

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 49

7. Dezember 1940

76. Jahrg.

Kritische Betrachtung der untertägigen Hauptstreckenförderung mit Diesel- und Akkumulatorenlokomotiven in wirtschaftlicher und betrieblicher Hinsicht.

Von Dr.-Ing. H. Koch, Essen.

(Schluß.)

Anschaffungskosten und jährliche absolute und spezifische Betriebskosten.

Anschaffungskosten.

Die elektrischen Speicherlokomotiven sind von vornherein stark belastet und demnach wirtschaftlich benachteiligt durch die hohen Anschaffungskosten. In der Anlage A erscheinen diese besonders hoch, weil nicht nur die 4 Lokomotiven sehr teuer sind, sondern hier auch eine kostspielige Ladeeinrichtung in Form von zwei Großladeumformern vorhanden ist. Die beiden Ladeumformer sind überbemessen und in ihrer Kapazität ausreichend zum Laden von gleichzeitig 10 Batterien (also auch für 10 Lokomotiven), während bis heute höchstens nur 4 Wechselbatterien gleichzeitig zur Ladung kommen. Die beiden Hochspannungsmotoren der Ladeumformer erforderten eine Hochspannungs-Schaltanlage mit Reservefeldern für die ankommenden Kabel und für weitere Abzweige, die jetzt für den Anschluß elektrifizierter Abbaubetriebe benutzt werden. Eine verhältnismäßig teure, gußgekapselte Niederspannungsverteilungsanlage und die Ladetische mit motorisch betriebenen Abrollvorrichtungen tragen ebenfalls zur Erhöhung der Anschaffungskosten bei, in die noch die Kosten für Fracht, Verpackung und Montage dieser Einrichtung einzurechnen sind. Auf jede Pferdestärke der Lokomotivleistung entfallen 1620 *R.M.* Anschaffungskosten.

Wesentlich geringer sind die Kosten für die Bartz-Lokomotiven der Anlage B. Einmal sind die Anschaffungskosten für den reinen Lokomotivteil beträchtlich niedriger, ferner fällt erheblich ins Gewicht die Verwendung der Gitterplattenbatterien, deren Speichervermögen allerdings nur 114 kWh gegen $2 \times 72,6$ kWh bei A beträgt, und außerdem die Verwendung von Einzelladeumformern mit Niederspannungsmotoren (die Umspannung ist in diesem Fall der Gesamtelektrifizierung des Untertagebetriebes zuzurechnen). Weiterhin fallen weg die motorisch betriebenen Abrollvorrichtungen und Ladetische, da bei diesen zweischichtigen Lokomotiven ein Batteriewechsel mit Abrollen nicht in Frage kommt. Jede Batteriehälfte hat ihren eigenen Ladeumformer. Um die Ladung vorzunehmen, braucht man bei den in den Lokomotivschuppen eingefahrenen Maschinen nach Abheben der Batteriebehälterdeckel nur die Ladestecker einzustecken. Die Anlage B erscheint in der Kostenberechnung (Zahlentafel 4) dreimal, und zwar mit dem Betriebsfall mit 2 Lokomotiven, wie er im ersten Betriebsjahr vorgelegen hat, mit der heute geübten Betriebsweise mit 3 Lokomotiven, von denen wechselnd eine in Reserve steht, und mit 3 betriebsmäßig laufend eingesetzten Lokomotiven, wie mit Rücksicht auf die Lokomotivbelastung am besten gefahren werden sollte. Die Kosten der Anlage C sind einmal entsprechend dem tatsächlich ausgeübten einschichtigen Betrieb durchgerechnet und das andere Mal für zweischichtigen Betrieb unter der Voraussetzung, daß die Förderbetriebsverhältnisse in der zweiten Schicht die gleichen sind. Die Anschaffungskosten je Lokomotiv-PS

sind in beiden Fällen wegen der Erfordernis der 4 Wechselbatterien und der dazugehörigen Ladetische mit Abrollvorrichtungen bei zweischichtigem Betrieb verschieden hoch. Im zweiten Fall stimmen sie, bezogen auf die Lokomotiv-PS-Zahl, mit denen der Anlage A überein.

Die Diesellokomotiven sind in der Anschaffung wesentlich billiger als die elektrischen Speicherlokomotiven. Sie kosten je Lokomotiv-PS gerechnet im Mittel nur etwa den 4. bis 5. Teil (beachte Schlußbemerkung dieses Unterabschnittes). Diese Tatsache sichert den Dieselmotoren in wirtschaftlicher Hinsicht einen beträchtlichen Vorsprung. Übrigens sind bei den Anlagen D und E die kostspieligeren Erstlingsausführungen, wie z. B. der vereinzelt vorkommende Typ FMV, mit gleichen Kosten eingesetzt wie die billigere A4M-Maschine.

In die Anschaffungskosten aller Anlagen sind außer den Lokomotiv- und Zubehörcosten noch zweckmäßig zu haltende Ersatzteile eingeschlossen. Als solche wurden angesehen und bei allen elektrischen Lokomotiven eingesetzt: 1 vollständiger Reservemotor mit Ritzel und Zahnrad, 1 Fahrschalter und 1 Radsatzpaar bzw. 2 Radsatzpaare bei der Anlage B (beim Auswechseln sollte wegen der Erhaltung gleicher Durchmesser stets ein Austausch der gesamten Räderbestückung vorgenommen werden). Ersatzbatterien sind nicht vorgesehen, weil solche bei keiner der 3 Anlagen vorhanden und nach den Erfahrungen auch nicht erforderlich sind. Selten vorkommende Erneuerungen von Einzelplatten sind in den Ersatzteilkosten enthalten. Bei den Diesellokomotiven sind als erforderliches Zubehör nur ein Tank mit Umfüllschlauch und eine Abspritzeinrichtung eingerechnet, als Ersatzteile: 1 Motor für die Mehrzylindermaschinen, 1 Brennstoffpumpe, 1 Kühler, 1 Auspufftopf und, wie bei den elektrischen Maschinen, 1 Radsatzpaar. Es hat sich übrigens erwiesen, daß eine große Lagerhaltung an Ersatzteilen nicht erforderlich ist, besonders, wenn Ersatzteile schnell nachgeliefert werden können. Jedenfalls ist anzustreben, daß die Herstellerfirmen ein Ersatzteillager im Bezirk für sofortige Auslieferung aller Teile bereit halten, die häufiger Schaden erleiden. Manche Teile, die in der ersten Zeit der Rohöllokomotiven erneuert wurden, werden heute im eingespülten Betrieb wieder instand gesetzt. Es sei hier nur hingewiesen auf die früher häufiger ersetzten teureren Auspuffköpfe, die man heute durch Austausch eines billigen Einsatzes wieder wirksam macht.

Der Leistungsbegriff bei Diesel- und Akkumulatorenlokomotiven.

Zur näheren Erläuterung der relativen Zahlenwerte »Anlagekosten je Lokomotiv-PS-Zahl« bei Akkumulatoren- und Diesellokomotiven ist hervorzuheben, daß das gegenseitige Verhältnis in Wirklichkeit längst nicht so kraß ist, wie die rein quantitativ gewerteten Zahlenangaben anzudeuten scheinen. Bei Rohöllokomotiven sind die PS-Angaben mechanische Bremsleistungen, am Motor gemessen, bei den Speicherlokomotiven dagegen mittlere

Zahlentafel 4. Anschaffungskosten, jährliche, absolute und spezifische Betriebskosten.

Zeche	A		B ₁		B ₂		B ₃		C ₁		C ₂		D		E		F		G	
	Art der Lokomotiven		1. Betriebsjahr 2 Lok.		Jetziger Betriebs- zustand 3 Lok. im Wechselbeir.		3 Lok., laufend eingesetzt		Bei 1 schicht, Betrieb (wirkl. Betriebszustand)		Für 2schicht, Betrieb umgerechnet		Anteil %		Anteil %		Anteil %		Anteil %	
Gesamtanschaffungskosten einschl. allem Zubehör (auch Montage) und zweckmäßiger Ersatzteile <i>RM</i>	250000	1620	73000	795	106500	770	106500	770	94500	1180	128900	1610	185400	384	57000	422	197000	293	178000	305
Anlagekosten je PS Lok.-Leistung <i>RM</i>																				
Kapitaldienst ¹⁾	25900	31,9	8300	20,5	12100	28,6	12100	23,8	10050	30,9	10530	19,0	23650	11,4	7270	15,3	25100	16,1	22700	15,5
Abschreibung 10 Jahre, Verzinsung 5%	25650	31,6	12240	30,3	12240	28,9	18360	36,1	12160	37,4	24320	43,9	99950	48,3	16040	33,7	58000	37,2	52000	35,6
Löhne ²⁾ Betrieb	8550	14,0	3060	19,9	3060	14,5	3060	12,1	3340	10,3	6680	12,1	25800	12,5	10060	21,1	12200	7,8	27450	18,8
Wartung	2850	—	1960	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Instandsetzung	1500	1,8	3200	7,9	3200	7,5	3200	6,3	1050	3,2	2100	3,8	20300	5,8	4700	9,9	11900	7,6	16300	11,2
(Firmenmonteur-Löhne) Instandsetzung	11600	14,3	4670	11,5	4670	10,0	7000	13,8	4450	13,7	8900	16,1	—	—	—	—	—	—	—	—
Maschinen-Ersatzteile	70	0,1	70	0,2	100	0,2	100	0,2	70	0,2	70	0,1	11100	5,4	1700	3,6	9450	6,1	7000	4,8
Batterie-Erneuerung	5150	6,3	3940	9,7	3940	9,3	3940	7,7	1400	4,3	2800	5,0	26000 ²⁾	12,6	7800 ²⁾	16,4	27200	17,4 ³⁾	20550	14,1
Schmieröl (0,40 <i>RM</i> /kg für Masch.-Schmieröl, 0,05 <i>RM</i> /kg für Dieselmotorenöl)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Energiekosten (Strom bzw. Treiböl, 2,2 <i>RM</i> je kWh, 0,20 <i>RM</i> /kg ³⁾ Treiböl)	81270	100,0	40500	100,0	42370	100,0	50820	100,0	32520	100,0	55400	100,0	206800	100,0	47570	100,0	156050	100,0	146000	100,0
Jährliche Gesamtkosten	55370		32200		30270		38720		22470		44870		183150		40300		130900		122300	
Jährliche Kosten ohne Kapitaldienst	813		442		462		555		1120		955		782		622		570		475	
Spez. Kosten <i>RM</i> je ntkm <i>RM</i> je brtkm	2,68		1,74		1,82		2,18		4,02		3,42		3,70		2,70		2,52		2,21	
Spez. Kosten ohne Kapitaldienst <i>RM</i> je ntkm <i>RM</i> je brtkm	5,50		3,52		3,30		4,22		7,85		7,73		6,92		5,27		4,78		4,00	
Spez. Lok.-Belastung . . . brtkm/Lok. u. Tag Mittlere (gewogene) Förderwege	1,83		1,38		1,30		1,66		2,78		2,76		3,27		2,29		2,11		1,87	
Kosten je t Reinförderung <i>RM</i> /t	2660		3800		3800		2530		665		1330		1410		2890		2140		3100	
	1,34		9,0		9,4		11,3		10,7		9,1		24,6		21,9		15,6		16,4	

¹⁾ Beim Kapitaldienst der Akkumulatoren-Lokomotive sind von den Abschreibungskosten die Batterie-Erneuerungskosten abgesetzt, da diese als Ersatzteilkosten in Erscheinung treten. — ²⁾ Etwaige Überschüssen sind ohne Aufschlag eingesetzt. — ³⁾ Hier ist der durchschnittliche Verrechnungspreis für synthetisches Treiböl (Rheinpr.-R-Gemisch) eingesetzt, der Preis hierfür und für mineralisches Rohöl liegt z. Z. über 0,30 *RM*/kg. Mit diesem Wert erhöhen sich die spez. Kosten für die Diesellokomotiven um durchschnittlich 10%.

Werte (»Stundenleistungen«), gerechnet mit Rücksicht auf die Wicklungserwärmung. Die mechanische Grenzleistung ist um etwa 100% höher und kann betriebsmäßig zu vorübergehender Überbelastung, auch regelmäßig, wie z. B. für die Anfahrbeschleunigung, ausgenutzt werden. Außerdem sind die Leistungen der elektrischen Lokomotiven unveränderlich. Die regelmäßige Spannungssenkung der Batterien um betriebsmäßig ungefähr 5% oder wenig mehr von Anfang bis Ende einer Lokomotiv-Schicht wirkt sich bei den Hauptstrommotoren betrieblich nicht aus; außerdem ist für die Fahrgeschwindigkeit bei der Nennzugkraft mit der mittleren Entladungsspannung gerechnet. Ganz abgesehen davon sind die Motoren beim Normalzuggewicht gegenüber ihrer Stundenleistung so weit unterlastet, daß die Zuggeschwindigkeit etwa 20% höher als der Nennwert ist. Bei den Diesellokomotiven dagegen wird die Leistung vom Betriebszustand der Motoren beeinflusst. Ferner kommt hinzu, daß mit dem höheren Preis der Speichermaschinen eine längere wirtschaftliche Lebensdauer bezahlt wird, die mehr als doppelt so groß ist wie bei den Rohölmaschinen. Dieser Umstand allein setzt schon das Verhältnis der relativen Anlagekosten auf wenigstens die Hälfte herab.

Jährliche Betriebskosten.

Für die Errechnung des Kapitaldienstes wurde die Abschreibung mit 10 Jahren und die Verzinsung mit 5% eingesetzt und zusätzlich ergänzt mit 20jähriger Abschreibung bei den Akkumulatorenlokomotiven.

Die Schichtlöhne für Lokomotivführer, Pflegepersonal und Schlosser wie Elektriker zeigen im Ruhrgebiet beträchtliche Abweichungen, die bei den verschiedenen Zechen ohne Berücksichtigung der sozialen Abgaben bis zu 1 *RM* und mehr betragen. Selbstverständlich müssen bei einem Vergleich die Löhne der verglichenen Anlagen gleich hoch gerechnet werden. Einschließlich der sozialen Abgaben wurden ohne Unterschied, ob Lokomotivführer oder Wartungspersonal, 10 *RM* eingesetzt, entsprechend einem Schichtlohn von etwa 7,50 *RM*. Bei der Anlage B traten im Betriebsfall I zusätzliche Firmenmonteur-Löhne auf, die dadurch entstanden, daß die Erstlingsausführung der Lokomotive außer den erhöhten eigenen Wartungskosten noch zusätzlichen Arbeitsaufwand von seiten des Lieferers erforderte. Maschinenersatzteile einschließlich Batterie-Erneuerungskosten wurden nach den früher erwähnten, wirklich gemachten Ausgaben eingesetzt einschließlich der in 10jähriger Betriebszeit voraussichtlich noch zu erwartenden, aber noch nicht eingetretenen auf das Jahr verteilten

Kosten. Für das Schmieröl der Lager und Getriebe wurden dem allgemein üblichen Aufwand entsprechend 40 *R.M.*/100 kg und als Öl für die Dieselmotorenschmierung eine mittlere Werteklasse im Preise von 65 *R.M.*/100 kg gerechnet. Praktisch finden bei den betrachteten Anlagen daneben sowohl billigere als auch teurere Ölsorten hierfür Verwendung (Ausnahme Anlage G). Bei den Energiekosten wurde der Strompreis zu 2,2 Pf./kWh und Treiböl zu 20 *R.M.*/100 kg als Durchschnittspreis für den synthetischen Treibstoff »Rheinpreußen-R-Gemisch« eingesetzt. Der Ansatz übereinstimmender Einheitspreise bei gleichen aufgewendeten Betriebsmitteln, gleichen Energiearten und besonders bei den Löhnen ist für jeden Wirtschaftlichkeitsvergleich eine selbstverständliche Voraussetzung, deren Nichtbeachtung zu Kostenunterschieden führt, die fälschlicherweise den Maschinenarten zugeschrieben werden. In der Zahlentafel 4 sind die genannten Einzelkosten auch in Anteilen der jährlichen Gesamtkosten genannt. Ein Vergleich dieser Hundertsätze in den einzelnen Posten der verschiedenen Anlagen darf vorläufig¹ nicht ohne

weiteres gezogen werden. Immerhin läßt sich erkennen, daß die Anlagekosten bei den elektrischen Speicherlokomotiven mit im Mittel etwa 25 % nächst den Lokomotivführer-Löhnen an zweiter Stelle stehen, während bei den Rohöllokomotiven die Ausgaben für die Lokomotivführer mit nahezu 40 % im durchschnittlichen Mittel weitaus an der Spitze der Einzelkosten stehen und der Kapitaldienst mit den Energiekosten ungefähr gleichsteht. Von Bedeutung sind daneben noch bei beiden Lokomotivarten die Lohnkosten für Wartung und Instandhaltung und im wesentlichen noch bei den elektrischen Lokomotiven die Erneuerungskosten für die Batterien. Deutlicher wird der Anteil, den die einzelnen Hauptausgabengruppen an den Gesamtkosten haben, wenn man gemäß Zahlentafel 5 ihre Anzahl beschränkt auf die 4 Kapitel: Kapitaldienst, Löhne, Ersatz (einschließlich Schmieröl) und Energiekosten. Es läßt sich dann leichter überblicken, wodurch die hohen Anschaffungskosten der elektrischen Speicherlokomotiven, die den Rohöllokomotiven wirtschaftlich völlig gleichwertig sind, wieder ausgeglichen werden.

