

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

77. Jahrgang

19. Juli 1941

Heft 29

### Die Kostenfrage bei Umstellung des Flözbetriebes von 380 V auf 500 V Betriebsspannung<sup>1</sup>.

Von Dr.-Ing. Bernhard Passmann, Essen.

Die bei der Erörterung der zweckmäßigsten Spannung auftretenden Fragen sowie die Auswirkungen der Spannungswahl auf den elektrischen Untertagebetrieb des Ruhrbergbaus sind bereits unter den verschiedensten Gesichtspunkten beleuchtet worden<sup>2</sup>. Alle Darlegungen führten zu dem gleichen Ergebnis, daß die 500-V-Betriebsspannung bemerkenswerte Vorteile aller Art gegenüber der 380-V-Spannung aufzuweisen hat, weswegen für Neuanlagen ihre weitgehende Verwendung nur empfohlen werden kann.

Es erhebt sich daher folgerichtig die Frage, ob diese Vorteile so groß sind, daß auch eine Umstellung bereits vorhandener elektrischer Flözbetriebe von 380 V auf 500 V gerechtfertigt erscheint, ob also vor allem die damit verbundenen Umstellungskosten in einem angemessenen Verhältnis zu den gesamten Anlagekosten des fraglichen Betriebes stehen und in wirtschaftlich tragbaren Grenzen liegen.

Selbst wenn diese Frage im Verlauf dieser Arbeit bejaht werden kann, wird doch in der Mehrzahl der Fälle der eigentliche Antrieb zur Spannungsumstellung nicht von dem wirtschaftlichen Standpunkt ausgehen, sondern von den betrieblichen Erschwernissen verschiedenster Art, die bei der Verwendung der 380-V-Spannung entstanden oder mit Sicherheit vorauszusehen sind. Solange aber der bergtechnische Zuschnitt in einem Zustand bleibt, der der Benutzung der 380-V-Betriebsspannung keinerlei oder nur mit geringem Aufwand zu meisternde Schwierigkeiten bietet und solange auf weite Sicht keine erheblichen erschwerenden Änderungen dieses Zustandes zu erwarten sind, wird auch für die betreffende Schachanlage kein Anreiz zur Spannungsumstellung gegeben sein, die immerhin mit gewissen betriebstechnischen Schwierigkeiten verknüpft ist und in jedem Fall vorerst einen entsprechenden Kostenaufwand verursacht.

In diesem Zusammenhang dürfte es sich erübrigen, näher darauf einzugehen, warum überhaupt die 380-V-Spannung bisher eine so große Verbreitung gefunden hat, und ob die verantwortlichen Zechen-Elektroingenieure seinerzeit richtig geplant haben. Es genügt hier der allgemeine Hinweis, daß der jeweilige Stand der Technik immer bestimmend für die Planung technischer Anlagen ist und daß dann folgerichtig im Zuge der fortschreitenden Entwicklung das Bessere wieder der Feind des Guten wird<sup>3</sup>.

Wird jedoch eine Schachanlage aus betrieblichen Gründen gezwungen, der Spannungsumstellung näherzutreten, ist es vorteilhaft zu wissen, in welcher Größenordnung sich voraussichtlich die Umstellungskosten bewegen und ob die vorhandenen Betriebsmittel nach entsprechendem Umbau ohne weiteres auch für die höhere Spannung verwendbar sind.

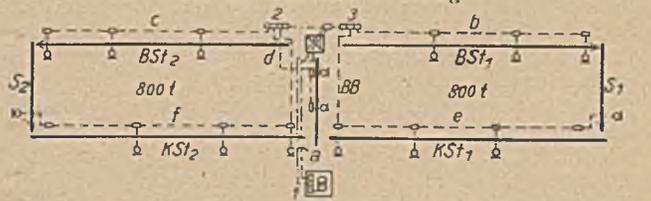
#### Der elektrische Betrieb bei verschieden gewählten bergtechnischen Zuschnitten und Betriebsspannungen.

Die oben angedeuteten betrieblichen Schwierigkeiten, die zur Spannungsumstellung führen, können verschiedener Art sein. Einige Möglichkeiten sind im angezogenen Schrifttum bereits erwähnt worden. Da sie auch bei den einzelnen Schachanlagen selbst sehr unterschiedlich sein können, soll im nachstehenden ein besonderer Fall angenommen und ausgewertet werden, der es gestattet, einmal einwandfreie Berechnungen durchzuführen, zum andern aber auch die Grenzen festzulegen, oberhalb deren die Frage der Spannungsumstellung kritisch wird und daher zu einer Lösung drängt.

