine fortlaufende Erweiterung der Klüfte ein und neue Klüfte werden vom Wasser erfaßt und angegriffen. Sie werden daher ebenfalls ständig erweitert. In diesen Klüften, sowohl in den engen als auch in den weiten, können sich die versickernden Niederschlagsmengen sammeln. Es bildet sich daher im Kalksteingebirge ein ausgesprochener Kluftwasserhorizont, der sich über große Entferungen erstreckt, schmal oder breit sein kann und sich in der Verlaufsrichtung der Klüfte hinzieht. Es ist daher durchaus möglich, daß man bei Bohrungen im Kalkstein nur trocken

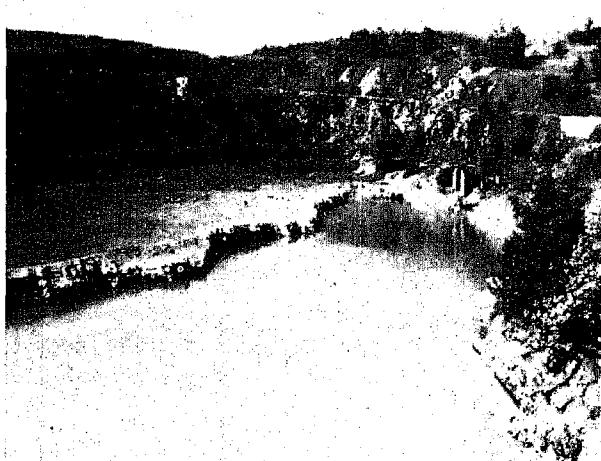
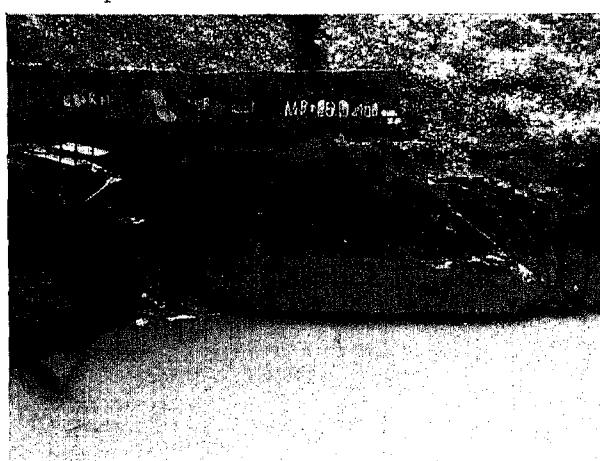


Abb. 5 und Abb. 6: Der Teich im aufgelassenen Steinbruch der Kalkwerke A am 18. 5. 1957 (Man beachte die alte Höhenlage des Wasserspiegels).

nen, dichten und geschlossenen Kalkstein antrifft. Nur wenige cm daneben kann eine wasserführende Kluft verlaufen. Es handelt sich also nicht um einen Grundwasserhorizont wie in einem porösen Gestein, etwa Sandstein oder losen noch grobkörnigen Sediment, sondern um räumlich eng begrenzte Zonen, in denen das Wasser zirkuliert. Dies soll aber nicht bedeuten, daß die einzelnen Wasserwege so eng und so schmal sind, daß sie wegen des großen Widerstandes, etwa wie in porösen Gesteinen dem Wasserzufluß keinen Durchgang gestatten. Da aber — wie schon vorstehend erwähnt — aus dem Teich etwa 4 000 cbm tgl. versickern, müssen die Klüfte größere Ausmaße besitzen, da nur auf solchen Klüften derartige Mengen abfließen können. Erfahrungsgemäß verlaufen die Klüfte über große Entferungen und so war daher die Vermutung der Betriebsleitung der Kalkwerke A durchaus berechtigt,

daß die Absenkung des Wasserspiegels in ihrem Teich mit der Anlage der 3. Sohle in den Kalkwerken B ursächlich im Zusammenhang steht. Die Betriebsleitung der Kalkwerke B erklärte sich auch auf Grund des guten nachbarlichen Verhältnisses sofort bereit, bei einem Färbeversuch die notwendigen Proben auf der 3. Sohle ihrer Kalksteinbrüche entnehmen zu lassen. Der Färbeversuch fand am 23. 5. 1957 statt.