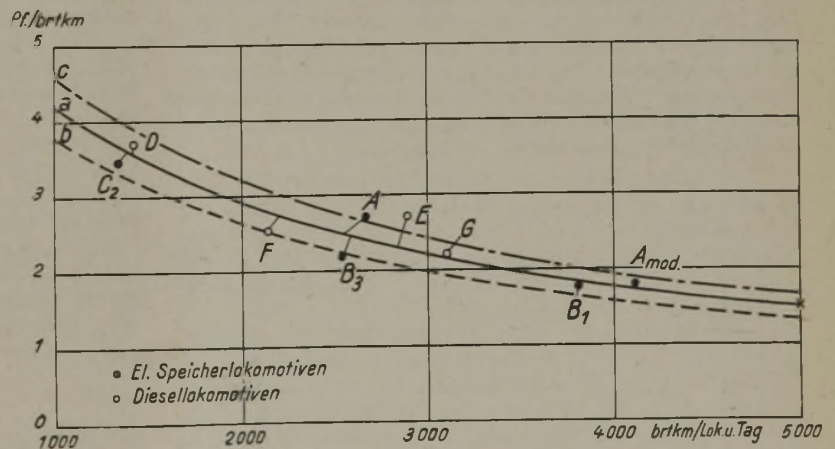
Zahlentafel 5. Zusammenfassung der Anteile an den Gesamtkosten in %.

Anlage	Akku-Lokomotiven			Diesellokomotiven				Gerundete Mittelwerte aus dem Bereich von 1300 bis 3000 brtkm je Lokomotive und Tag	
	A	B ₃	C ₂	D	E	F	G	elektr. Speicherlokomotiven	Diesellokomotiven
Kapitaldienst (10jähr. Abschr.)	31,9	23,8	19,0	11,4	15,3	16,1	15,5	25	14
Löhne	45,6	48,2	56,0	60,8	54,8	52,8	54,4	36 Lok. F. 14 R. u. W.	39 Lok. F. 17 R. u. W.
Ersatz (u. Schmieröl)	16,2	20,3	20,0	15,2	13,5	13,7	16,0	19	15
Energiekosten	6,3	7,7	5,0	12,6	16,4	17,4	14,1	6	15
Gesamtkosten	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100	100

Die spezifischen Kosten je brtkm liefern das Ergebnis für den Vergleich der beiden Lokomotivarten in wirtschaftlicher Hinsicht. Verglichen werden können nur die Anlagen, die eine ungefähr gleich große spezifische Lokomotivbelastung aufweisen. Auf der elektrischen Seite stehen sich dann die Anlagen A mit 2,63 Pf./brtkm und B₃ (die wirklichen Betriebsfälle B₁ mit 1,74 und B₂ mit 1,82 Pf. je brtkm mögen für den Vergleich unberücksichtigt bleiben) mit 2,18 Pf./brtkm den Rohöllokomotiv-Anlagen E mit 2,70, F mit 2,52 und G mit 2,21 Pf./brtkm gegenüber. Ferner sind vergleichbar die elektrische Anlage C₂ mit 3,42 und die Diesellokomotiv-Anlage D mit 3,70 Pf./brtkm. Die beiden Vergleichsgruppen lassen erkennen, in welchem Grade die spezifischen Kosten von der Lokomotivausnutzung, also unabhängig von der Lokomotivart, durch die Betriebsverhältnisse beeinflusst werden. Bei beiden Lokomotivarten entspricht einer Vermehrung der Tagesbelastung von etwa 1300 bis 1400 brtkm auf ungefähr den doppelten Betrag einer Verminderung der Kosten um etwa ein Drittel. Die spezifischen Kosten für beide Lokomotivgattungen lehnen sich in Höhe und Verlauf ungefähr gleich gut dem nachstehend dargestellten Linienzug an. Abweichungen hiervon sind in erster Linie bestimmt durch die Schwankungen in der Höhe der »spezifischen Anschaffungskosten« (bezogen auf die Lokomotiv-PS-Zahl) und verschiedene Betriebsgestaltung (vor allem Einsatz und Ausnutzung der Arbeitskräfte, Verfahren von Überstunden und Besetzung von Nachtschichten ohne

wesentliche Arbeitsleistung). Diese Darstellung kann man in Verbindung mit der Kostenunterteilung (Zahlentafel 5) auch leicht dazu benutzen, um Einzelkosten auf brtkm zu beziehen, jedoch ist zu beachten, daß sich diese Unterteilung abhängig von der spezifischen Lokomotivbelastung ändert.

Aus der Lage der Ermittlungswerte ist zu ersehen, daß zur Zeit keine der beiden Lokomotivarten ein merkliches wirtschaftliches Übergewicht gegenüber der anderen aufweist.



Spezifische Kosten: a für Diesel- und Akkumulatorenlokomotiven bei den unten genannten Voraussetzungen, b für Akkumulatorenlokomotiven bei 20jähriger Abschreibung, c für Diesellokomotiven bei 0,33 *R.M.*/kg Treibstoff. A-G Anlagen nach Zahlentafel 1.

Spezifische Kosten von Diesel- und Akkumulatorenlokomotivförderungen, abhängig von der durchschnittlichen Tagesbelastung je Lokomotive. Wichtigste Berechnungsgrundlagen neben verbuchten tatsächlichen Leistungen, Materialaufwand und verfahrenen Schichten: 10jährige Abschreibung, 5% Verzinsung, 10 *R.M.* Schichtlohn einschließlich sozialer Abgaben, 2,2 Pf./kWh bzw. 0,20 *R.M.*/kg Treiböl.

¹ Hierzu berechtigt erst die später gewonnene Erkenntnis, daß die spezifischen Kosten der Akkumulatoren- und Diesellokomotiven bei gleicher Lokomotiv-Tagesbelastung praktisch gleich groß sind.

Einige berichtigende bzw. ergänzende Erläuterungen zu den Zahlenwerten der spezifischen Kosten sollen nicht verschwiegen werden. Die Bruttoarbeit schließt die Bewegungsarbeit der Lokomotiven ein. Die Arbeitsbeträge der Anlagen A und B mit dem großen Lokomotivgewicht werden dadurch gegenüber denen der anderen Anlagen überbewertet und ihre spezifischen Kosten erscheinen entsprechend begünstigt. Schreibt man diesen Lokomotiven nur das Gewicht der Vier- oder Sechszylinder-Diesellokomotiven zu, so errechnet sich die Arbeitsleistung zu etwa 3 bis 4% geringer bzw. die spezifischen Kosten um den gleichen Betrag höher.

Bei den Rohöllokomotiven wurden für das Treiböl die derzeitigen Verrechnungskosten von synthetischem Treibstoff, und zwar des vorwiegend auf linksrheinischen Anlagen (hierzu auch D, E und G) verwendeten Rheinpreußen-R-Gemischs zu 0,20 *R.M./kg* eingesetzt. In größerem Umfang kommt aber mineralisches Rohöl zur Verwendung mit einem zur Zeit gültigen Preis von über 30 Pf./kg. Auch Rheinpreußen-R-Gemisch wird heute bereits mit 32 Pf./kg verrechnet. Da der Anteil der Treibstoffkosten im Durchschnitt 15% (vgl. Zahlentafel 5) an den Gesamtkosten ausmacht, würde eine 65%ige Erhöhung dieses Anteils die absoluten Gesamtkosten, also auch die spezifischen Kosten, im Mittel um rd. 10% erhöhen. Die hierfür gültigen mittleren spezifischen Kosten sind in der Abbildung durch den strichpunktierten Linienzug angedeutet.

Aus der Zusammenstellung der Einzelkosten läßt sich leicht auf die Höhe der spezifischen Kosten bei einer anderen Lokomotivbelastung schließen. Würden z. B. die Maschinen der Anlage A bis zur betriebsmäßig zulässigen 85%igen Ausnutzung des Batterie-Speichervermögens beansprucht, so blieben alle Kostenanteile unverändert bis auf die Energiekosten, die sich im linearen Verhältnis erhöhen würden. Es ergäbe sich dann eine Belastung von 4120 brtkm je Lokomotive und Tag und die zugehörigen Kosten zu 1,80 Pf./brtkm (A_{mod}). Dieses Beispiel zeigt, daß selbst für ein und dieselbe unverändert aufgebaute Streckenförderung die spezifischen Kosten keinen festen Wert haben, sondern einen von den Betriebsumständen bedingten Betrag annehmen. Ob eine wesentlich höhere Ausnutzung möglich ist, ist eine Frage der Organisation und der Betriebsverhältnisse. Der Aufbau (Art der Verzweigung) des Streckennetzes, die Anzahl der zu befahrenden Strecken und der zu bedienenden Lade- und Bergekipfstellen erfordern auch bei bester Fahrorganisation eine Mindestzahl an Lokomotiven, und die restlose Ausnutzung des Aktionsradius ist nur ein erstrebenswertes, aber nicht immer erreichbares Endziel. Außerdem muß bei allen Auslegungen des Fahrbetriebes die erforderliche reibungsfreie Durchführbarkeit und Betriebssicherheit durch ausreichende Aktionsreserve gewährleistet bleiben.

Zur Einhaltung dieser Bedingung wäre bei den Speicherlokomotiven die Forderung zu stellen, daß die Summe der freien Kapazitäten des um eine ausfallende Maschine verminderten Gesamtbestandes an Lokomotiven, das ist das Speichervermögen, abgerechnet von der tatsächlichen bis zur 100%igen Ausnutzung, gleich oder größer als die durchschnittliche Kapazitätsausnutzung je Betriebslokomotive ist. Hierin steckt die Betriebsreserve bei Störung an einer Betriebsmaschine. Der modifizierte Betriebsfall A_{mod} mit 85%iger Kapazitätsausnutzung erfüllt diese Forderung der notwendigen Aktionsreserve nicht, da bei Ausfall einer Lokomotive die drei übrigen bei restloser Kapazitätsausnutzung die verlangte Arbeit nicht vollbringen könnten, denn $(4-1) \times (100-85) = 45\% < 85\%$. Die Sicherstellung der Aktionsreserve würde eine fünfte Lokomotive verlangen, die im Wechselbetrieb oder als fünfte Betriebslokomotive eingesetzt werden könnte. Die Erfüllung dieser Forderung ist jedoch wegen der geringen Störanfälligkeit der elektrischen Lokomotiven nicht betriebsnotwendig.

Die starke Abhängigkeit der spezifischen Kosten von der spezifischen Lokomotivbelastung, die man bisher aus

mangelnder Erkenntnis über die Bedeutung dieses Zusammenhangs bei vergleichenden Betrachtungen außer acht gelassen hat, ist auch neben den früher genannten einer der Gründe für die abfällige Beurteilung der Akkumulatorenlokomotiven. Die älteren Maschinen dieser Art sind von kleiner Leistung und, soweit nicht außer Dienst gestellt, im Zubringer- und Abbaubetrieb mit schwacher Tagesbelastung eingesetzt worden. Die hierbei sich ergebenden spezifischen Kosten wurden in Vergleich gesetzt mit solchen, die sich bei leistungsfähigeren, gut belasteten Hauptstreckenlokomotiven anderer Bauart ergaben. Jede Kurve spezifischen Verbrauchs oder spezifischer Kosten hat den Charakter einer gleichseitigen Hyperbel; bei geringerer Ausnutzung liegen ihre Punkte im Gebiet stärkerer Krümmung oder auf dem ins Unendliche aufwärtsstrebenden Ast. Beachtet man diesen Zusammenhang, so lassen sich auch die Werte für Abbaulokomotiven in die Kurven der Abbildung einfügen, und zwar auf den in diesem Bild unterdrückten Teil geringerer Belastung. Selbstverständlich haben für Fahrdrabt- und Druckluftlokomotiven die Linienzüge eine andere, ihnen zukommende Lage.

Um deutlich zu machen, in wie starkem Maße die hohen Anschaffungskosten die spezifischen Gesamtkosten der Akkumulatorenlokomotivförderung beeinflussen, sind in Zahlentafel 4 noch die jährlichen absoluten und die spezifischen Kosten je brtkm ohne Berücksichtigung des Kapitaldienstes genannt. Der Vergleich dieser Beträge zeigt eine wesentliche wirtschaftliche Überlegenheit der Speicherlokomotiven. Zur Kennzeichnung und Wertung der spezifischen Kosten sind in der Zahlentafel 4 die Tageslokomotiveleistung und die mittleren Förderwege nochmals aufgeführt. Zum Schluß habe ich noch die Kosten je t Reinförderung angegeben, die aber nur von Bedeutung für die eigene Anlage sind und nicht zum Vergleich der Werte der verschiedenen Anlagen berechtigen (wie bei brtkm je t Reinförderung).

Die Anlage G.

Zu Eingang der Betrachtung habe ich auf eine Veröffentlichung verwiesen¹, in der für eine bestimmte Diesellokomotiv-Anlage außergewöhnlich niedrige Kosten genannt worden sind. Dieselbe Anlage wird hier unter G behandelt. In den 5 Zahlentafeln sind die Daten hierfür vollständig aufgeführt und im Text bereits die wichtigsten Ergebnisse angedeutet worden. Es seien hier noch einige weitere Erläuterungen dazu gegeben.

Die Anlage befand sich in der Beobachtungszeit 1938/39 noch in der Umstellung von kleinen zu Großraumförderwagen. Im Umlauf befanden sich im Mittel etwa über 60% große, der Rest kleine Wagen, und etwa 75% der Bruttoarbeit wurde im Großraumwagenumlauf geleistet. Da für die 2200-l-Wagen noch keine Kippmöglichkeit für die Versatzberge bestand, ging eine getrennte Förderung mit Großraumwagen für die Kohle und mit kleinen Förderwagen für die Berge um. Die leeren kleinen Wagen kamen nur zum Teil mit Kohle gefüllt zum Schacht zurück. Da die großen Wagen auf diese Weise unausgenutzt den Weg vom Schacht zu den Kohlenladestellen zurücklegten und auch die kleinen auf ihrer Rückfahrt nur zum Teil be-

laden waren, ist das Verhältnis von $\frac{\text{brtkm}}{\text{ntkm}}$ nicht, wie es

bei Großraumwagen zu erwarten wäre, unter 2, sondern ungefähr ebenso groß wie bei den im Ladegewicht gut ausgenutzten Anlagen D bis F mit Förderwagen unter 1000 l Fassungsvermögen. Auffallend gering ist der spezifische Treibölverbrauch mit nur 0,016 kg/brtkm gegen 0,022 bei den anderen 3 Diesellokomotiv-Anlagen. Eine Erklärung hierfür findet sich zum Teil in der besseren Zugkraftausnutzung der Lokomotiven, die bei den Kohlezügen einem Zuggewicht von etwa 165 t entspricht gegenüber durchschnittlich 120 t bei der Anlage F mit Lokomotiven von gleicher Leistung. Außerdem ist die

¹ Classen und Schensky a.a.O.

durchschnittliche Tagesbelastung mit 3100 t um etwa 50% größer als bei der Anlage F mit 2140 brtkm je Lokomotive und Tag. Das bedeutet eine geringere Belastung mit Stillstandszeiten und dementsprechenden Leerlaufverbrauch. Ferner kommt hinzu, daß der größte Teil der Arbeit im Großraumförderwagen-Umlauf mit Spezialkegelrollenlagern geleistet wird und deshalb in Verbindung mit den gutverlegten Gleisanlagen schweren Schienenprofilen mit einem geringeren Fahrwiderstand zu rechnen ist. Es darf wohl angenommen werden, daß dieser bei der Anlage G zwischen 6 bis 7 kg/t Zuggewicht einzuschätzen ist, wenn man bei den anderen Anlagen mit kleinen Förderwagen mit 7 bis 8 kg/t rechnet. Dies würde allein beinahe 15% Minderverbrauch in der aufzuwendenden Arbeit und damit auch einen entsprechend geringeren Treibstoffverbrauch bedeuten. Der spezifische Schmierölverbrauch fällt ebenfalls mit 0,21 kg/Lokomotiv-Betriebsstunde beträchtlich ab gegenüber dem der anderen Anlagen. Die Erklärung hierfür ist wahrscheinlich in der Verwendung von hochwertigerem, hochviskosem Motorenöl (Gargoyle) für die Zylinderschmierung zu suchen. Der Preis hierfür ist mehr als doppelt so hoch wie der für das Dieselmotorenöl mittlerer Werteklasse bei den anderen Anlagen eingesetzte. Kostenmäßig ergibt sich deshalb trotz des geringeren Verbrauchs keine Ersparnis, wie aus dem Vergleich des Anteils an den Gesamtkosten in der Zahlentafel 4 zu ersehen ist. Die Kosten für die Ersatzteile wurden nicht besonders ermittelt, sondern aus den Angaben der eingangs genannten Veröffentlichung entnommen.