#### Die bergtechnischen Verhältnisse.

Aus der nachstehenden Abbildung erkennt man den bergtechnischen und elektrischen Zuschnitt des behandelten Falles bei verschiedenen Betriebszuständen. Das fragliche Revier mit 2 Streben bei zweiflügeligem, wechselschichtigem Verhieb von je 800 t Förderleistung je Schicht schiebt sich bei fortschreitendem Vorrücken feldwärts mit seinem rechten Flügel an einer Störung oder Markscheide derart entlang, daß sich hierbei die Verhältnisse vom ursprünglichen Zustand I über den Zuschnitt II bis zu dem Zustand III, also längenmäßig in ungünstiger Weise verändern, während der linke Flügel seinen Ursprungszustand I beibehält. Der Förderweg für Kohle und Fremdberge ist aus dem Bild ersichtlich. Als Fördermittel in Streb, Strecke und Berg dienen Gummigurtbänder. Im Blindschacht werden die Kohlen hochgezogen bei gleichzeitiger Abwärtsförderung von Berge-, Leer- und Materialwagen.

Schematische Darstellung des bergtechnischen Zuschnittes und der elektrischen Anlage.



Bezeichnungen	Betriebszustand I		Betriebszustand II		Betriebszustand III	
	Länge m	Antriebe kW	Länge m	Antriebe kW	Länge m	Antriebe kW
S <sub>1</sub> Streb. . . . .	250	1×15	250	1×15	250	1×15
S <sub>2</sub> Streb. . . . .	250	1×15	250	1×15	250	1×15
KSt <sub>1</sub> Kohleabfuhr- strecke . . . . .	700	3×15	1200	5×15	1650	7×15
KSt <sub>2</sub> Kohleabfuhr- strecke . . . . .	700	3×15	700	3×15	700	3×15
Bst <sub>1</sub> Bergezufuhr- strecke . . . . .	700	3×15	1200	5×15	1650	7×15
Bst <sub>2</sub> Bergezufuhr- strecke . . . . .	700	3×15	700	3×15	700	3×15
BB Bandberg . . . .	250	2×15	250	2×15	250	2×15

#### Die elektrischen Verhältnisse.

Die Lage des Revier-Umspanners (schlagwettergeschützter Drehstrom-Oelumspanner) mit der Haupt-

<sup>1</sup> Vortrag, gehalten am 6. März 1941 im Arbeitskreis zur Bearbeitung von Fragen der Kraftwirtschaft untertage beim Verein für die bergbau-lichen Interessen in Essen.

<sup>2</sup> Glückauf 76 (1940) S. 541 und S. 608; Elektr. im Bergb. 15 (1940) S. 83.

Niederspannungsverteilung 1 zum Revier bleibt während dieser Zustandsänderung mit 350 m Abstand bis zum unteren Blindschachtanschlag unverändert. Der Umspanner kann beim Übergang auf die verschiedenen Betriebszustände dem Abbau auch praktisch nicht wesentlich nähergerückt werden, weil er einmal ohnehin schon ziemlich nahe herangebracht worden ist (Berücksichtigung der Abbaueinflüsse auf den Querschlag und die Umspannerkammer), zum ändern aber auch, weil bei Verlegen des Reviers feldwärts in dem verlassenen Bauabschnitt immer noch zeitweise einige verbliebene Maschinen zur Erledigung restlicher Arbeiten betrieben werden müssen bzw. das Revier im neuen Betriebszustand bereits fertig eingerichtet wird, während es noch im alten Betriebszustand ausläuft. In jedem Fall würde bei einem Näherheranrücken des Umspanners zum Abbau des neuen Betriebszustandes der Abstand vom Umspannerraum zur Unterverteilung 2 und 3 am unteren Blindschachtanschlag im alten Betriebszustand unnötig vergrößert.

Die Größe des jeweils in Frage kommenden Umspanners errechnet sich aus der Anzahl der gleichzeitig in Betrieb befindlichen Motoren, deren volle Nennleistung unter Berücksichtigung eines mittleren Betriebs-Leistungsfaktors von 0,7 zugrunde gelegt wird.

Die Nennleistung der Motoren (Drehstrom-Käfigläufer mit druckfestem Gehäuse) wurde in erster Linie in allen Fällen einheitlich mit 15 kW eingesetzt, weil diese Motoren meist im praktischen Betrieb unter ähnlichen Verhältnissen als Standardgröße benutzt werden. Da aber stellenweise unter ähnlichen Bedingungen auch mit 11-kW-Antrieben gearbeitet wird, wurde im Verlauf der späteren Rechnung diese Motorgöße unter sonst gleichen Betriebsbedingungen mit berücksichtigt. Erfahrungsgemäß dürfte die tatsächliche, größte durchschnittliche Motorbelastung bei etwa  $15 \times 0,75$  rd. 11 kW liegen, so daß die 15-kW-Antriebe etwas zu groß, die 11-kW-Motoren dagegen voll belastet sind.