Für die Durchführung des Färbeversuches war eine Anzahl Untersuchungen notwendig, die auf das Verhalten des Farbstoffes Rückschlüsse zuließen. Die Bestimmung des pH-Wertes ergab eine Wasserstoffionenkonzentration von 8. Das Wasser war daher für den Farbstoff bestens geeignet. Die von der Betriebsleitung geäußerten Bedenken über eine sich möglicherweise einstellende Verfärbung ihrer Produkte wurden in mehreren Voruntersuchungen

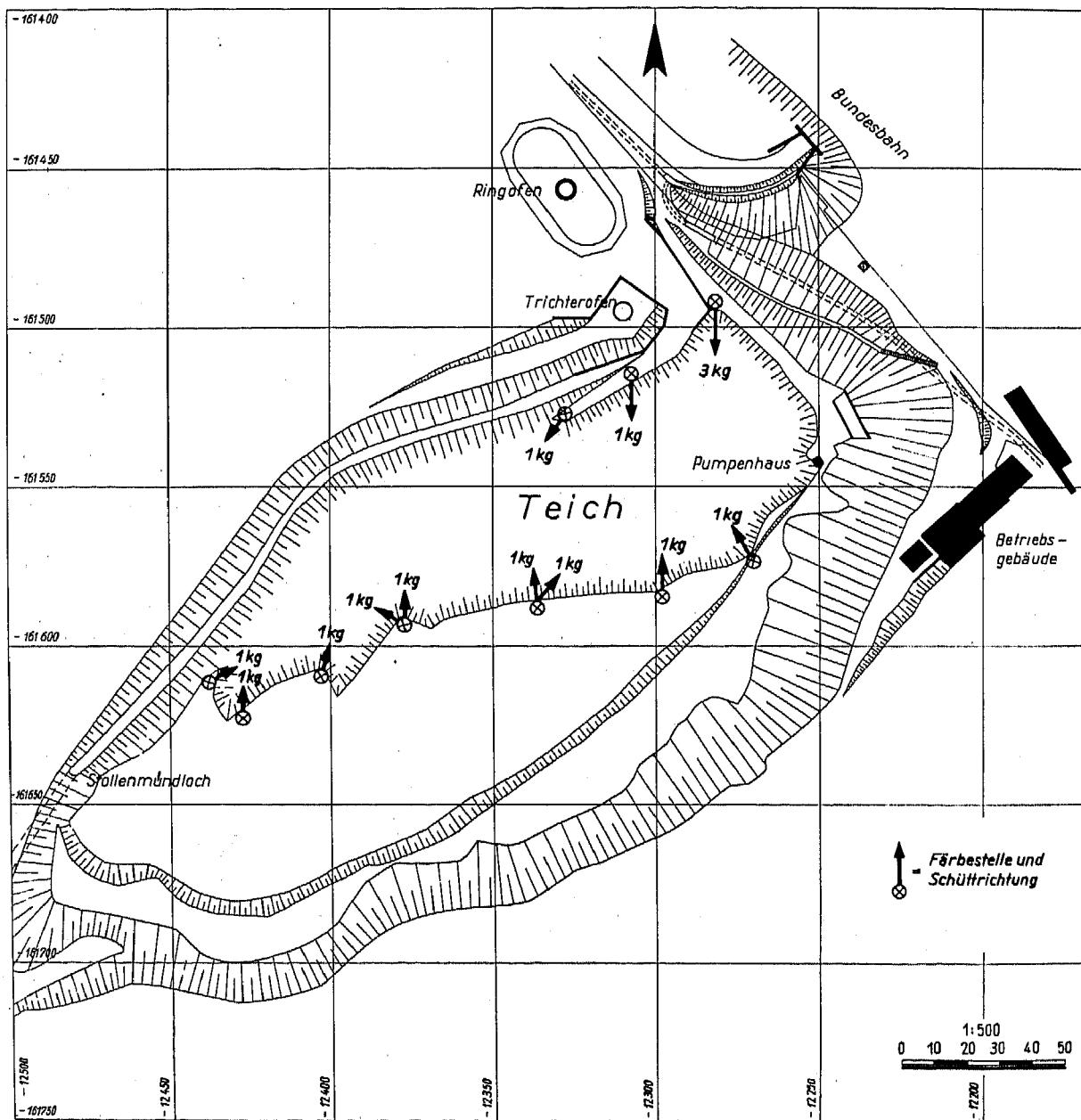


Abb. 7: Die Verteilung und Zugabe des Farbstoffes in den Teich.



Die notwendigen Wasserprobenentnahmen erfolgten sowohl am Pumpensumpf in den Kalkwerken B als auch vor Ort. Die Proben wurden in der Zeit vom 24. 5. — 3. 6. 1957 genommen, und zwar einmal täglich. Die Untersuchungsbefunde zeigten bei den Proben aus dem Pumpensumpf, daß sich hier erst am 27. 5. 57 ein höherer Winkelwert einstellte als sich vorstehend bei der Vorprobe am 18. 5. 1957 ergeben hatte. Der Winkelwert vom 28. 5. 1957 ist besonders hoch und stellt damit nach Umrechnung die Höchstkonzentration von 1:46 000 000 dar. Am 2. 6. 1957 zeigte die Probe bereits Winkelwerte, die dem normalen Wasser der Vorprobe entsprechen (Untersuchungsbefund 6).