Die spezifischen Gesamtkosten stellen sich mit 2,21 Pf. je brtkm erheblich höher, als in jener Veröffentlichung mit 1,7 bis 1,8 Pf./brtkm angegeben, obwohl die in der vorliegenden Berechnung eingesetzte Arbeit mit 6,6 Mill. brtkm im Jahresmittel um etwa 20% höher ermittelt worden ist als in der früheren Veröffentlichung, in der außerdem mit nur zweijähriger Abschreibungszeit gerechnet wurde (im 2. Halbjahr 1937 und im 2. Halbjahr 1938 zusammen 5,364 Mill. t). Der Grund liegt in einigen offensichtlichen Versehen¹ in der dort angedeuteten Kostenberechnung. Der Wert 2,21 Pf./brtkm fügt sich mit guter Übereinstimmung dem Kurvenbild ein. Er erscheint in Anbetracht der Großraumwagenförderung und der günstigen gegebenen Betriebsverhältnisse nicht einmal besonders günstig, was wohl auf dem störenden Umlauf der inzwischen herausgezogenen Kleinförderwagen beruht.

Rückschlüsse auf Fahrdrähtanlagen.

Im Anschluß hieran sei noch auf die Kosten der Fahrdrähtlokomotivförderung hingewiesen, die sich aus den Einzelkosten der Speicherlokomotiven ableiten lassen. Die Anschaffungskosten von Fahrdrähtlokomotiven sind nicht höher als die der Diesellokomotiven. Die Löhne für den Fahrbetrieb sind unabhängig von der Lokomotivart, für Wartung und Instandhaltung werden sie erheblich geringer sein als bei den Speicherlokomotiven, da Ladearbeit und der damit verbundene Arbeitsaufwand wegfallen. Die Ersatzteile werden sich höchstens in Höhe der reinen Maschinenersatzteile (ohne Batterie- und Zubehör-Ersatz) der Speicherlokomotiven halten (vgl. die frühere Ersatzkostenunterteilung der Anlage A), an Schmierölverbrauch je Lokomotive ist das gleiche zu rechnen, und die spezifischen Energiekosten werden noch geringer sein als bei den Akkumulatorenlokomotiven, da die Energieverluste im Fahrdräht und in den Gleisanlagen weniger ausmachen als die Energieumsetzungsverluste in den Batterien. Für die Speisung der Fahrdrähtanlage sind durchweg Umformersätze mit Hochspannungsmotoren und zugehöriger Hochspannungsschaltanlage erforderlich in der Art, wie sie die hier betrachtete Akkumulatorenlokomotivförderung A aufweist. Zusätzliche Kosten ergeben sich aber noch durch Erhöhung des Kapitaldienstes für den Fahrdräht und der Lohnkosten für die Wartung der Fahrdrähtanlage sowie

die Erhaltung der Schienenrückleitung durch die Stoßverbindungen. Diese Mehrkosten werden allerdings den Gewinn zum großen Teil wieder aufheben.

Betrachtungen über das Ergebnis und Folgerungen für eine zweckmäßige Gestaltung und Verbilligung.

Als wichtigstes Ergebnis der Untersuchung ist anzusehen, daß bei Ansatz einer zehnjährigen¹ Abschreibungszeit die Akkumulatorenlokomotiven wirtschaftlich zum mindesten gleichwertig neben den Rohöllokomotiven stehen. Voraussetzung hierfür ist allerdings, daß die Anzahl der Lokomotiven nicht unnötig größer gewählt wird, als der Betrieb es erfordert. Eine Reservehaltung ganzer Lokomotiven ist nicht erforderlich, wie durch die Praxis zur Genüge bewiesen ist. Man muß nur darauf achten, daß eine bestimmte Mindesttagesbelastung erreicht wird oder, wie das Beispiel der untersuchten Anlagen zeigt, die Batteriekapazität zu wenigstens 50% ausgenutzt wird. Die Betriebsweise, die Lokomotiven nicht in fester Streckenbesetzung einzusetzen, sondern den Einsatz dem Bedarf entsprechend zu lenken, kommt der Möglichkeit hoher Ausnutzung am besten entgegen. Bei den Rohöllokomotiven braucht man wegen der geringen Anschaffungskosten die Beschränkung in der zu beschaffenden Lokomotivzahl nicht in dem Maße anzustreben. Die betriebliche Erleichterung durch Haltung von Aushilfsmaschinen ist eher berechtigt und wegen der Bereitstellung für länger dauernde Überholungsarbeiten auch erforderlich. Bei den elektrischen Speicherlokomotiven genügen hierfür die Ladezeiten. Selbst bei den Maschinen der Anlage B, die wegen ihrer »Geburtsschwächen« häufiger größere Instandsetzungen erforderten, ist in dem ersten Betriebsjahr, wo nur zwei vollbeanspruchte Lokomotiven vorhanden waren, nicht eine einzige Förderschicht ausgefallen.

Eine wesentliche Verringerung der Anschaffungskosten der Rohöllokomotiven ist wohl kaum noch zu erwarten. Eher ist damit zu rechnen, daß sich die Anschaffungskosten je Lokomotive im Durchschnitt etwas höher stellen als bei den Anlagen D und F angesetzt, insofern, als die weniger leistungsfähigen billigeren Einzylinderlokomotiven im Laufe der Zeit sowohl aus den Betrieben wie vom Markt verschwinden und durch Mehrzylindermaschinen ersetzt werden. Auch in der Verbilligung der Ersatzteilkosten wird sich nicht mehr viel erreichen lassen, ebensowenig in den Schmierölkosten bei den mit selbsttätiger Schmierung ausgerüsteten Mehrzylinderlokomotiven. Der Zeitaufwand für die Bedienung bestimmt sich weniger aus der Bereithaltung von Arbeitskräften als aus dem Umfang der erforderlichen Pflege- und Instandsetzungsarbeiten. Bei den Diesellokomotiven ist deshalb eine merkliche Verringerung gegenüber den hier festgestellten Kosten wohl kaum noch zu erreichen.

Bei den elektrischen Speicherlokomotiven ist aber eine wesentliche Verbilligung der Kosten durchaus möglich. Wie bereits erwähnt, lassen sich bei den Löhnen für Wartung und Instandsetzung durch Vereinigung des Ladens mit der Pflege und Instandhaltung und Zusammenziehung dieser Arbeit möglichst auf eine Ladeschicht je Tag Ersparnisse an Bedienungslöhnen herausheben. Außerdem ist hervorzuheben, daß der Arbeitsaufwand für die Erhaltung der Betriebsfähigkeit nur zum geringsten Teil für die Instandsetzung, zum größten Teil für die Ladung und Pflege benötigt wird. Hierfür kann man ungelernetes, unterwiesenes Personal mit geringerem Schichtlohn einsetzen. So hat im französischen Bergbau in manchen Fällen bei der Wahl zwischen Diesel- und Akkumulatorenbetrieb der Umstand den Ausschlag zugunsten der Speicherlokomotiven gegeben, daß gelerntes Personal nicht in die Grube zu bringen ist. Bei der Kostenberechnung ist von der Möglichkeit einer Schichtlohnabstufung kein Gebrauch gemacht worden. Weiter läßt sich eine Verringerung der

¹ Beim Kapitaldienst wurde nur mit einer einzigen Lokomotive gerechnet und die Lokomotivführer-Löhne zu weniger als die Hälfte angesetzt.

¹ Diese Zeitdauer ist zu Unrecht und zuungunsten der Speicherlokomotiven auch für die ortsfesten Ladeeinrichtungen eingesetzt worden.

Anschaffungskosten durch Vereinheitlichung der verschiedenen Bauarten und Schaffung von Einheitstypen erzielen. Die bisher verhältnismäßig geringe Anzahl der gebauten Maschinen, bei denen jedesmal sowohl hinsichtlich der Leistung als auch der Bauart Sonderwünschen Rechnung getragen wurde, macht beinahe jedes Stück zu einer Sonderkonstruktion, deren Bau sich auf den Preis ungünstig auswirkt. Der Übergang zur Reihenherstellung weniger genormter Baumuster muß zu einer wesentlichen Herabsetzung der Kosten und zu kürzeren Lieferzeiten führen. In bezug auf die Leistungsabstufung dürften für den Hauptstreckenbetrieb in Anpassung an die Verhältnisse des Ruhrbergbaues zwei bis drei Leistungsgrößen genügen, von denen das größere Modell auch für Großraumwagenförderung ausreichend sein müßte; nötigenfalls wäre hierfür eine Sonderklasse vorzusehen. Hinsichtlich der Bauart bietet das zweischichtige Modell (Anlage B) besonderen Anreiz wegen der Möglichkeit, die gesamten Wartungsarbeiten in der Nachtschicht vorzunehmen. Zu beachten ist dann allerdings, daß eine Nachtschicht nach zwei Tagesförderschichten nicht gefahren werden kann, wenn hierfür keine Aushilfsmaschine zur Verfügung steht, außerdem wird dabei ein unnötig großes Speichergewicht mitgeschleppt. Als Bauart der Batterie ist die Gitterplattenkonstruktion wirtschaftlich zum mindesten ebenso günstig wie die der Panzerplatten, jedoch mit Rücksicht auf größeres Speichervermögen bei gleichem Raum und Gewicht vorzuziehen. Die Normung müßte sich, außer auf maschinelle Einzelteile, auch auf diese Seite der Lokomotiven erstrecken, derart, daß die Ersatzbeschaffung sich auf wenige gleichartige Bauteile beschränkt und von Fabriklagen erfolgt. Eine recht beträchtliche Ersparnis an Totgewicht, Anschaffungs- und auch Wartungs- und Ersatzteilkosten würde sich ergeben, wenn behördlicherseits auf die Forderung der schlagwettergeschützten Batteriebehälterbauart verzichtet würde, deren Wert von Fachleuten mehr als stark umstritten ist.

Bei der Ansetzung der Abschreibungszeit müßte man, um der Bewährung verschiedener Lokomotivarten voll gerecht zu werden, das ihnen zukommende wirtschaftliche Betriebsalter zugrunde legen. Als solches ist die Betriebsdauer zu verstehen, über die die Maschinen ohne Erhöhung des Aufwandes für die Erhaltung der Betriebsfähigkeit und des Wirkungsgrades ihre volle Leistungsfähigkeit behalten. Demnach wäre berechtigt, für die elektrischen Lokomotiven zur Kennzeichnung ihrer wahren wirtschaftlichen Kosten eine wesentlich höhere Abschreibungszeit anzunehmen. In der vorliegenden Kostenzusammenstellung ist dies vermieden worden, einmal, weil es den üblichen Geschäftsgrundsätzen widersprechen würde und ferner, um volle Einheitlichkeit in den Grundlagen des Vergleichs zu wahren. Für die wirtschaftliche Bewertung dagegen wäre es durchaus berechtigt, 20 Jahre oder noch mehr anzunehmen. Abstellung des Kapitaldienstes auf 20 Jahre würde nach der Zahlentafel 5 die Kosten bereits um rd. 10% geringer erscheinen lassen. Der hierzu gehörige Verlauf der spezifischen Kosten ist in der Abbildung gestrichelt eingezeichnet. Der Wirkungsgrad der elektrischen Maschine ist ohne den Aufwand besonderer Pflege unveränderlich. Die Isolationsalterung beeinträchtigt weder den Wirkungsgrad noch die Betriebsfähigkeit. Neuwicklung und Neu-isolation, die infolge eines Wicklungsschadens notwendig werden können, gehören zu den Instandsetzungsarbeiten, die nur ausnahmsweise erforderlich werden. Die Akkumulatorenbatterien behalten ihre Energieumsetzungsmöglichkeit mit unverändertem Wirkungsgrad bis zum Absterben bei. Im Ruhrbezirk laufen Akkumulatorenlokomotiven, die bereits im 33. Betriebsjahr stehen und die betrieblich und wirtschaftlich noch vollwertig sind. Nach welcher Richtung hin sich die spezifischen Kosten bewegen, wenn die Lokomotiven über die vorgeschriebene Abschreibungszeit noch Dienst tun, geht aus den betreffenden Angaben der Zahlentafel 4 ohne Berücksichtigung des Kapitaldienstes hervor. Bei den

Diesellokomotiven macht sich ein höheres Dienstalder bei dieser Rechnungsweise weniger bemerkbar. Es ist hier also eher vertretbar und meistens auch betrieblich notwendig, nach Ablauf des angesetzten Lebensalters eine Erneuerung vorzunehmen. Zum mindesten werden wohl größere Überholungsarbeiten mit Erneuerung wesentlicher Maschinenteile oder vergrößerter Aufwand in der Pflge erforderlich werden.

Aus allen diesen Erwägungen und Möglichkeiten zur Verbilligung des Betriebes mit Akkumulatorenlokomotiven muß gefolgert werden, daß beim heutigen Stand des Akkumulatorenbaues und bei mangelndem, für die Betriebseignung ausgefeilten Lokomotivbaumustern, die in größerer Anzahl hergestellt werden, die Speichermaschinen im Endziel den Diesellokomotiven wirtschaftlich überlegen sind. Betrieblich spricht für die Akkumulatorenlokomotive noch der Vorteil der freizügigen geruchfreien Verwendung, die keine besonderen Anforderungen an die Bewetterung der Fahrstrecken stellt, sowie das hohe Anzugsvermögen und die Überlastbarkeit.

Der Diesellokomotive bleibt der Vorzug der geringeren Anschaffungskosten, der bei Anschaffungserwägungen häufig stärker bewertet wird als die sich erst im Laufe des Betriebes ergebenden und dadurch weniger fühlbaren ausgleichenden Einsparungen. Außerdem sind die Diesellokomotiven schneller lieferbar und im Betrieb nicht an einen bestimmten Aktionsradius gebunden.

Der Aktionsradius der Speicherlokomotiven.

Der Aktionsradius der Akkumulatorenlokomotive hängt ab von der Kapazität ihrer Speicherbatterie. Daß hierin keine betriebliche Einschränkung liegt, beweisen schon die täglichen Arbeitsleistungen der betrachteten Förderanlagen mit Lokomotiven von verhältnismäßig geringer Leistung. Jede praktisch vorkommende Tagesbelastung kann gespeichert werden. Auf einer Anlage des Ruhrgebietes sind seit kurzem 63-PS-Lokomotiven von 20 t Dienstgewicht mit Batterie-Kapazitäten von 166 kWh in Betrieb. Diese betreiben auf 750 mm Spur eine Großraumwagenförderung mit 3500-l-Wagen von je 1,5 t Leergewicht und einem Fassungsvermögen von 4 t Rohkohle. Das Normalzuggewicht ist bei 30 Wagen 185 t. Die Batterieladung erfolgt mit Quecksilberdampfgleichrichtern in Eisengefäßen. Die Batterie-Kapazität entspricht einer Grenz-Tagesarbeit von 11000 brtkm und unter Berücksichtigung der 85%igen Ausnutzung einer Tagesarbeit von 9400 brtkm. Selbstverständlich ist auch dies noch keine Grenzleistung. Es darf wohl angenommen werden, daß zur Zeit noch keine Anlage im Ruhrgebiet eine wesentlich größere durchschnittliche Tagesbelastung als 4000 brtkm je Lokomotive aufzuweisen hat. Richtige betriebliche und wirtschaftliche Bemessung des Speichervermögens ist Voraussetzung bei der Planung einer Förderung mit Akkumulatorenlokomotiven. Ein wichtiger Anhalt für die auszuliegende Mindestgröße ist bereits früher im Kapitel über »Leistungen« gegeben worden. Man strebe dabei unter Beachtung dieser Forderung möglichst eine Ausnutzung von zwei Dritteln des Grenz-Arbeitsvermögens an.

Wichtige Fragen der Rohstoffwirtschaft.

Von besonderer Bedeutung sind die Anschaffungsfrage und der Verbrauch bzw. Aufwand an Devisen beanspruchenden Rohstoffen für die beiden Lokomotivarten, vor allem an Kraftstoffen für den Dieselbetrieb und an Blei für den Akkumulatorenbau. Um hier zu einer Gegenüberstellung auf möglichst breiter Grundlage zu kommen und die Auswirkung bei zukünftiger vorzugsweiser Entwicklung nur einer Lokomotivart zu erkennen, sei von der Vorstellung ausgegangen, daß die gesamte Hauptstrecken-Lokomotivförderung des größten Steinkohlenbergbaubietes des Reichs, also des Ruhrbezirks, ausschließlich mit Rohöllokomotiven oder nur mit elektrischen Speicherlokomotiven betrieben würde.

Zur Errechnung der zu bewältigenden Hauptstrecken-Förderarbeit sind einige wohl begründete Annahmen zu machen. Bei einem Anteil von etwa 15% Wasch- und Leseberge-Verlusten und etwa 40% der gesamten geförderten (Vorrichtungs- und Versatz-) Berge an der Rohkohlenförderung und bei Förderwagen bis zu 1000 l, d. h. bei einem bestimmten Verhältnis des auf den Strecken zu befördernden Gesamtgewichtes zum geförderten Reinkohlegewicht, sowie bei der derzeitigen Jahresförderung und einem mittleren Förderweg von 1,5 km ergibt sich eine jährliche Hauptstrecken-Förderarbeit von 800 000 000 brtkm. Mit 0,020 kg/brtkm würde diese Arbeit einen Verbrauch von 16 000 t Dieselkraftstoff verlangen. Dieser würde bei einem Devisenaufwand von 50 *R.M.*/t für mineralisches Rohöl eine Devisenbelastung von rd. 800 000 *R.M.* jährlich ergeben. Der Schmierölverbrauch macht bei den Diesellokomotiven ungefähr 10% des Treibölverbrauchs aus; er würde also immerhin jährlich 80 000 *R.M.* Devisen erfordern. Bei den elektrischen Lokomotiven ist er vernachlässigbar klein.