Die Anzahl der jeweils einzusetzenden Motoren ergibt sich aus der zu überwindenden Förderlänge, gegebenenfalls auch Neigung bzw. Steigung, wie die Aufstellung (unter der Abbildung) zeigt. Die Nennstrom-Aufnahme der Motoren errechnet sich aus der Nennleistung, der Betriebsspannung und dem veranschlagten mittleren Leistungsfaktor von 0,7. Der Haspelmotor des Blindschachtes wurde der Übersichtlichkeit halber nicht mit in Rechnung gestellt.

Die Stromzuführung ist so ausgelegt, daß ein gemeinsames Haupt-Speisekabel *a* als Einzel- bzw. Parallelkabel von der Haupt-Niederspannungsverteilung 1 im Umspannerraum in den beiden Unterverteilungen 2 und 3 am unteren Blindschachtanschlag führt, von wo getrennte Speisekabel *b* bis *f* zu den Verbrauchern gezogen sind, die jeweils an dem durchgehenden Strang über Schutzschalter angeschlossen werden. Eine Einzelspeisung des linken und rechten Abbauflügels vom Umspanner aus ist in vorliegendem Beispiel unzuweckmäßig, da dann der Querschnitt des bzw. der Speisekabel *a* noch größer und der Kurzschlußstrom höher wird, als es bereits gemäß der Zahlentafel 3 der Fall ist.

Die Verteilungen 2 und 3, die der Übersichtlichkeit wegen im Bild räumlich voneinander getrennt dargestellt sind, besitzen also tatsächlich nur eine einzige gemeinsame Einspeisung bzw. stehen in nächster Nähe des ange deuteten Zentral-Einspeisepunktes. Außer den angegebenen 2 Unterverteilungen könnten praktisch noch weitere Streb- verteilungen angeordnet sein, die näher zum Verbraucherschwerpunkt liegen und von denen die Anschlußleitungen zu den Motoren geführt sind. Da aber hierdurch keine wesentlich günstigeren elektrischen Verhältnisse geschaffen werden, ist der Vereinfachung der Berechnungen halber von der Auswertung dieser Möglichkeit abgesehen worden.

Zur Kabelabsicherung wurden, wie es vielfach üblich ist, Sicherungsschalter und als Motorschutzschalter Schütze mit Kurzschluß-Schmelzsicherungen in

druckfesten Gehäusen vorgesehen. Ihre elektrische Größe richtet sich nach der Strombelastung der Kabel und der Nennleistung der angeschlossenen Motoren sowie den zur Verfügung stehenden listenmäßigen Ausführungen. Sämtlichen Verteilungen ist zusätzlich ein besonderer Trennschalter von entsprechender Größe vorgeschaltet. Alle Schalter sind Schienenkästen untergebaut, die ihrerseits wieder der Anzahl der Zu- und Abgänge gemäß aneinandergebaut sind.

Zahlentafel 1. Wirkwiderstandswerte *r* von normalen Gruben-Dreileiterbleikabeln mit Eisenbewehrung und Kupferleitern bis 1 kV 50 Per/s<sup>1</sup>.

Leiterquerschnitt mm <sup>2</sup>	Gleichstromwiderstand <sup>a</sup> (Ohmscher Widerstand bei 20° C)	Wirksamer Wechselstromwiderstand <sup>b</sup> (Wirkwiderstand bei 20° C)	Wirkwiderstand bei 40° C <sup>3</sup>
	Ohm/km Phasenleiter	(Ohm/km Phasenleiter)	Ohm/km Phasenleiter
10	1,786	1,56 bis 1,79	1,95
16	1,115	1,12	1,23
25	0,714	0,722	0,78
35	0,51	0,518	0,55
50	0,357	0,366	0,38
70	0,255	0,265	0,28
95	0,188	0,200	0,20
120	0,1487	0,161	0,17
150	0,119	0,131	0,13

<sup>1</sup> In der Praxis wird meist kein Unterschied zwischen den Werten für den Gleichstrom- und wirksamen Wechselstromwiderstand gemacht, da diese im allgemeinen nur wenig voneinander abweichen.

<sup>2</sup> Nach Firmenangaben.

<sup>3</sup> Nach M. Walter: Kurzschlußströme in Drehstromnetzen, Oldenbourg 1938 (2).