Die Untersuchungsbefunde aus den Wasserproben vor Ort am Bagger zeigten bereits vom 3. Tage — also vom 26. 5. 1957 an — erhöhte Winkelwerte gegenüber der Vorprobe und lassen bereits für den 27. 5. 1957 den höchsten Winkelwert erkennen. Dieser Winkelwert entspricht einer Konzentration



Abb. 8 und Abb. 9: Der weiterhin abgesunkene Wasserspiegel am 27. 6. 1957.

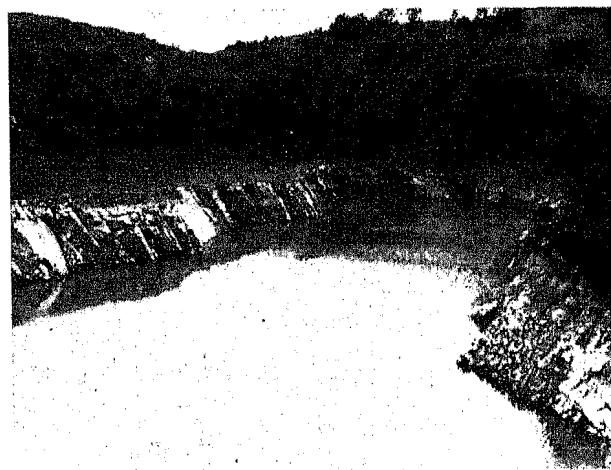
#### Zusammenfassung

An Hand einer Anzahl von Beispielen aus dem Ruhrbergbau und den Steinbruchbetrieben wird die Verwendungsmöglichkeit des Farbstoffes Uranin AP zum Nachweis von hydraulischen Zusammenhängen behandelt. Dabei wird für die Durchführung auf die Voruntersuchungen, die zum Gelingen des Färbeversuches notwendig sind, besonders hingewiesen. Die Durchführung der Versuche ist heute so weit durchgebildet, daß diese fast in jedem Falle zum Erfolg führen.

von 1:38 000 000. Diese ist bereits so stark, daß sie mit dem unbewaffneten Auge im Reagenzglas zu erkennen ist. Es hat sich mithin ganz eindeutig gezeigt, daß das Wasser aus dem Teich der Kalkwerke A zur 3. Sohle der Kalkwerke B abgezogen wird. An dieser Tatsache konnte nicht gezwifelt werden. Die Besichtigung des Teiches der Kalkwerke A am 27. 6. 1957 ergab die Feststellung eines weiteren stark absinkenden Wasserspiegels. Der Teichspiegel lag gegenüber dem Färbeversuch am 23. 5. 1957 rund um 5,00 m tiefer (Abb. 8 und Abb. 9).

Das Teichwasser zeigte im Kalksteinbruch der Kalkwerke A am 5. 6. 1957 noch eine Farbkonzentration von 1:60 000 000. Es enthielt nur noch  $\frac{1}{15}$  der zugegebenen Farbstoffmenge.

Dieser Färbeversuch hat also deutlich erwiesen, daß das aus dem Steinbruch der Kalkwerke A versickernde Wasser durch den Steinbruchbetrieb in die Anlage der 3. Sohle der Kalkwerke B versickert ist und bei letzterem wieder erscheint.



#### Schriftumsnachweis:

1. Semmler, W.: Untersuchungen, Wassermessungen und Färbeversuche zur Ermittlung der Herkunft der Wasserzuflüsse im Felde der Grube Victoria, Püttlingen-Saar. Der Bergbau 1937, Nr. 6.
2. Semmler, W.: Färbeversuche zur Ermittlung hydraulischer Zusammenhänge im Bergbau mit Uranin AP. Glückauf 1953, H. 9/10.
3. Semmler, W.: Färbeversuche mit Uranin AP im Bergbau. Technische Mitteilungen 1956, H. 10.

Dipl.-Kfm. Dr. Siegfried Schiffbauer, Essen:

## Zur Problematik der Indexlöhne

### A. FRAGESTELLUNG

Indexlöhne sind im Zeichen der säkularen Geldentwertung in vielen westlichen Ländern verbreitet. Lohnregelungen, in denen die Höhe des Nominallohnes von ertragsunabhängigen Faktoren bestimmt wird, bestehen z. B. in den Vereinigten Staaten, in Großbritannien und in den nordischen Ländern Schweden, Norwegen, Finnland und Dänemark. Auch in den Ländern der Europäischen Gemeinschaft für Kohle und Stahl sind Indexlöhne bekannt. Nur die Niederlande und die

Bundesrepublik machen eine Ausnahme. Aus der Tatsache der weiten Verbreitung könnte man schließen, daß Indexlöhne zur Bekämpfung einer schlechtden oder offenen Geldentwertung ein brauchbares Mittel sind.

Dem gilt es nachzuspüren, weil der innere und äußere Druck auf die deutsche Oase der stabilen Währung ständig zu wachsen droht. Der äußere Druck ist auf die hohen Exportüberschüsse zurückzuführen. Der Devisenzustrom drückt sich in einer wachsenden mone-