Dagegen benötigt der Akkumulatorenbau für die Panzerröhren der Panzerplattenbatterien eine gewisse geringe Menge Gummi. Die Gitterplattenkonstruktion erfordert dagegen keinen Gummi als Baustoff. Außerdem wird Gummi für die Beimischung für Zellenbehälter und Weichgummi zur Auskleidung der Batteriebehälter benötigt, wofür auch Buna verwendet werden könnte. Der Devisenaufwand hierfür beträgt nur einen geringen Bruchteil des für Schmieröl bei den Rohöllokomotiven benötigten.

Von Bedeutung dagegen ist der Devisenaufwand für das Blei der Akkumulatoren, wofür keine Beschaffungsschwierigkeiten bestehen. Die nachstehende Berechnung ist zahlenmäßig im einzelnen durchgeführt, weil sich hierbei bemerkenswerte Aufschlüsse ergeben und eine Umrechnung für geänderte Einzelheiten der Verhältnisse leicht möglich ist. Die berechnete Streckenarbeit von jährlich 800 000 000 brtkm würde bei 0,030 kWh/brtkm eine Speicherarbeit von jährlich 24 000 000 kWh und arbeitstäglich (bei 300 Fördertagen im Jahr) 80 000 kWh verlangen. Diese erfordert bei der anzustrebenden wirtschaftlichen Zweidrittel-Ausnutzung eine zu installierende Tageskapazität

von $\frac{80000}{0,62} = 130000$ kWh. Bei der Wahl von Gitterplattenbatterien nach Art und Leistung der Anlage B, also mit 114 kWh Speichervermögen, würden hierfür 1140 Stück derartiger Batterien benötigt. Auf eine einmalige Erneuerung des negativen Plattensatzes entfällt eine zweimalige Erneuerung des positiven Plattensatzes. Zwei (+)Sätze und ein (-)Satz erfordern einen Bleibedarf von 4,80 t. Die Umarbeitungsverluste des Altmaterials betragen 10 bis 15%, so daß der Bleiverlust je Erneuerung eines negativen Plattensatzes $4,8 \times 0,15$, rd. 0,7 t beträgt. Unter Berücksichtigung, daß die Hälfte des Reichsbedarfs durch Inlandserzeugung gedeckt würde, wären hiervon nur 0,35 t devisenpflichtig. Bei dem heutigen Weltmarktbleipreis von 230 *R.M.*/t ergäbe sich eine Devisenbelastung von 80 000 *R.M.* je Erneuerung eines (-)Plattensatzes, dessen Lebensdauer bei 1000 Entladungen und 300 Fördertagen je Jahr 3,33 Jahre beträgt. Damit errechnet sich der gesamte jährliche Devisenbedarf der 1140 Batterien zu $\frac{1140 \times 80}{3,33} = 27400$ *R.M.* für die

Deckung der jährlichen Streckenarbeit von 800 000 000 brtkm. Bei Batterien mit Panzerplatten von rd. doppelter Lebensdauer wie die Gitterplatten wäre der Devisenbedarf fast nur die Hälfte. Für die erstmalige Beschaffung der erforderlichen Bleimenge wäre ein besonderer einmaliger Devisenaufwand erforderlich. Die Bleimenge, für die aus nur je einem positiven und einem negativen Plattensatz bestehenden 1140 Batterien würde betragen [(+)Plattensatz mit gleichem Bleigewicht gerechnet wie (-)Plattensatz] $1140 \times (\frac{2}{3} \times 4,8) = 3650$ t, von denen nur rd. die Hälfte mit 42 000 *R.M.* Devisen belastet würden.

Die elektrischen Speicherlokomotiven benötigen an einzuführenden Baustoffen außerdem noch Kupfer für die

Wicklungen der Motoren, für die Fahrshalter und Verbindungsleitungen, ferner für die Maschinenumformer für Ladezwecke (Quecksilber- und Glühkathodengleichrichter benötigen praktisch keins) und für die zugehörigen Schaltgeräte. Die Überlegungen und der Rechnungsgang für die Devisenbelastung sind die gleichen wie beim Blei. Unter Zugrundelegung der genannten Anzahl des gleichen Lokomotivmodells mit 4 Motoren und 2 Maschinenumformern je Lokomotive mit dem erforderlichen Zubehör würden etwa 500 t Kupfer erforderlich sein, deren erstmalige Anschaffung ohne Anrechnung der Eigenerzeugung beim derzeitigen Weltmarktpreis von 740 *R.M.*/t 370 000 *R.M.* Devisen verlangen würde. Es sei für alle Teile mit der übertrieben kurzen Lebensdauer von nur 20 Jahren gerechnet. Die Umarbeitungsverluste, die geringer sind als beim Akkumulatorenblei, seien hoch mit 10% angesetzt. Damit ergäbe sich ein jährlicher Devisenaufwand von aufgerundet 1900 *R.M.* Bei zweimotorigen Lokomotiven mit Gleichrichter-Ladung wäre der Kupfer- und Devisenaufwand kleiner als die Hälfte.

Für die gleichen Ausgaben an Devisen, die der Rohöllokomotivbetrieb jedes Jahr für Gasöl erfordern würde, ließe sich also der gesamte Bedarf an Blei und Kupfer für den Bau von Speicherlokomotiven beschaffen. Dieser Aufwand ist aber nicht als Verlust zu buchen, denn der so erworbene Metallbesitz bleibt ein dauerndes erbschaftswertes Volksvermögen, zu dessen Erhaltung nur ein jährlicher Devisenaufwand von etwas über 29 000 *R.M.* für die Deckung der Umarbeitungsverluste notwendig wäre.

Der Diesellokomotivbetrieb erfordert demnach, bezogen auf gleiche Streckenarbeit, jährlich ungefähr den 27fachen Bedarf an Devisen für mineralisches Rohöl wie der wirtschaftlich ausgenutzte Akkumulatorenlokomotivbetrieb für die Blei- und Kupferbeschaffung. Dieses krasse Verhältnis wird selbstverständlich in dem Maße gemildert, wie die inländische Erzeugung an synthetischem Treiböl Anteil hat am gesamten Treibstoffverbrauch des Reichs.

Bemerkenswert ist noch die Frage der Rohstoff-Energieausnutzung bei Umwandlung von devisenfreier Steinkohleenergie in Streckenförderarbeit über den Weg des synthetischen Treibstoffes und der elektrischen Energie mit Speicherbetrieb. Rechnet man 5 t Steinkohle für 1 t synthetischen Treibstoff und 0,020 kg/brtkm, so liefert 1 t Steinkohle 10 000 brtkm Streckenarbeit. Mit 0,65 kg (Heizwert entsprechend dem der Treibstoff-Kohle) je kWh und 2% Leitungsverlust (noch reichlich in Anbetracht der äußerst geringen spezifischen Belastung von Schachtkabeln durch die sehr kleine Ladeleistung) und mit 0,077 kWh/brtkm würde 1 t Steinkohle auf dem Wege der elektrischen Umwandlung eine Streckenarbeit von 20 000 brtkm vollbringen. Die einheimische Energie wird also für reine Kraftzwecke beim Betrieb mit Akkumulatorenlokomotiven doppelt so hoch ausgenutzt wie beim Dieselbetrieb mit synthetischen Treibstoffen.

Im Zusammenhang mit dem Ergebnis dieser Überlegungen sei hingewiesen auf ein neues italienisches Reichsgesetz, das besagt, daß im italienischen Königreich alle Kraftfahrzeuge in Städten und Vorstädten zur Beförderung von Postgut, Konsumwaren, Milch, Brot und Schlachtfleisch, zur Straßenreinigung und Müllabfuhr und im Bestattungswesen, die vom 1. Januar 1941 in Betrieb gesetzt werden, elektrisch durch Akkumulatoren angetrieben sein müssen.

Zusammenfassung.

Die Diesel- und Akkumulatorenlokomotiven sind mit Rücksicht auf ausreichende Grubensicherheit, Leistungsvermögen, Betriebssicherheit und Wirtschaftlichkeit für die untätige Hauptstreckenförderung die Zugmaschinen der Zukunft. Während die Rohöllokomotive im letzten Jahrzehnt in dauernd zunehmender Anzahl eingesetzt worden ist, weist die Verwendung der elektrischen Speicherlokomotive im Hauptstreckenbetrieb seit der Zeit ihrer ersten

Einführung vor dem Weltkrieg eine stark rückläufige Bewegung auf, die erst in der letzten Zeit eine leichte Aufwärtsentwicklung verrät.

Die geringe Beachtung dieser Lokomotivart ist durch verschiedene Umstände begründet. Einmal lag kein zwingender Grund zur Einführung eines weiteren Streckenfördermittels vor, solange der Zulassungsbereich der höchstwirtschaftlichen Fahrdraktlokomotive durch bergbehördliche Vorschriften noch nicht weitgehend eingeschränkt war und sich der betrieblich und wirtschaftlich begrenzte Aktionsbereich der Druckluftlokomotive im dezentralisierten Zechenbetrieb noch als ausreichend erwies. Außerdem waren die Betriebserfahrungen der noch in der Entwicklung befindlichen Akkumulatorenlokomotive besonders wegen Schwierigkeiten mit den anfangs verwendeten Batteriebauarten nicht immer günstig; ferner wirkten ihre hohen Anschaffungskosten abschreckend, so daß sie bald in Mißkredit geriet und die Diesellokomotive das Feld frei fand, als die Umstände zur Suche nach einer ablösenden Lokomotivart zwangen.

Da die sicherheitstechnische Seite der Rohöllokomotive wegen der damit verbundenen bergbehördlichen Auflagen nicht restlos befriedigt und ein vermehrter Verbrauch an Treiböl- und verhältnismäßig großen Schmierölmengen, vielleicht nicht nur während der Kriegszeit, in volkswirtschaftlichem Sinne nicht erwünscht ist, gewinnt die Speicherlokomotive wieder an Bedeutung. Die vorstehende Untersuchung, die sich zur Vermeidung jeglicher Spekulation auf einer Tatsachenerhebung gründet, erbringt den Beweis, daß das Vorurteil gegen die Akkumulatorenlokomotive nicht berechtigt ist. Sie ist, obwohl sie sich noch im Entwicklungsstadium befindet und ihre Vertreter als Sonderausführungen für einzelne Betriebsfälle zu gelten haben, in betrieblicher und wirtschaftlicher Hinsicht der Rohöllokomotive ebenbürtig. In einer Vorbetrachtung wie auch an Hand der Kritik der Betriebsergebnisse wird besonderer Wert auf den Nachweis gelegt, daß die Kosten einer Lokomotivförderung nur zum Teil durch die Lokomotivart bedingt, zum anderen Teil aber eine Folge der Betriebsverhältnisse und Betriebsorganisation sind. Im wesentlichen finden diese Einflüsse ihren zahlenmäßigen Ausdruck in der durchschnittlichen Tagesbelastung der Lokomotiven (brtkm je Lokomotive und Tag), die derart ausschlaggebend ist, daß sie in einer kurvenmäßigen Darstellung der spezifischen Gesamtkosten als Abszissengröße

gewählt werden konnte. In diese Abhängigkeit fügen sich die Kosten beider Lokomotivarten (soweit die zur Untersuchung herangezogenen 7 Anlagen, zum Teil mit mehreren Betriebsfällen, in Frage kommen) gleich gut ein. Unterschiedliche Betriebseinflüsse, die in dem Bezugsausdruck nicht erfaßt sind, lassen nicht unbedeutliche Abweichungen von diesem Verlauf zu. Immerhin ist hieraus und aus der anteilmäßigen Kostenunterteilung deutlich zu erkennen, daß einer Lokomotivart nicht ein einziger bestimmter Kostenbetrag zuzuschreiben ist und daß sich dieser für die beiden verglichenen Lokomotivarten im Ausnutzungsbereich von 1000 bis 5000 brtkm je Lokomotive und Tag zwischen ungefähr 4,5 bis etwa 1,5 Pf. je brtkm bewegt.

Der höhere Anteil bei dem einheitlich auf 10 Jahre abgestellten Kapitaleinsatz an den Gesamtkosten bei den Speicherlokomotiven wird durch geringere Lohn- und Energiekostenanteile ausgeglichen. Stellt man mit voller Berechtigung ihre wesentlich höhere wirtschaftliche Lebensdauer durch 20jährige Abschreibung in Rechnung, so erscheint die Förderung mit Akkumulatorenlokomotiven dem Diesellokomotivbetrieb bereits wirtschaftlich überlegen. Diese Überlegenheit wird noch verstärkt werden durch die beabsichtigte Vereinheitlichung und Beschränkung auf wenige Baumuster, denen die Vorteile der Reihenherstellung zugute kommen. Dadurch wird man auch billige Ersatzteilhaltung bzw. -lieferung und kürzere Lieferzeiten erzielen, die einen Vorzug der Diesellokomotiven bilden. Diese werden allerdings den Vorteil geringerer Anschaffungskosten behalten.

Betrieblich sprechen für die Speicherlokomotiven der Vorteil der freizügigen, abgasfreien Verwendung, die keine besonderen Anforderungen an die Streckenbewetterung stellt, sowie das hohe Anzugsvermögen, die Überlastbarkeit und der geringere Aufwand für die Instandhaltung.

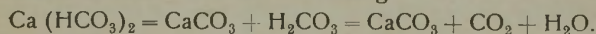
Aus der Schlußbetrachtung über Fragen der Rohstoffwirtschaft ist die Erkenntnis hervorzuheben, daß die jährliche Devisenbelastung für Treiböl ohne Berücksichtigung synthetischer Eigenerzeugung für den Diesellokomotivbetrieb etwa 27mal so groß ist wie die für die Blei- und Kupferbeschaffung beim Akkumulatorenlokomotivbetrieb und daß die Ausnutzung der Steinkohlenenergie für reine Kraftzwecke auf dem Wege des elektrischen Betriebes mit Speicherlokomotiven doppelt so groß ist wie beim Betrieb von Diesellokomotiven mit synthetischem Treibstoff.

Verhütung des Karbonatsteinansatzes in Kühlsystemen durch Impfung des Kühlwassers mit Natriumhexametaphosphat.

Von Dipl.-Ing. H. Moll, Gelsenkirchen.

Bildung des Steinansatzes bei karbonathaltigem Wasser.

Die meisten natürlichen Wässer, besonders die aus jüngeren kalkigen Sedimenten stammenden, führen Kalziumbikarbonat und Magnesiumbikarbonat gelöst in beträchtlicher Menge mit sich. Diese beiden Stoffe bilden die vorübergehende oder Karbonathärte. Die Bikarbonate sind instabil, d. h. sie zerfallen in Kohlensäure und Kalziumkarbonat nach der Gleichung



Dieser Zerfall beginnt schon allmählich bei gewöhnlicher Temperatur und wird beschleunigt bei Temperaturerhöhung. Beim Sieden des Wassers ist der Zerfall zu Karbonat vollständig. Das sich bildende Kalziumkarbonat ist unlöslich und schießt in Kristallen an. Das gleichzeitig entstehende lösliche Magnesiumkarbonat fällt nicht aus, sofern die Löslichkeitsgrenze nicht erreicht wird. Bei einem karbonathaltigen, zu Kühlzwecken dienenden Wasser macht sich der Zerfall des Bikarbonats unangenehm bemerkbar. Die ausfallenden Kristalle bilden Kristallverbände, die sich in Form eines geschlossenen Überzuges an den Kühl-

flächen der Kühlsysteme in oft beträchtlicher Stärke als Stein festsetzen. Infolge des geringen Wärmeleitvermögens des Steinansatzes tritt ein Nachlassen der Kühlwirkung ein.

Verfahren zur Beseitigung des Steinansatzes.

Um die nachteiligen Folgen des Steinansatzes zu verhüten, kann man folgende Verfahren anwenden:

a) Mechanische Reinigung.

Zugängliche Einrichtungen werden im allgemeinen in regelmäßigen Abständen gebürstet, soweit es sich um Schlamm oder noch nicht festsitzenden Steinansatz handelt. Bei festsitzendem Steinansatz kommt man mit dem Bürsten nicht mehr aus, die Kühlsysteme werden alsdann zweckmäßigerweise gebohrt.

b) Chemische Reinigung.

Sind die Kühlelemente nur teilweise zugänglich, so bedient man sich der chemischen Reinigung. Als Reinigungsmittel werden Säuren, wie Salzsäure, Ameisensäure, Essigsäure, Zitronensäure und Chromsäure, verwendet. Um den Werkstoffangriff zu verhindern oder zu

hemmen, gibt man den Säuren häufiger Schutzmittel zu. Diese Schutzstoffe können anorganische Salze, organische Verbindungen oder Kolloidlösungen sein.

Die zeitweise mechanische oder chemische Reinigung ist für den Dauerbetrieb nicht das richtige, da der Kühleffekt meistens nur in der ersten Zeit nach der Reinigung befriedigt, dann aber stark abfällt. Bei Anwendung der chemischen Reinigung ist selbst bei der größten Vorsicht eine Beschädigung des Werkstoffes nicht immer zu vermeiden, da die Reinigungssäuren ihn stark angreifen. Hier ist es vor allen Dingen die Salzsäure, die in den weitaus meisten Fällen wegen des niedrigen Preises verwandt wird und eine zerstörende Wirkung ausübt.