Zahlentafel 2. Bestimmung des Blindwiderstandes *x* von normalen Gruben-Dreileiterbleikabeln mit Eisenbewehrung und Kupferleitern bis 1 kV 50 Per/s<sup>1</sup>.

Leiterquerschnitt mm <sup>2</sup>	Kreisfrequenz $\omega = 2\pi f$	Induktivitätswert <i>L</i> $\mu H/km$	Induktiver Widerstand $\omega \cdot L$	Kapazitätswert <i>C</i> $\mu F/km$	Kapazitätswiderstand $\frac{1}{\omega \cdot C}$	Blindwiderstand
						Ohm/km Phase
10	314	0,000291	0,0913	0,342	0,00931	0,08199
16	314	0,000276	0,0865	0,415	0,00768	0,07882
25	314	0,000267	0,0838	0,415	0,00768	0,07612
35	314	0,000262	0,0823	0,457	0,00697	0,07533
50	314	0,000247	0,0775	0,773	0,00412	0,07338
70	314	0,000243	0,0762	0,86	0,00371	0,07249
95	314	0,000238	0,0747	0,872	0,00366	0,07104
120	314	0,000233	0,0700	0,977	0,00326	0,06674
150	314	0,000232	0,0697	0,925	0,00345	0,06625

<sup>1</sup> Errechnet nach der Formel  $x = \omega \cdot L - \frac{1}{\omega \cdot C}$ . In der Praxis wird meist der Kapazitätswiderstand wegen seiner Geringfügigkeit vernachlässigt und der induktive Widerstand dem Blindwiderstand gleichgesetzt, wodurch sich die etwas kleineren Werte hierfür in dieser Zahlentafel gegenüber den praktischen Werten erklären.

Als Kabel für die Hauptzuleitung *a* wurde in jedem Fall ein Papierbleikabel NKFG und als Anschlußkabel *b* bis *f* ein Gummibleikabel NGKFG vorgesehen. Die Querschnittsbestimmung der Kabel erfolgte hinsichtlich

a) der auftretenden größten Strombelastung nach der Formel

$$I = \frac{N \cdot 1000}{U \cdot 1,73 \cdot 0,7} \text{ und der Belastungstabelle (VDE 0118, § 8, Tafel II),}$$

b) des zulässigen Spannungsabfalls nach der Formel

$$q = \frac{1 \cdot N}{56 \cdot U_d \cdot U'}$$

c) des erforderlichen kleinsten Kurzschlußstromes (VDE 0118, § 8e, 1) nach der Formel

$$q = \frac{1}{56 \cdot \sqrt{\left(\frac{U}{2 \cdot I_k}\right)^2 - x^2}}$$

Die zugehörigen Betriebsspannungen  $U$  betragen im 380-V-Betrieb an den Unterspannungsklemmen des Umspanners 410 V und an den Unterverteilungen 2 und 3 400 V, so daß sich der Spannungsabfall  $U_d$  bis zu den Unterverteilungen auf rd. 3% beläuft. Bis zum letzten Motor würde mit einem weiteren Spannungsabfall von 5% = 20 V gerechnet, so daß hier eine Motor-Klemmenspannung von 380 V ansetzt. Im 500-V-Betrieb stellen sich die entsprechenden Werte auf 535 V, 520 V und 500 V bei Spannungsverlusten von 15 V = 3% und 20 V = 4%.

Die Berechnung der Kabelquerschnitte.

Die nach den vorgenannten Gesichtspunkten unter Benutzung der Zahlentafeln 1 und 2 errechneten Kabelquerschnitte sind in der Zahlentafel 3 niedergelegt.

Erwähnt sei, daß für den Wirkwiderstand  $r$  die höheren Werte nach Walter gewählt wurden, weil nach dem neuen Entwurf VDE 0170, § 6b, allgemein von einer Raumtemperatur von 35° ausgegangen wird, mithin der Berechnung mindestens der Wert von 40° zugrunde gelegt werden kann. Nähere Einzelheiten über die Zahlentafeln 1 und 2 sind diesen selbst sowie den zugehörigen Anmerkungen zu entnehmen.

Für den Betriebsmann diene noch als kurzer Hinweis, daß die mittlere Abweichung der Werte des induktiven Widerstandes und des einschließlich des Kapazitätswiderstandes nach der Zahlentafel 2 errechneten Blindwiderstandes etwa +7,5% bezogen auf den Blindwiderstand (bei Berücksichtigung von Kabelquerschnitten von 10 bis 95 mm<sup>2</sup> rd. 8%) beträgt, also verhältnismäßig gering ist.