Verhütung des Steinansatzes durch Vorbehandlung des Kühlwassers.

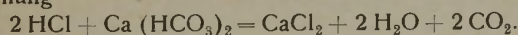
Nur in besonderen Fällen wird man das Kühlwasser vollständig enthärten. Dieses Verfahren kommt dann in Betracht, wenn höhere Salzkonzentrationen und Temperaturen innerhalb des Kühlsystems auftreten, bei welchen die Nichtkarbonathärtebildner wegen Überschreitens der Löslichkeitsgrenze ausfallen würden. In diesem Falle ist ein Basenaustauschfilter zu empfehlen.

In den meisten Fällen kann das Kühlwasser zurückgekühlt werden. Es kommt dann lediglich darauf an, die Karbonathärte des Wassers restlos zu entfernen oder sie daran zu hindern, Steinansätze zu bilden. Gewöhnlich braucht man nur die durch Verdunsten und Entsalzen dem Kühlwasserkreislauf verlorengegangenen Wassermengen, die als Frischwasser wieder zugesetzt werden, aufzubereiten.

Das Entsalzen ist erforderlich, um a) unterhalb der Löslichkeitsgrenze der Nichtkarbonathärtebildner zu bleiben, b) eine zu hohe Konzentration der im Kreislauf gelösten starken Elektrolyte, die korrodierend wirken, zu verhindern.

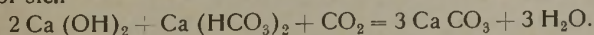
Für die Vorbehandlung des Kühlwassers sind im Laufe der Zeit eine Anzahl Verfahren entwickelt worden. Die gebräuchlichsten sollen hier kurz gestreift werden, damit ein Vergleich mit dem neuartigen Verfahren der »Behandlung des Kühlwassers mit Natriumhexametaphosphat« möglich ist.

Ein häufig angewandtes Verfahren ist das Impfen mit Salzsäure. Dabei werden die Bikarbonate unter Freiwerden von Kohlensäure durch chemische Umsetzung mit der Salzsäure in sehr lösliche Chloride übergeführt nach der Gleichung



Beim Impfen darf aber die Karbonathärte nicht restlos entfernt werden. Man läßt 1 ÷ 2° d Resthärte bestehen, um die Wasserstoffionenkonzentration wegen der damit verbundenen Aggressivität möglichst niedrig zu halten. Wie die Gleichung zeigt, werden die Karbonate in Chloride verwandelt. Bei hohen Karbonathärten tritt zwangsläufig eine beschleunigte Salzkonzentration des Kühlwassers, d. h. ein erhöhter Wasserverlust durch Entsalzen ein.

Ein anderes in den letzten Jahren häufig angewandtes Verfahren ist die Vorbehandlung des Kühlwassers mit Kalkhydrat. Dieses Verfahren beruht auf der chemischen Umsetzung des Kalziumhydroxyds mit den gelösten Bikarbonaten im Wasser. Die Umwandlung geht nach folgender Gleichung vor sich



Dasselbe gilt sinngemäß für das Magnesiumbikarbonat. Das Kalziumhydroxyd wird dem Wasser in gesättigter Lösung zugeführt. Die Umsetzung verläuft nicht restlos. Es bleibt eine Restkarbonathärte von 1 ÷ 2° d bestehen.

Impfen des Kühlwassers mit Natriumhexametaphosphat zur Verhinderung des Steinansatzes.

In jüngster Zeit hat ein Verfahren für die Impfung von Kühlwasser Eingang gefunden, das in Amerika unter dem Namen »Schwellenbehandlungsverfahren« bekanntgeworden ist. Die Anwendung des Natriumhexametaphosphats zur Verbesserung des Wassers ist an sich nicht

neu; es ist schon seit Jahrzehnten in der Textilindustrie üblich. Der Vorgang, unter welchem sich die Schutzwirkung des Natriumhexametaphosphats bei der Impfung des Kühlwassers abspielt, ist noch nicht genau bekannt, man glaubt aber zu folgender Annahme berechtigt zu sein: Die sich in statu nascendi bildenden Kristallkeime der Karbonate adsorbieren die Metaphosphatteilchen. Dadurch wird den Karbonatkristallkeimen die Möglichkeit genommen, sich zu Kristallverbänden zusammenzuschließen und sich an den Kühlflächen anzusetzen. Damit nun das Metaphosphat diese Schutzwirkung ständig ausüben kann, muß immer ein Überschuß davon im Wasser vorhanden sein. Praktische Versuche haben bisher ergeben, daß eine Zugabemenge von 2 ÷ 3 g/m³ an Metaphosphat zum Zusatzwasser genügt, um mit Sicherheit die Schutzwirkung zu erreichen.

Eine außerordentlich wichtige Rolle spielt bei der Behandlung des Wassers mit Metaphosphat die Temperatur, die keinesfalls 80° C überschreiten soll. Aus Sicherheitsgründen läßt man im allgemeinen nur 60° C zu. Oberhalb einer Temperatur von 80° C hört die Schutzwirkung des Metaphosphats auf, da es sich plötzlich in Orthophosphat umsetzt und die vorher durch Metaphosphat isolierten Kristallkeime frei werden. Sie können wieder wachsen, wobei sie sich zu Kristallverbänden zusammenschließen.

Die beiden folgenden Schaubilder sollen den Zusammenhang zwischen dem Ausscheiden von Kalziumkarbonat und der vorhandenen Bikarbonathärte bei Temperaturen von 40° C und 80° C veranschaulichen. Der besseren Übersicht wegen sind die Bezeichnungen der Ordinate und Abszisse in °d Härte angegeben. Beide Darstellungen zeigen Kurven für unbehandeltes und mit einem Zusatz von 2 g/m³ Metaphosphat versehenes Wasser.

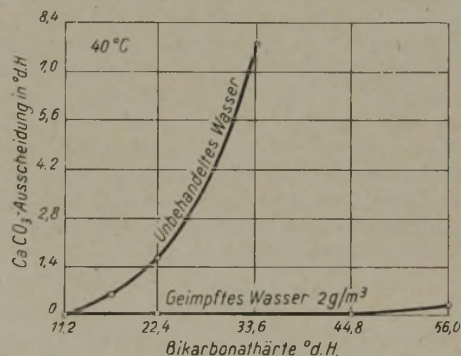


Abb. 1. CaCO₃-Ausscheidung im Verhältnis zur Bikarbonathärte bei 40° C.

Aus Abb. 1 ist zu entnehmen, daß das Wasser bis zu einer Temperatur von 40° C erhitzt wurde. Die Kurve des unbehandelten Wassers verläuft ziemlich steil. Bei einer Härte von 33,6° d fallen bereits 7,9° d Härte an Karbonaten aus. Bei dem mit Metaphosphat behandelten Wasser beginnt bei einer Bikarbonathärte von 44,8° d langsam Karbonat auszufallen und erreicht bei einer Bikarbonathärte von 56° d den Wert von nur 0,3° d. Die Schutzwirkung hört demnach bei einer Impfung mit 2 g/m³ Metaphosphat bei einer Bikarbonathärte des Wassers von 44,8° d auf.

Abb. 2 veranschaulicht dasselbe wie die Abb. 1, jedoch für eine Temperatur von 80° C. Die Kurve für unbehandeltes Wasser läßt erkennen, daß bei einer Bikarbonathärte des Wassers von 33,6° d bereits 16° d als Kalziumkarbonat, d. h. 50% der Bikarbonathärte ausfallen. Die Kurve für vorbehandeltes Wasser zeigt, daß bei 16,8° d und einer Temperatur von 80° C die Schutzwirkung des Metaphosphats bei steigender Bikarbonathärte langsam nachläßt.

Durch die Zugabe des Metaphosphats zum Kühlwasser wird nicht nur der Steinansatz verhindert, sondern

selbst bei einer so geringen Zugabemenge werden alte Steinablagerungen allmählich entfernt. Auf diese Erscheinung soll noch näher eingegangen werden.

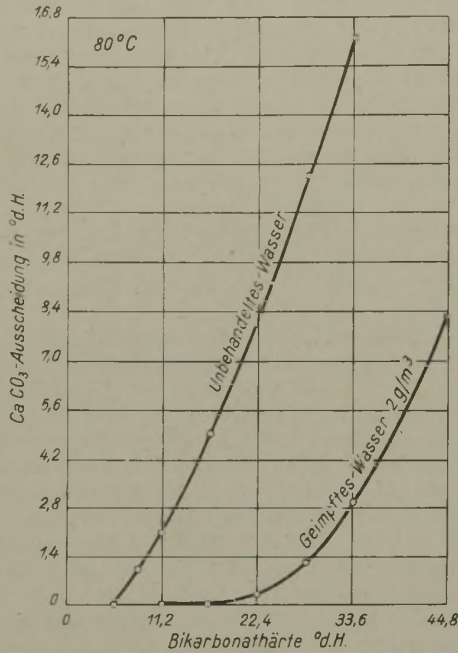


Abb. 2. CaCO₃-Ausscheidung im Verhältnis zur Bikarbonathärte bei 80° C.

Das Verfahren der Impfung mit Metaphosphat hat gegenüber den anderen den nicht zu unterschätzenden Vorzug, daß es keiner besonderen Anlage bedarf. Eine einfache Dosierungsvorrichtung gibt die in einem Anrichtebehälter befindliche Metaphosphatlösung über ein Schwimmerventil zu den Schöpfbechern frei. Die Schöpfbecher werden durch eine Kippschale betätigt, die ihrerseits ihr Arbeitswasser entsprechend dem Wasserzusatz über ein Wasserschloß zugeführt bekommt. Das Metaphosphat wird auf diese Weise dem Zusatzwasser dosiert zugeführt und gelangt so über die Kühlwasserpumpe in den Kondensator und von dort auf den Kaminkühler.

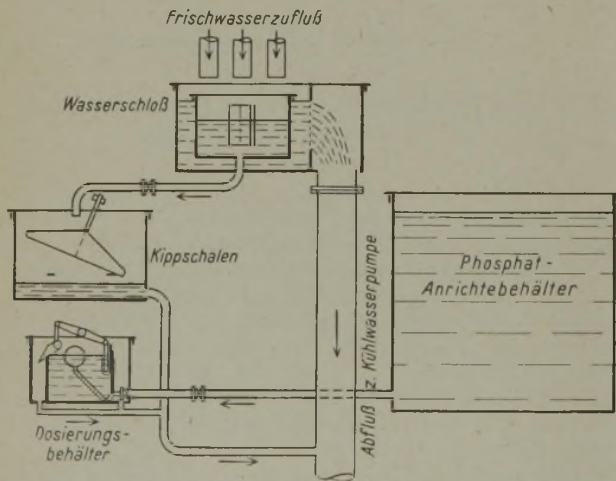


Abb. 3. Impfeinrichtung.

Abb. 3 gibt schematisch die Dosierungseinrichtung wieder, die in einem Impfhäuschen (Abb. 4) untergebracht ist. Dieses wurde auf den bereits vorhandenen Luftansaugraum eines Turbokompressors aufgebaut.

Mitte 1940 hat man auf einer Schachanlage das Impfen des Kühlwassers mit Metaphosphat für die Kondensatoren der Turbokompressoren eingeführt. Vor Beginn des Impfens wurden die Kondensatoren zur Entfernung des vorhandenen

Steinansatzes mit Salzsäure chemisch gereinigt. Der Stein hatte eine Stärke von durchschnittlich 2 mm. Das Natriumhexametaphosphat wurde durch die geschilderte Dosierungseinrichtung in einer Menge von 3 g/m³ Zusatzwasser zugegeben. Nach Erreichung des Beharrungszustandes im umlaufenden Kühlwasser betrug der Gehalt an Phosphaten im Mittel:

Zahlentafel 1.

Gesamt P ₂ O ₅ mg/l	Ortho P ₂ O ₅ mg/l	Meta P ₂ O ₅ mg/l
1,5 ÷ 1,0	1,0 ÷ 0,75	0,5 ÷ 0,25

Während der Beobachtungszeit betragen die Härten und Chlorionen im Roh- und umlaufenden Kühlwasser:

Zahlentafel 2.

Art des Wassers	H °d	HK °d	HNK °d	Cl' mg/l	p Alkalität cm ³ /100 cm ³	m Alkalität cm ³ /100 cm ³
Rohwasser	7	3	4	60 ÷ 70	—	1,1
Kühlwasser	60 ÷ 29	14 ÷ 7,5	46 ÷ 21,5	497 ÷ 195	0,6 ÷ 0,2	5,5 ÷ 2,7

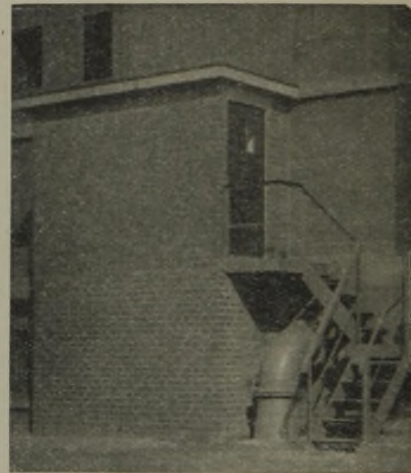


Abb. 4. Impfhäuschen.

Beobachtung der Kondensatoren und Auswirkung der Impfung mit Natriumhexametaphosphat.

Zur Beobachtung des Kühleffektes wurden besonders sorgfältig die Ein- und Austrittstemperaturen des Kühlwassers am Kondensator und die Kondensattemperaturen gemessen. Bei der Inbetriebnahme der Maschine nach der Reinigung mit Salzsäure betrug der Temperaturunterschied zwischen Kühlwasserein- und Kühlwasseraustritt 12° C, der des Kühlwasseraustritts und Kondensats 4° C. Nach einer Betriebszeit von 1000 h fiel der Temperaturunterschied zwischen Kühlwasserein- und Kühlwasseraustritt auf 10° C, während gleichzeitig der zwischen Kühlwasseraustritt und Kondensat auf 6° C anstieg.

Diese Tatsache deutete auf ein Nachlassen der Kühlwirkung hin. Es entstand die Frage, ob sich in der kurzen Zeit von 1000 Betriebsstunden trotz der Impfung mit Metaphosphat in den Kondensatorrohren bereits Kalziumkarbonat angesetzt hatte, das eine derartige Wärmestauung hervorrief. Um hierüber Klarheit zu bekommen, entnahm man dem Kondensator eines Turbokompressors aus dem oberen Teil ein Kühlrohr, von dem man Stücke in der Längsrichtung halbierte, so daß eine untere und obere Rohrhälfte entstand.

In dem oberen Drittel der Rohroberfläche waren noch Steinschalenreste von dem alten Steinansatz vorhanden; sie waren durchweg locker und ragten schon beim Öffnen der Mannlöcher in den freien Raum des Kondensators (Abb. 5a). Die Schalenreste, die nur in den oberen Rohrpartien angetroffen wurden, konnten anscheinend wegen der Kürze

der Zeit, die für die chemische Reinigung vor Einführung des Impfverfahrens mit Metaphosphat zur Verfügung stand, nicht gelöst werden. Trotzdem nach dem Säuern die Rohre des Kondensators gestoßen wurden, blieben in den oberen Rohren die noch fest anhaftenden Schalen sitzen.

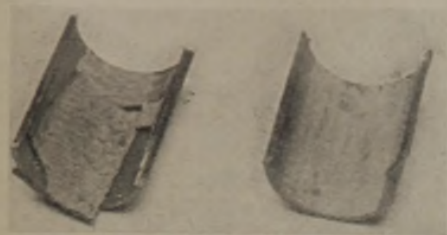


Abb. 5a.

Abb. 5b.

Abb. 5a. Abgesprengte Steinschalen.

Abb. 5b. Niederschlag von CaCO_3 und $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

In den unteren Rohrhälften zeigte sich auf der rauhen Rohroberfläche ein feiner, locker aufsitzender Niederschlag (Abb. 5b). Aus dessen müheloser Entfernung konnte man eindeutig schließen, daß es sich bei den Ablagerungen nicht um kristallinisches Kalziumkarbonat handelte, denn dieses haftet auch als hauchdünner Überzug fest auf der rauhen Rohroberfläche, mithin konnte der Niederschlag nicht die Ursache der Wärmestauung allein sein.



Abb. 6. Steinansatz vor der chemischen Reinigung mit Salzsäure.

Zum Vergleich zeigt Abb. 6 den Steinansatz in einem Rohrstück des Kondensators vor der chemischen Reinigung mit Salzsäure. Bei näherer Betrachtung der Schalenreste in den übrigen Rohren sah man deutlich, daß durch Ecken und Übereinanderschieben derselben eine merkliche Querschnittsverengung eingetreten war, wodurch der Kühleffekt wesentlich herabgesetzt wurde. Um die Zusammensetzung des Niederschlages festzustellen, nahm man eine chemische Untersuchung vor. Diese zeigte, daß der Niederschlag aus Kalziumkarbonat und Phosphat bestand. Die mikroskopische Untersuchung ergab das Fehlen der sonst eindeutigen kristallinen Struktur des Kalziumkarbonats. Abb. 7 gibt einen Dünnschliff des Steinansatzes wieder,

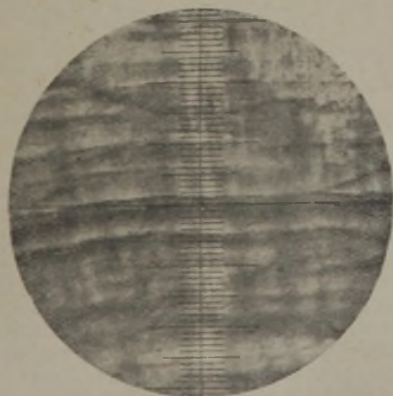


Abb. 7. Dünnschliff des Steinansatzes bei nichtgeimpftem Wasser, $200 \times$. 1 Teilstrich = $5,5 \mu$.

der sich vor dem Impfen mit Metaphosphat aus dem Kühlwasser ausgeschieden hatte. Deutlich sieht man die schichtenweise erfolgte Ablagerung der feinsten Kalziumkarbonatkristalle. Abb. 8 zeigt die Ablagerungen auf den unteren rauhen Rohrgewölben. Hier fehlt die ausgeprägte kristallinische Struktur, die Schutzwirkung des Metaphosphats hat eingesetzt. Außerdem war in dem Niederschlag Trikalziumphosphat vorhanden. Die Ursache des nachträglichen Lösens der Schalen muß demnach in der Anwesenheit des Trikalziumphosphats zu suchen sein.

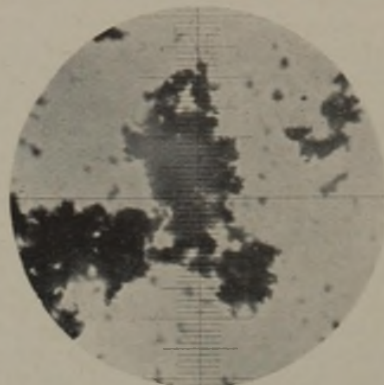
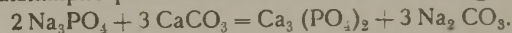


Abb. 8. Ablagerung von $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ während des Impfens mit $(\text{NaPO}_3)_6$, $200 \times$. 1 Teilstrich = $5,5 \mu$.

Die bisherige Auffassung über die schützende Wirkung des Metaphosphats in diesen geringen nicht stöchiometrisch im Verhältnis zu den Bikarbonathärten bemessenen Mengen ging allgemein dahin, daß die zu schützende Wirkung nur physikalischer Natur sei. Es scheinen sich aber nach den vorgenommenen Untersuchungen, wenn auch in geringem Umfange, eine Reihe chemischer Reaktionen abzuspielen. Die Untersuchungen hierüber sind noch nicht abgeschlossen. Zu gegebener Zeit soll auch hierüber berichtet werden.

Aus der Zahlentafel 1 ist zu entnehmen, daß sich der P_2O_5 -Überschuß aus Ortho- und Metaphosphat zusammensetzt. Gleichzeitig erkennt man aus der Zahlentafel 2, daß im Kühlwasser ein p-Wert bis zu 0,6 vorhanden war, ein Zeichen dafür, daß das Metaphosphat langsam in Orthophosphat übergeht.

Aus der Umsetzungsgleichung $(\text{NaPO}_3)_6 + 2 [\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2] = \text{Na}_2(\text{Ca}_2\text{P}_6\text{O}_{18}) + 4 \text{NaHCO}_3$ geht hervor, daß sich bei der chemischen Umsetzung mit Kalziumbikarbonat auch Natriumbikarbonat bildet. Dieses geht allmählich unter Abgabe von CO_2 in Natriumkarbonat über. Da die Soda zu 50% dissoziiert, verbindet sie sich mit dem Orthophosphat zu Trinatriumphosphat. Das Gleichgewicht wird wiederhergestellt, indem sich von neuem Natriumbikarbonat bildet. Das im Kühlwasser vorhandene Trinatriumphosphat setzt sich chemisch mit dem Kalziumkarbonat (Steinansatz) um. Es entsteht dabei Trikalziumphosphat und Soda nach der Gleichung



Das sich durch die chemische Umsetzung in dem Steinansatz bildende $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ übt in dem Ansatz eine Sprengwirkung aus, die auf dem unterschiedlichen Molekularvolumen des kristallisierten CaCO_3 und $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ beruht. Diese an sich erwünschte Eigenschaft, den Stein mechanisch zu lösen, kann aber sehr lästig werden, da in Kühlsystemen, die nicht oder nur unvollkommen vor Anwendung der Metaphosphatimpfung gereinigt worden sind, Kreislaufstörungen auftreten können. Damit dürfte die nachträgliche Absprengung des Steinansatzes ihre Erklärung gefunden haben. Während der ganzen Zeit betrug die Wasserstoffionenkonzentration $\text{pH} = \pm 8$. Dieser pH -Wert liegt schon im schwach alkalischen Gebiet und bietet dadurch zwar einen leichten, aber nicht zu unterschätzenden Korrosionsschutz.

Aus der vorstehenden Betrachtung ist demnach zu ersehen, daß es bei Verwendung eines mit Metaphosphat geimpften Kühlwassers möglich sein wird, eine steinfreie Kühlfläche, also praktisch eine blanke Metalloberfläche zu erhalten. Dies bedeutet allerdings in vielen Fällen eine erhöhte Korrosionsgefahr. Die Kaminkühler oder Gradierwerke sind meistens allseitig offen. Die beim Kühlen durch den Auftrieb angesaugte Luft wird beim Durchstreichen der Berieselungen vollständig von dem mitgebrachten Staub oder den aus Rauchgasen stammenden Rußteilchen befreit. Die Staub- und Rußteilchen schlagen sich im Kühlwasser nieder. Die größeren Anteile sowie die im Laufe der Zeit zu Konglomeraten zusammengeschlossenen feinsten Kalziumphosphatausscheidungen fallen als Bodenkörper an ruhigen Stellen des Kühlteiches nieder. Die Rußteilchen dagegen bleiben wegen ihres durch Auflockerung niedrigen Volumengewichts und der Neigung, sich feinst zu verteilen, im Schwebzustand. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Elektrolyten, die im Kühlwasser infolge der Einengung des Wassers stets in geeigneter Form vorhanden sind, ist der Ruß als amorpher Kohlenstoff ein aktiver Zerstörer des Werkstoffes der Kühleinrichtungen. Die Kohlenstoffteilchen wandern mit dem Kühlwasser, setzen sich in die von Korngrenzen und Grenzflächen gebildeten Kapillaren fest und bilden mit den Metallen der Kühleinrichtung Lokalelemente. Durch die Kapillarwirkung ist in deren Umgebung das gelöste Elektrolyt in Ruhe. Das Potential des Lokalelements kann sich demnach ungehindert auswirken und zu örtlichen Korrosionserscheinungen führen. Demnach müssen die in das Wasser hineingeratenen Fremdkörper dem Kreislauf entzogen werden, was am zweckmäßigsten durch Filterung des Kreislaufwassers in einem Kiesfilter geschieht.

Die Filterung der gesamten im Umlauf befindlichen Wassermengen würde natürlich große Filterquerschnitte erfordern. Es genügt aber vollkommen, wenn man jeweils einen Teilstrom filtert und so in einem gewissen Zeitabschnitt die gesamten Wassermengen einmal durch-

filtert. Das Verfahren der Teilfilterung darf ohne Bedenken angewandt werden, da es sich um geringe Stoffmengen handelt.

Bei der Versuchsanlage wurde ein Filter mit einer Leistung von $15 \text{ m}^3/\text{h}$ aufgestellt. Dem Filter (Abb. 9) wird ein Teilstrom des zu kühlenden Wassers aufgegeben, nach dessen Verlassen es in den Kühlteich abfließt. Da der Inhalt der Kühlteiche 2000 m^3 beträgt, wird das gesamte Umlaufwasser innerhalb einer Woche einmal durchgefiltert. Der Siebboden ist mit Quarzkies in einer Korngröße von $1,5 \div 2 \text{ mm}$ belegt. Von Zeit zu Zeit wird das Filter durch Verwendung von Preßluft und Wasser durchgespült und somit die Kiesschicht gereinigt.

Kosten des Verfahrens.

Die Kosten der Kühlwasserbehandlung zur Verhütung des Karbonatsteinansatzes durch das Impfverfahren mit Natriumhexametaphosphat sind sehr gering. Im Gegensatz zu fast allen anderen Verfahren wird, abgesehen von dem Filter, das nicht zwangsläufig durch das Verfahren bedingt ist, kaum eine größere Vorrichtung benötigt. Eine einfache Dosierungseinrichtung genügt, um den gleichmäßigen Zusatz des Chemikals zu gewährleisten.

Die analytische Überwachung des Verfahrens ist einfach. Sie erstreckt sich auf die für den Betrieb leicht durchzuführenden Härte- und Phosphatbestimmungen. Im allgemeinen kommt man mit einem Zusatz von 3 g Natriumhexametaphosphat je m^3 Frischwasserzusatzen aus. Bei einem Preis von $1,50 \text{ RM/kg}$ Natriumhexametaphosphat würde bei einer Dosierung von $2 \div 3 \text{ g/m}^3$ eine zusätzliche Belastung von $0,30 \div 0,45 \text{ Pf. m}^3$ Frischwasserzusatzen eintreten. Auf der anderen Seite aber steht der große Gewinn der vollkommen sauberen Kondensatoren mit hohem Vakuum und der damit zwangsläufig verbundene geringe Dampfverbrauch der Turbomaschinen.

Zusammenfassung.

Unter Berücksichtigung der bisher gebräuchlichsten Verfahren zur Kühlwasserreinigung wird eine in Deutschland noch wenig bekannte und angewandte Arbeitsweise, das Impfen des Kühlwassers mit Natriumhexametaphosphat, auf Grund der im Betriebe einer Ruhrzeche gemachten Erfahrungen beschrieben. Die hierbei erzielten Vorzüge sind steinfreie Kondensatoren, hoher Kühleffekt, niedrigster spezifischer Dampfverbrauch und höchste Maschinenleistung. Die Anwendung des Verfahrens ist denkbar einfach.

Das Verfahren der Impfung mit Natriumhexametaphosphat hat für die Zukunft nicht nur für die Kondensationsanlagen, sondern überhaupt für sämtliche Kühlsysteme der Industrie große Bedeutung und wird daher weitgehende Anwendung finden¹.

¹ In diesem Zusammenhang sei auf die in der Zeitschrift »Die Wärmeerscheinende Arbeit von Dr.-Ing. Schönaich (Mitteilung aus dem Forschungslaboratorium der Chemischen Fabrik Joh. A. Benckiser, Ludwigshafen) »Die Wasseraufbereitung nach dem Schwellenbehandlungsverfahren« verwiesen.

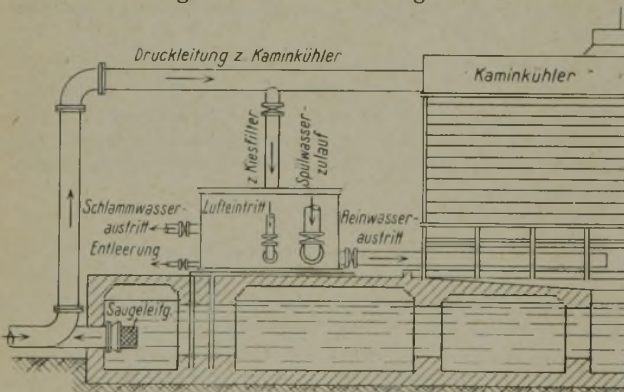


Abb. 9. Filter zum Entfernen der groben Niederschläge aus dem Kühlwasserkreislauf.

U M S C H A U

Steinkohlenteererzeugnisse als Korrosionsschutz in Bergbaubetrieben.

Von Dipl.-Ing. G. Deubner, Essen.

Die häufig in stärkstem Maße angreifenden Dämpfen und Wässern ausgesetzten Bauwerke der Bergbaubetriebe erfordern als Schutz gegen baldige Zerstörung zuverlässige Vorkehrungen. Es ist naheliegend, hierfür geeignete Steinkohlenteererzeugnisse zu verwenden, die hervorragend widerstandsfähig und preiswert sind und zudem ein aus der eigenen Gewinnung hergestelltes Erzeugnis darstellen. Um so überraschender ist die Feststellung, daß in vielen Industriebetrieben Steinkohlenteererzeugnisse als Anstrichmittel durchaus nicht die verdiente Beachtung finden. Zu

einem großen Teil mag diese Einstellung auf Erfahrungen beruhen, die man früher mit rohem Steinkohlenteer gemacht hat. Rohteer ist wegen seines Wassergehaltes sowie der in ihm enthaltenen sauren Bestandteile als Anstrichmittel ungeeignet. Er ergibt einen klebrigen, wasserdurchlässigen Film. Obwohl Rohteer als Anstrichmittel kaum noch Verwendung finden dürfte — was zudem behördlich verboten ist —, wirken die früher mit ihm erzielten ungünstigen Ergebnisse immer noch nach.

Als Anstrichmittel auf Steinkohlenteergrundlage kommen wohl ausschließlich Steinkohlenteerweichpeche zur Anwendung, gegebenenfalls unter Zusatz von mehligartigen oder faserigen Füllstoffen. Die Stoffe werden nach Aufschmelzen heiß aufgebracht oder durch Zugabe von Lösungsmitteln kalt verarbeitbar gemacht.

Für den Anstrich von Eisenteilen dienen im allgemeinen Pechlösungen, kurz Eisenlack genannt. Sie ergeben dichte, gleichmäßige und gutdeckende Filme. Je nach der Art des Lösungsmittels unterscheidet man schnell-, mittel- und langsamtrocknende Eisenlacke. Schnelltrocknende Lacke werden mit Rücksicht auf die baldmögliche Ingebrauchnahme der damit überzogenen Teile gewählt; mittel- und langsamtrocknende Lacke liefern sehr zähe Filme, so daß sie für Teile, die dem Angriff des Wassers ausgesetzt sind oder in das Erdreich eingebaut werden, zu bevorzugen sind, vorausgesetzt, daß die Zeit zum Durchtrocknen des Films zur Verfügung steht.

Maßgebend für die Dauerhaftigkeit eines Eisenlackanstrichs ist neben der Dicke des Films vor allem die Beschaffenheit des Untergrundes. Selbstverständlich muß an die Rostfreiheit des Anstrichgrundes die gleiche Forderung gestellt werden wie bei einem Ölanstrich; hiervon wird allerdings oft abgegangen in der wirtschaftlich abwegigen Annahme, daß ein hinsichtlich Stoff- und Lohnkosten billiger Anstrich auch nur geringere Anforderungen an die Reinheit des Untergrundes stellen darf.

Für die altbekannten Ölfarben und die neuen Kunstharzfarben besteht nach wie vor die Unterteilung in Grund- und Deckanstriche, wobei für die erstgenannten der Bleimennigeanstrich bisher das Feld behauptet hat. Auch für Teeranstriche ist zweifellos eine einfache, besser noch eine doppelte Bleimennigegrundierung sehr gut. Nach Schaper¹ haben sich bei den von der Deutschen Reichsbahn durchgeführten Versuchsreihen von den bituminösen und teerhaltigen Anstrichen am besten zwei Deckanstriche mit Eisenlack auf Teergrundlage auf einem Bleimennigeanstrich bewährt. Allerdings muß der Mennigeanstrich einige Wochen durchgetrocknet sein, bevor der Teerlack-Deckanstrich aufgebracht wird, da anderenfalls der Grundanstrich von dem Lösungsmittel des Deckanstrichs angelöst wird. Es gibt jedoch Sondermennigefarben, die schon nach einigen Tagen, ja Stunden, überstrichen werden können.

Gerade für die Gegenwart sind jedoch die Erfahrungen bedeutsam, die mit Anstrichen auf Teergrundlage ohne Mennigevoranstrich vorliegen. Um Vergleiche anstellen zu können, darf man jedoch die Voranstriche nicht einfach weglassen, sondern muß sie durch Teerlackanstriche ersetzen, so daß insgesamt drei bis vier Anstriche auszuführen sind. Hierbei hat es sich herausgestellt, daß bei vorliegender mechanischer Beanspruchung Anstrichmittel mit Füllstoffen vorzuziehen sind. Für den ersten Anstrich, der den Untergrund gut benetzen und somit eine zuverlässige Haftung des Films herbeiführen soll, ist ein ungefüllter dünnflüssiger Eisenlack zu verwenden. Anstriche, die der Sonnenbestrahlung ausgesetzt sind, führt man gleichfalls mit gefüllten Teeranstrichmitteln aus, bei denen die Neigung zur Ribbildung geringer ist. Man darf hierbei allerdings nicht in den Fehler verfallen, aus Unkenntnis oder Bequemlichkeit diese gefüllten Anstrichmittel dick aufzutragen; sie müssen vielmehr kräftig ausgestrichen werden, und die einzelnen Anstriche sollen vor Auftrag des nächsten durchtrocknen. Baubehörden des Reiches verwenden diese Anstrichmittel mit bestem Erfolg, z. B. für Stahlbauteile, Spundwände, Fahrzeuge und dergleichen.

Bei der Verwendung kaltstreichbarer Teeranstrichmittel für Betonbauteile ist noch der Vorzug beachtlich, daß solche Stoffe wegen ihrer großen Oberflächenspannung in einen porösen Untergrund tief eindringen und sich gut mit ihm

verankern; selbst feuchte, z. B. frisch entschaltete Betonbauteile können damit gestrichen werden, ohne daß eine spätere Blasenbildung oder ein Abblättern zu befürchten ist.

Kaltanstriche ergeben auch bei mehrfachem Auftrag nur einen Film von geringer Dicke. Er kann nur wirksam sein, wenn der Untergrund nicht zu rau ist, da er größere Löcher nicht zu überbrücken vermag. Kaltanstriche sollten deshalb für den Schutz tiefbaulicher Teile nur Verwendung finden, wenn es genügt, den frischen Beton eine Zeitlang vor dem Eindringen von Bodenwässern zu schützen, bis er genügend Widerstandsfähigkeit erlangt hat. Erneuerungen der Anstriche verbieten sich schon in Anbetracht der Kosten der Freilegung. Wo deshalb mit einigermaßen angreifenden Wässern zu rechnen ist, z. B. in der Nähe von Schlackenhalde, sollte unbedingt von Anfang an eine mehrere Millimeter dicke Schicht aus Heißstoff vorgesehen werden. Hierfür sind normale Weichpeche oder ungefüllte oder gefüllte Sondermassen zu verwenden, die bei Kälte nicht spröde werden und bei Wärme nicht ablaufen. Heißmassen schrecken beim Auftragen, im besonderen bei feuchtkaltem Witterung, ab; die Haftfestigkeit bleibt dann gering. Um eine gute Verbindung mit dem Betonuntergrund herbeizuführen, ist deshalb vor dem Auftragen der Heißmassen ein Voranstrich mit kaltflüssiger Vorstreichmasse zu empfehlen.

Gegen den Andrang des Grundwassers oder als Abdichtungen für Behälter genügen Anstriche nicht. Hierfür ist dann eine Ausführung nach DIN 4031 am Platze, die aus 3-4 Lagen Teerpappe als Dichtungsträger und einer entsprechend großen Anzahl von Heißanstrichen als Dichtungsschichten besteht. Dieses Verfahren hat z. B. bei der Berliner Untergrundbahn seit Jahren seine Bewährung erwiesen. Im Bauwerk auftretende Risse bis etwa 1 cm Breite werden von Pappdichtungen sicher überbrückt. Größere in Senkungsgebieten häufig vorkommende Verschiebungen bedürfen allerdings besonderer Maßnahmen.

Ein für Zechenanlagen gleichfalls wichtiges Sondergebiet umfaßt den Schutz erdverlegter Stahlrohre. Diese werden zwar in Deutschland von Röhrenwerk fertig mit der Schutzumwicklung versehen geliefert, so daß der Abnehmer der Sorge für deren Ausbildung entoben ist. Die Beanspruchungen, die an erdverlegte Stahlrohre heran treten und mithin auch die Schutzmaßnahmen gegen Korrosionen sind jedoch denen bei Behältern, Abzweigstücken usw. ähnlich. Bei dem großen Wert, den die erdverlegten Leitungen darstellen, hat man sich in Amerika schon sehr frühzeitig und gründlich mit dieser Frage befaßt. Den Steinkohlenteerzeugnissen wird hierbei die sehr gute Wasserdichtigkeit nachgerühmt¹, so daß »in Amerika meistens Rohrisolierungen aus Steinkohlenteer verwendet werden«². Umfangreiche Forschungsarbeiten haben auch in Deutschland in den letzten Jahren zur Entwicklung von Sondermassen auf Steinkohlenteergrundlage geführt; diese vereinigen in sich die günstigen Beständigkeitseigenschaften des Steinkohlenteerpechs mit guter Standfestigkeit bei Wärme und Schmiegsamkeit in der Kälte.

Aus den vorstehenden Ausführungen geht hervor, daß wir im Steinkohlenteerpech und den daraus hergestellten Erzeugnissen hochwertige Helfer für den Bautenschutz besitzen, deren Wert in den Kreisen der Verbraucher zweifellos noch keine genügende Anerkennung gefunden hat.

¹ Deubner: Untersuchungen von Rohrschutzüberzügen durch Erd-einbettung, Gas- und Wasserfach 83 (1940) S. 65.

² Eisenstecken: Stand unserer Kenntnisse über die Korrosion und den Korrosionsschutz von Eisen und Stahl, Stahl u. Eisen 60 (1939) S. 537.

PATENTBERICHT

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 21. November 1940.

81 e. 1493714. Josef Riester, Bochum-Dahlhausen. Ladegerät zum Rückverladen von Schüttgut. 4.10.40.

81 e. 1493785. Demag AG., Duisburg. Zweitrommelantrieb für Förderbänder. 11.10.40.

5 d. 1494174. Hermann Wingerath, Ratingen. Rohrverbindung, besonders für Blas- und Spülversatzrohrleitungen. 19.9.40.

10 b. 1494097. Franz Hesselbarth, Mannheim. Kohlenanzünder in Zylinderform. 19.7.40.

10 b. 1494110. Heinrich Jansen, Krefeld. Feueranzünder. 30.8.40.

10 b. 1494116. Erich Schumm, Stuttgart. Feueranzünder aus Hexametylentetramin und einem dessen Verbrennung fördernden Grundstoff. 18.9.40.

10 b. 1494153. Curt Preußner, Dresden-A. 1. Dauer-Kohlenanzünder. 9.7.40.

81 e. 1494055. Wilhelm Holte, Düsseldorf. Verbindhaken für Transportbänder. 15.10.40.

81 e. 1494069. Walter Biesel, Leipzig W 33. Bandfördereranlage, besonders für den Untertagebetrieb o. dgl. Zwecke. 2.1.39.

81 e. 1494113. Gelsenkirchener Bergwerks-AG., Essen. Schüttelrutschenverbindung. 10.9.40.

81 e. 1494130. Fritz Liß, Gelsenkirchen-Buer 6. Sicherheits-Zughaken für Förderwagen. 23.10.40.

Patent-Anmeldungen¹

die vom 21. November 1940 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 40. P. 78803. Erfinder, zugleich Anmelder: Kai Petersen, Buddinge Vaerk, Søborg bei Kopenhagen. Vorrichtung zur Behandlung von Müll und ähnlichen Abfällen. 8.3.39. Großbritannien 23.3. und 29.12.38.

5d, 12. E. 52643. Erfinder: Otto Cuylen, Bochum. Anmelder: Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Ladevorrichtung. 6.6.39.

10a, 3. M. 146557. Erfinder, zugleich Anmelder: Wilhelm Müller, Berlin. Liegender Entgasungssofen für Steinkohle. 25.11.39.

10a, 11/10. K. 146850. Erfinder: Paul v. Ackeren, Essen. Anmelder: Heinrich Koppers GmbH., Essen. Einrichtung zum Einführen verdichteter Kohlekuchen in Horizontalkammer-Verkokungsöfen. 11.6.37. Österreich.

10a, 11/10. K. 152681. Erfinder: Dr.-Ing. e. h. Heinrich Koppers, Essen. Anmelder: Heinrich Koppers GmbH., Essen. Beschickungseinrichtung für verdichtete Kohlekuchen. 8.12.38.

10a, 17/01. K. 150891. Erfinder: Dr.-Ing. e. h. Heinrich Koppers, Essen. Anmelder: Heinrich Koppers GmbH., Essen. Koklschwagen 7.6.38.

10a, 18/01. J. 63353. Erfinder: Dr. Hans Bähr, Ludwigshafen (Rhein), und Dr. Hans Joachim Waldmann, Bad Dürrenberg. Anmelder: I. G. Farbenindustrie AG., Frankfurt (Main). Verfahren zur Gewinnung von Teer und festem Schmelzkoks; Zus. z. Anm. J. 61317. 31.12.38. Protektorat Böhmen und Mähren.

81e, 2. S. 137245. Erfinder: Dr.-Ing. Erich Wagner und Herbert Sehlbach, Wuppertal-Barmen. Anmelder: Herbert Sehlbach, Wuppertal-Barmen. Förderband. 27.5.39. Protektorat Böhmen und Mähren.

81e, 9. T. 42789. F. Tacke Maschinenfabrik KG., Rheine. Elektrorolle für Förderbänder u. dgl. 19.7.38.

81e, 51. B. 188008. Erfinder: Ernst Siegfried, Mannheim-Feudenheim, Albert Müller und Friedrich Orth, Mannheim. Anmelder: Brown, Boveri & Cie. AG., Mannheim-Käfertal. Mit Gefälle einander zugeordnete Schwingförderrohre. 13.7.39.

81e, 57. E. 53663. Erfinder: Dr.-Ing. Arno Rodehüser, Bochum. Anmelder: Gebr. Eickhoff, Maschinenfabrik und Eisengießerei, Bochum. Schüttelrutschenverbindung. 27.5.40. Protektorat Böhmen und Mähren.

Deutsche Patente.

(Von dem Tage, an dem die Erteilung eines Patentes bekanntgemacht worden ist, läuft die fünfjährige Frist, innerhalb deren eine Nichtigkeitsklage gegen das Patent erhoben werden kann.)

1a (12₁₀). 698125, vom 25.3.38. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. *Vorrichtung zum Waschen von Erz u. dgl.* Erfinder: Dipl.-Ing. Gerhard Linke in Magdeburg. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Die Vorrichtung hat, wie bekannt, einen trog- oder muldenartigen Behälter oder mehrere solche Behälter, die innen an ihrer Wandung mit Armen versehen sind, zwischen welche die Schlagarme von in den Behältern umlaufenden, in der Längsachse der Behälter liegenden Walzen greifen. Gemäß der Erfindung werden zur Vermeidung eines besonderen Antriebs für die Walzen die Behälter quer zur Längsachse in Kreis- oder Ellipsenschwingungen versetzt und sind die Wellen der Walzen an den Stirnwänden der Behälter in spannungslosen Gummiringen gelagert. Infolge der Kreis- oder Ellipsenschwingungen werden die Walzen entgegengesetzt zum Schwingungssinn der Behälter selbsttätig in Drehung versetzt. Die Gummiringe können mit einer schlauchartigen, sich in das Innere der Behälter erstreckenden Verlängerung versehen sein, die in eine Wulst ausläuft und die Welle fest umspannt. Zwischen der Welle und der Verlängerung der Ringe kann dabei ein Gleitring angeordnet sein, der drehbar in einer Ringnut der Welle liegt.

1c (8₀₁). 698221, vom 7.5.39. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Fried. Krupp Grusonwerk AG. in Magdeburg-Buckau. *Verfahren zur Schwimmaufbereitung oxydischer Erze.* Erfinder: Dr. mont. Josef Pöpperle in Magdeburg.

Bei der Aufbereitung werden Schwimmmittel verwendet, die aus ungesättigten Fettsäuren in der Weise hergestellt sind, daß diese Säuren in Gegenwart von Wasserstoffionen mit Lösungen von sauren Metallverbindungen erwärmt werden. Die Schwimmmittel, die allein oder zusammen mit bekannten Schwimmmitteln verwendet werden können, ermöglichen eine wesentlich größere Anreicherung der Konzentrate.

5c (11). 698223, vom 21.5.39. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Emil Altmann in Oberhausen-Sterkrade, Willi Bosüner und Josef Helbl in Duisburg-Hamborn. *Anordnung einer neben dem Ausbauschaleisen parallel verschiebbar gelagerten Fangschiene.*

Um das Vorfänden beim Abbau mit Hilfe einer am Ausbauschaleisen verschiebbaren Fangschiene unter Anwendung der für den Ausbau üblichen Stempel zu er-

möglichen, ist die Fangschiene an beliebiger Stelle des senkrecht zum Abbaustoß liegenden Schaleisens in lösbar befestigten besonderen Haltern gelagert. In diesen läßt sich die Fangschiene in Richtung zum Stoß verschieben. Die Schiene wird von Zeit zu Zeit weiter in das Feld vorgeschoben, bis der Abstand des Stoßes von der vorderen Stempelreihe etwa einer Feldbreite entspricht und ein neuer Ausbau mit der vorgeschobenen Schiene fertiggestellt werden kann. Die Halter können aus einem etwa U-förmigen, die Fangschiene umfassenden Bügel bestehen, der eine mit zwei gegeneinander versetzten, den Fuß des Schaleisens umfassenden Haken versehene Platte hat.

10a (12₀₁). 698225, vom 4.4.37. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Heinrich Koppers GmbH. in Essen. *Planierlochverschluß für die Türen von Horizontal-kammeröfen zur Erzeugung von Gas und Koks.* Erfinder: Dr.-Ing. e. h. Heinrich Koppers in Essen. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Der Verschluß hat einen mit der Tür der Ofenkammern gelenkig verbundenen, mit einem stopfenartigen feuerfesten Futter versehenen Körper, dessen Futter in das Planierloch eingreift. Zur gelenkigen Verbindung des Körpers mit der Tür dienen aufwärts schwenkbare Hebel und ein über den Körper greifender Schließhebel. Beim Aufwärtsschwenken der Hebel wird der Körper, ohne seine Lage zur Senkrechten zu ändern, zunächst aus dem Planierloch zurückgezogen und dann aus dessen Bereich aufwärts bewegt. Der mit dem stopfenartigen Futter in das Planierloch eingreifende Körper verhindert einen Temperaturabfall in der durch die Tür verschlossenen Ofenkammer durch das Planierloch praktisch vollkommen, so daß sich nachteilige Ansätze und Verkrustungen in dem Planierloch und an dessen Verschluß nicht bilden können. Die Gefahr, daß sich beim Herausklappen des Körpers dessen Futter aus seiner Lage bewegt und lockert, wird durch die geschützte gelenkige Verbindung des Körpers mit der Tür vermieden.

35a (9₁₀). 698295, vom 25.4.37. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Karl Ruhl in Unna-Königsborn. *Vorrichtung zum Anhalten der auf den Förderkorb aufgeschobenen Förderwagen.* Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

In dem Ablaufgleis für die aus dem Förderkorb rollenden Förderwagen ist eine Sperrvorrichtung vorgesehen, die in Abhängigkeit von der Aufschiebevorrichtung bewegt wird. Die Sperrvorrichtung fängt die Wagen, die durch die auf den Förderkorb geschobenen Wagen aus dem Förderkorb gestoßen werden, auf. Sie ist in einer solchen Entfernung vom Schacht angeordnet, daß die aus dem Förderkorb gestoßenen Wagen den Anschlag für die aufgeschobenen Wagen bilden. Beim Zurückziehen des Aufschiebestößels wird die Sperrvorrichtung geöffnet. Die im Ablaufgleis vorgesehene Sperrvorrichtung kann durch einen Preßluftzylinder bewegt werden, der sie aufrichtet, niederlegt und federnd auffängt. Mit der Sperrvorrichtung kann durch eine Zugstange ein Mitnehmer, der die aus dem Förderkorb gestoßenen Förderwagen aus dem Profil des Schachtes drückt, so gelenkig verbunden werden, daß er bei Vorhandensein einer Schwingbühne deren Schwingungen mitmacht. Falls das Ablaufgleis für die Förderwagen waagrecht liegt, wird mit der Wagensperre ein Mitnehmer verbunden, der beim Öffnen der Sperre die Wagen aus dem Profil des Schachtes herauszieht und in Lauf setzt.

81e (22). 698213, vom 10.10.37. Erteilung bekanntgemacht am 3.10.40. Miag Mühlenbau und Industrie AG. in Braunschweig. *Einrichtung zum Beschicken von Trogförderern mit endloser Mitnehmerförderkette aus einem längs des Fördertroges verfahrbaren Bunker o. dgl.* Erfinder: Kurt Meinecke in Braunschweig. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Das zum Abziehen des Bunkerinhaltes dienende obere Trumm der Förderkette und ein, wie bekannt, bei jeder Stellung des Bunkers frei auf diesem Trumm aufliegender bandförmiger Deckel sind in zwei zueinander gleichlaufenden waagerechten Ebenen durch den unteren Teil des Bunkers frei hindurchgeführt. Das obere Trumm der Förderkette läßt sich beim Durchlaufen des unteren Teils des Bunkers aus seiner Bahn heben und über den in bekannter Weise als Abziehtisch ausgebildeten Boden des Bunkers führen. Dabei können die Förderkette und der Bunker getrennt oder gleichzeitig bewegt werden.

¹ In den Patentanmeldungen, die am Schluß mit dem Zusatz »Österreich« und »Protektorat Böhmen und Mähren« versehen sind, ist die Erklärung abgegeben, daß der Schutz sich auf das Land Österreich bzw. auf das Protektorat Böhmen und Mähren erstrecken soll.

81e (69). 698214, vom 17. 2. 39. Erteilung bekanntgemacht am 3. 10. 40. Maschinenfabrik Hartmann AG. in Offenbach (Main). *Schleuse mit Zellenrad an Luftförderanlagen für Schüttgut.*

Die beiden Seitenwände der Zellen des umlaufenden Zellenrades der Schleuse sind mit seitlich ausladenden stegartigen Winkelringen versehen, die an dem Rad Ringkammern bilden. Diese sind durch radiale Stege so unterteilt, daß sie nur an der Austragöffnung der Schleuse mit die Fortsetzung der Ringkammern bildenden Rinnen in Verbindung treten. Das infolge Undichtigkeiten in die Ringkammern tretende feinkörnige und staubartige Fördergut tritt aus den Kammern in die Rinnen und wird durch diese dem Fördergutstrom wieder zugeführt.

81e (84). 698159, vom 7. 1. 36. Erteilung bekanntgemacht am 3. 10. 40. Harald Krause in Berlin-Charlottenburg. *Schaufelmaschine.*

Die Rückwand der von umlaufenden Ketten frei pendelnd getragenen Schaufeln der Maschine, die bei der Aufwärtsbewegung der Schaufeln mit Führungen zusammenarbeitet, ist mit ihrem oberen Ende gelenkig an den Ketten befestigt. Die unteren Umlenkrollen der letztgenannten sind im Verhältnis zur Schaufellänge so klein, daß nur eine geringe Änderung der Schaufelneigung beim Umlauf der

Schaukeln um diese Rollen eintritt. Bei der Abwärtsbewegung der Schaufeln kommt deren Spitze mit einer Gleitbahn in Eingriff, die die Schaufeln in die für die Aufnahme des Gutes entsprechende Neigung überführt.

81e (143). 697551, vom 3. 12. 37. Erteilung bekanntgemacht am 19. 12. 40. Schwelmer Eisenwerk Müller & Co. in Schwelm. *Behälter für die Lagerung, besonders unterirdische, von leichtflüssigen Brennstoffen.* Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich. Erfinder: Ernst Merks in Schwelm und Walter Wiegmann in Berlin-Tempelhof.

In der, wie bekannt, von oben her in den unteren Teil des Behälters eingeführten Fülleitung des Behälters ist eine durch einen Schwimmer gesteuerte Drosselklappe o. dgl. angeordnet, durch die beim Heben des Schwimmers durch die aufsteigende Flüssigkeit am Ende des Füllvorganges in der Fülleitung oberhalb der Drosselklappe ein Druckanstieg erzeugt wird. Der Druckanstieg wird zum Bewegen eines in der Fülleitung vorgesehenen Absperrventils nutzbar gemacht. Zu dem Zweck kann auf der Fülleitung ein in einem Zylinder verschiebbarer Kolben o. dgl. vorgesehen sein, der durch den Flüssigkeitsdruck, z. B. mit Hilfe eines zweiarmligen Hebels, in die Absperrstellung bewegt wird.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 21–23 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Geologie und Lagerstättenkunde.

Ruhrgebiet. Kukuk, Paul: Eine neue Leitschicht in der unteren Fettkohle des Ruhrbezirks. Glückauf 76 (1940) Nr. 47 S. 649/54*. Beschreibung einer zwischen 10–60 m unterhalb Flöz Sonnenschein gelegenen geringmächtigen fossilführenden Kalksandsteinschicht. Fazielle Ausbildung, Flächenerstreckung und Bedeutung als Leitschicht für die untere Fettkohlengruppe.

Braunkohle. Blaschke, Erich: Braunkohlenvorkommen im Gebiete des ehemaligen polnischen Staates. Braunkohle 39 (1940) Nr. 43 S. 471/75 u. Nr. 44 S. 487/89*. Übersicht über die miozänen Braunkohlenvorkommen in dem seinerzeit zu Polen gehörenden alten deutschen Reichsgebiet und in Kongreßpolen. Hinweis auf ein östlich des oberschlesischen Kohlengebietes liegendes Vorkommen mesozoischer Braunkohle. Mögliche Braunkohlenvorkommen im südlichen Teil des ehemaligen polnischen Staates. Förderzahlen. Schrifttum.

Thiergart, Fr.: Pollenanalytische Untersuchungen von Ober- und Niederlausitzer Braunkohlen. Braunkohle 39 (1940) Nr. 43 S. 475/77. Mitteilung von Ergebnissen pollenanalytischer Untersuchungen an Muskauer Braunkohlen und eines Vergleichs der Pollendiagramme einiger Lausitzer Flöze beim Beginn und beim Aufhören der Flözbildung. Schrifttum.

Mädler, Karl: Haben die in der Braunkohle häufigen Blattreste wissenschaftlichen Wert? Braunkohle 39 (1940) Nr. 44 S. 483/87*. Zurückweisung der in neuerer Zeit aufgetauchten Zweifel an dem Wert der fossilen Blätterflore für die botanische Systematik. Beispiele dafür, daß besonders die Kutikularanalyse geeignet ist, die systematische Stellung fossiler Blätter sicher zu begründen. Bejahung der in der Überschrift gestellten Frage. Schrifttum.

Bergtechnik.

Allgemeines. Klein, Rudolf: Die Antimonitlagerstätte von Csucsom in Oberungarn. Berg- u. hüttenm. Mh. 88 (1940) Nr. 10 S. 123/28 u. Nr. 11 S. 134/37*. Geologische Verhältnisse und Erzinhalt. Bergbauführung, Aufbereitung und Betriebsergebnisse.

Abbau. Rellensmann: Die Gewährleistung der Betriebssicherheit beim Abbau von Steinkohlenflözen unter Eisenbahnen. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 40/55*. Der übertägige Bewegungs- und Spannungsverlauf beim Abbau von Steinkohlenflözen unter Eisenbahnen. Das sogenannte kritische Stadium, in dem die vom stehenden und laufenden Stoß des Abbaues ausgehenden Pressungen an einem Punkt der Schienen zusammentreffen und dadurch eine besondere Gefahr be-

dingen. Allgemeine Ausführungen über die Einwirkungen von Abbauen auf den Oberbau von Eisenbahnen, die Auswirkungen der verschiedenen Versatzarten und Abbauverfahren sowie über den Einwirkungseinfluß der petrographischen Eigenschaften der Deckschichten, der abgebauten Flözmächtigkeit und der Lagerungsverhältnisse. Hinweis auf die Nützlichkeit der Stoßlückenmessungen.

Sprengstoffbeförderung. Cars for transporting explosives. Information Circ. Bur. Min. Nr. 7115 (1940) 6S.* Beschreibung verschiedener Wagenbauarten für die Sprengstoffbeförderung in der Grube und ihrer stoßmildernden Puffer- und Kupplungsvorrichtungen.

Bewetterung. Novel device for collecting air samples in inaccessible places. Information Circ. Bur. Min. Nr. 7122 (1940) 2S.* Beschreibung einer Einrichtung zur Entnahme von Wetterproben an unzugänglichen Stellen, bestehend aus einer evakuierten Glasflasche mit zugegeschmolzenem Hals und einer Drahtbügel-Mausefalle, die an der gewünschten Stelle den Hals der Flasche abschlägt.

Schlagwetter. Ruff, Otto, und Paul Geselle: Das Verhalten von Steinkohlen bei Aufnahme und Abgabe von Methan. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940/41) S. 206/08*. Mitteilung von Untersuchungen, die zeigen, daß die Kohlen bei Aufnahme und Abgabe von Methan ihr Volumen prozentual der aufgenommenen Gasmenge verändern. Die Geschwindigkeit dieser Aufnahme und Abgabe kann je nach Struktur, Dichte und Restgehalt an Zellulose oder zelluloseähnlichen Stoffen verschieden sein. Auch Methan kann das Kohlengefüge auflockern und so Veranlassung zu einer schnelleren Entgasung geben. Als lösender Stoff wurde Zellulose gefunden.

Grubensicherheit. Fatalities caused by electric contacts in Alabama coal mines, 1925–39. Information Circ. Bur. Min. Nr. 7120 (1940) 20S.* Übersicht über die in den Jahren 1925–39 in den Gruben von Alabama eingetretenen Unfälle durch Berührung mit elektrischen Einrichtungen. Erörterung der Ursachen, Wiederbelebungsmaßnahmen und ihre Erfolge, Vorbeugungsmaßnahmen und Vorschriften.

Markscheidewesen. Drumm: Die Bedeutung der Blindschächte für Projektierung und Zulage. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 103/14*. Die Darstellung der Blindschächte auf den Rissen 1:2000 nach den Normen für Markscheidewesen. Behandlung der wesentlichen Gesichtspunkte beim Entwurf und Aufmessen der Blindschachtenanlagen an Hand zahlreicher Beispiele. Beispiel zur Erörterung der Frage, welche Darstellungen die Sonderzeichnungen von Blindschachtenanlagen auf den unteren Rändern der Hauptgrundrisse und Baurisse enthalten sollen. Schrifttum.

Neumann, Walter: Die geschichtliche Entwicklung der Längenfelder. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 66/93*. Die Längenfelder, die Grundlagen

¹ Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 RM für das Vierteljahr zu beziehen.

ihrer Vermessung, die Gesetzgebung und die Darstellung auf dem Grubenbild zur Festsetzung der Berechtigungsgrenzen. Kritische Würdigung der bei der Streckung der Längfelder bestehenden Zweifelsfragen. Vorschläge zur Neugestaltung der Feldesstreckung bei den Längfeldern. Schrifttum.

Aufbereitung und Brikettierung.

Allgemeines. Pickert, Friedrich: Die Abbeförderung von Bergeschlämmen und von Abraum durch Druckluft-Pumpen-Anlagen. Bergbau 53 (1940) Nr. 24 S. 319/22*. Grundsätzlicher Aufbau des Mammut-Baggers und der Mammut-Pumpe. Beschreibung verschiedener Anlagen und ihrer Arbeitsweise.

Steinkohle. Preidt, Peter: Untersuchungen an einer Cascadyn-Wäsche zur Verminderung der Fehlausträge. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940/41) Nr. 7 S. 197/205*. Kurzer Überblick über die Entwicklung der Rinnenwäschen. Die Cascadynwäsche und ihre Arbeitsweise. Untersuchung und Feststellung der Ursachen der Fehlausträge an Hand eines Forschungsfilms und Vorschläge zu ihrer Verminderung.

Krafterzeugung, Kraftverteilung, Maschinenwesen.

Förderseile. Ohnesorge, Otto: Die Pflege von Förderseilen. Montan. Rdsch. 32 (1940) Nr. 21 S. 355/60*. Die verschiedenartigen Beanspruchungen, denen die Seile unterworfen sind, die Bedeutung der Schmierung und die Reibungsverhältnisse, im besonderen bei der Schraubenrillenseibe.

Kreiselverdichter. Kluge, F.: Regelung von Kreiselverdichtern. Z. VDI 84 (1940) Nr. 44 S. 837/43*. Regelungen im stabilen Gebiet. Regelung durch Handverstellung; selbsttätige Regelung; Regelung auf gleichbleibenden Druck an einer Entnahmestelle des Netzes und auf gleichbleibende Leistungsaufnahme. Regelung im instabilen Gebiet. Abblaseregulierung; Umblaseregulierung und Aussetzerregelung.

Chemische Technologie.

Kohlenuntersuchung. Brewer, R. E., C. R. Holmes und J. D. Davis: Plastic properties of bituminous coking coals. Effect of oxidation. Ind. Engng. Chem., Ind. Ed., 32 (1940) Nr. 7 S. 930/34*. Untersuchungen über den Verlauf der Oxydation von Kohlen und den Einfluß, den die Oxydation auf die Verkokungseigenschaften verschiedenartiger Kohlen ausübt. Die Beschaffenheit der untersuchten Kohlen, die Durchführung der Untersuchungen und ihre Ergebnisse. Schrifttum.

Kokerei. Carmody, William H., und Harold E. Kelly: Coal by-products. Pseudopolymer and synthetic aromatic oils. Ind. Engng. Chem., Ind. Ed., 32 (1940) Nr. 7 S. 954/57*. Hinweise auf verschiedene Wege zur weiteren nutzbringenden Aufarbeitung von Nebenerzeugnissen der Verkokung.

Hydrierung. Sustmann, Heinz, und Ferdinand Weinrotter: Über die Bildung von Mellitsäure bei der Oxydation von Braunkohle, Braunkohlenhalbkoks und Kohlenoxyd-Kohlenstoff mit rauchender Salpetersäure. Brennstoff-Chem. 21 (1940) Nr. 21 S. 245/46. Versuche zur Klärung der Frage, ob zwischen der Hydrierung und der Oxydation des Halbkokes bzw. der Kohle Beziehungen bestehen. Bestätigung der Vermutung, daß der Halbkoks größere Mengen Mellitsäure ergeben würde als die Kohle.

Pier, Matthias: Katalytische Druckhydrierung und deutsche Kraftstoffversorgung. Vierjahresplan 4 (1940) Nr. 19 S. 843/46*. Überblick über die Entwicklung des I.G.-Verfahrens der katalytischen Druckhydrierung, die Wahl der Ausgangsstoffe und die Beschaffenheit der Erzeugnisse.

Gaserzeugung. Deringer, Hans: Etwas Mathematik zur Mischung von Gasen. Monatsbull. Schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm. 20 (1940) Nr. 10 S. 158/64*. Die Auswirkung der Mischung von Stadtgas mit Zusatzgas und der Benzolabscheidung aus dem Stadtgas auf Gasausbeute und Heizwert sowie die Kohleneinsparung durch Mischung von Zusatzgas zum Stadtgas und der Kohlenmehrverbrauch durch Benzolabscheidung aus dem Stadtgas in mathematischer Betrachtung.

Kogasin. Sustmann, Heinz: Versuche, die Eigenschaften von Kogasin durch Pressen bis zu Drucken von 12000 Atmosphären zu ändern. Brennstoff-Chem. 21 (1940) Nr. 21 S. 246/50*. Untersuchungen über die Frage, ob hohe Preßdrücke zur Aus-

führung von Polymerisationsreaktionen verwendet werden können. Beschreibung der Preßform. Ausführung der Preßversuche. Mitteilung der Versuchsergebnisse, nach denen sich noch nicht entscheiden läßt, ob Reaktionen, wie sie die Versuche bezweckten, durch hohe Drucke ausgelöst oder beeinflußt werden können. Schrifttum.

Recht und Verwaltung.

Bergrecht. Klockmann, H. O.: Das horizontale Vermessen der Vierung von Längfeldern. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 55/66. Auseinandersetzung mit dem Gesetz vom 1. Juli 1821 zur Klarstellung seiner Begriffe und Absichten.

Neumann, Walter: Die geschichtliche Entwicklung der Längfelder. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 66/93*. Die Längfelder, die Grundlagen ihrer Vermessung, die Gesetzgebung und die Darstellung auf dem Grubenbild zur Festsetzung der Berechtigungsgrenzen. Kritische Würdigung der bei der Streckung der Längfelder bestehenden Zweifelsfragen. Vorschläge zur Neugestaltung der Feldesstreckung bei den Längfeldern. Schrifttum.

Raumordnung. Oberste-Brink, K.: Raumordnung und Bergbau in der Gesetzgebung des Altreiches. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 1 S. 93/101. Die geringen Ansätze zu einer Raumordnung in den Bergesetzen der deutschen Länder und die den Erfordernissen des Bergbaues in Hinsicht auf eine restlose und möglichst billige Gewinnung der Bodenschätze weitaus besser Rechnung tragenden neueren gesetzlichen Bestimmungen.

Verschiedenes.

Sozialpolitik. Osthold, Paul: Die betriebliche Sozialpolitik im Ruhrbergbau. (Schluß.) Glückauf 76 (1940) Nr. 47 S. 654/58*. Neue Möglichkeiten und Leistungen seit 1933.

Geschichtliches. Bax, K.: Der deutsche Bergmann im Wandel der Geschichte, seine Stellung in der Gegenwart und die Frage seines Berufsnachwuchses. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940/41) Nr. 6 S. 145/95. Die Entwicklung des bergmännischen Lebens in Deutschland in vorgeschichtlicher Zeit und im Altertum, im Mittelalter und in der Neuzeit. Das herkömmliche Lebensbild des deutschen Bergmanns. Gegenwartsfragen des bergmännischen Arbeits- und Berufslebens. Die Lösung der Nachwuchsfrage aus dem Geiste des alten Knappentums.

Kirnbauer, Franz: Deutsche Berg- und Hüttenleute als Pioniere der Technik und Kultur in England und Skandinavien. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940/41) Nr. 7 S. 208/13*. Darlegung der Beziehungen, die auf bergbaulichem und hüttenmännischem Gebiet zwischen Deutschland und den genannten Ländern mehrere Jahrhunderte hindurch bestanden haben. Schrifttum.

Quiring, H.: Vorrömische und römische Bergwerke in Nordmarokko. Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940/41) Nr. 7 S. 213/18*. Beschreibung des Kupfererzbergwerks im Lande der Beni Maden bei Tetuan und des antiken Eisenerzbergbaues in Afran.

Grundwassererschließung. Keller, Gerhard: Ladungsberechnungen beim Torpedieren von Bohrungen zur Erschließung von Grundwasser in Tiefen bis 100 m. Z. prakt. Geol. 48 (1940) Nr. 10 S. 115/21*. Die Berechnung der Ladungen. Beispiele durchgeführter Torpedierungen. Ergebnisse und Ausblicke. Schrifttum.

PERSÖNLICHES

Ernannt worden sind:

die Bergräte Finkemeyer vom Bergrevier Rybnik und Reichardt vom Bergrevier Königshütte zu Ersten Bergsräten daselbst.

Zur kommissarischen Beschäftigung sind überwiesen worden: der Bergrat Kleine-Doepke vom Bergrevier Goslar dem Badischen Oberbergamt Karlsruhe (für Aufgaben im Elsaß), der Bergrat Doergé vom Bergrevier Bochum II dem Bergamt Mülhausen (Elsaß), der Bergassessor Epping vom Bergamt Mülhausen (Elsaß) dem Badischen Bergamt Freiburg.

Der Oberbergrat als Mitglied des Oberbergamtes Dortmund Dr.-Ing. Günther ist als Oberreichsbahnrat in den Dienst der Deutschen Reichsbahn übernommen worden.