Zahlentafel 3. Berechnung der Kabelquerschnitte bei Betriebszustand I und 380 und 500 V Betriebsspannung mit Motoren-Einzelnenleistungen von 15 und 11 kW.

	Kabel a		Kabel b		Kabel c		Kabel d		Kabel e		Kabel f	
	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V
Betriebsstrom . . . A	309 228	222 175	98 72	75 55	93 72	75 55	65 48	50 36	130 96	99 72	130 96	99 72
Querschnittsbestimmung nach Erwärmung mm <sup>2</sup>	185 120	120 70	25 16	16 10	25 16	16 10	16 10	10 6	50 25	25 16	50 25	25 16
nach Spannungsabfall . . . mm <sup>2</sup>	195 143	120 88	33 24	25 18	33 24	25 18	5 4	4 3	50 37	38 28	50 37	38 28
nach Kurzschlußstrom <sup>1</sup> . . . mm <sup>2</sup>	30/50 23/39	18/30 14/24	20/33 16/27	12/20 9/15	20/33 16/27	12/20 9/15	6/10 4/7	3/5 2/3	34/57 27/46	21/34 16/27	34/57 27/46	21/34 16/27
Gewählter Querschnitt . . . mm <sup>2</sup>	2×3×95 2×3×70	2×3×70 3×95	3×35 3×25	3×25 3×16	3×35 3×25	3×25 3×16	3×25 <sup>a</sup> 3×16 <sup>a</sup>	3×16 <sup>a</sup> 3×10 <sup>a</sup>	3×50 3×35	3×35 3×25	3×50 3×35	3×35 3×25
Belastungsmöglichkeit . . . A	2×220 2×185	2×185 220	125 100	100 85	125 100	100 85	100 85	85 60	150 125	125 100	150 125	125 100
Absicherung höchstzulässig . . A	2×200 2×160	2×160 200	100 80	80 60	100 80	80 60	80 60	60 35	125 100	100 80	125 100	100 80
gewählt . . . . . A	2×160 2×125	2×125 200	100 80	80 60	100 80	80 60	80 60	60 35	125 100	100 80	125 100	100 80
Auftretender Kurzschlußstrom . . . A	5380 3960	5143 3500	489 346	455 290	489 346	455 290	970 617	813 512	517 329	432 336	517 329	432 336
bezogen auf den Sicherungs-Nennstrom vielfacher Wert . . . . .	16,84 15,85	20,65 17,5	4,89 4,33	5,69 4,83	4,89 4,33	5,69 4,83	12,13 10,28	13,55 14,66	4,13 3,29	4,32 4,2	4,13 3,29	4,32 4,2

<sup>1</sup> Errechnet über den Nennstrom der gewählten Sicherung mit 1/2-fachem Wert des Sicherungs-Nennstromes nach VDE 0118 § 8e (1) bzw. der Forderung des Technischen Überwachungsvereins Essen.  
<sup>2</sup> Größerer Querschnitt als rechnermäßig erforderlich mit Rücksicht auf die Absicherungsmöglichkeit nach Belastungsstrom gewählt.

Fortsetzung der Zahlentafel 3. Berechnung der Kabelquerschnitte bei Betriebszustand II und III und 380 und 500 V Betriebsspannung mit Motoren-Einzelnenleistungen von 15 und 11 kW.

	Betriebszustand II						Betriebszustand III					
	Kabel a		Kabel b		Kabel c		Kabel a		Kabel b		Kabel c	
	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V	380 V	500 V
Betriebsstrom . . . A	370 273	286 210	163 120	124 90	195 145	149 108	435 318	334 245	228 168	175 126	261 192	200 144
Querschnittsbestimmung nach Erwärmung mm <sup>2</sup>	> 185 150	150 95	70 35	35 25	95 50	50 35	> 185 185	185 120	120 70	70 35	150 95	95 50
nach Spannungsabfall . . . mm <sup>2</sup>	235 172	145 106	74 54	56 41	102 77	74 57	274 200	168 123	134 98	102 75	168 123	127 93
nach Kurzschlußstrom . . . mm <sup>2</sup>	38/63 30/50	23/39 18/30	50/97 43/74	32/55 26/44	83/142 68/121	51/88 39/67	45/75 30/50	29/48 18/30	120/212 78/143	74/133 45/75	181/326 110/192	82/145 65/111
Gewählter Querschnitt . . . mm <sup>2</sup>	2×3×120 2×3×95	2×3×95 2×3×50	3×70 3×50	3×50 3×35	2×3×50 3×95	3×70 3×50	3×3×95 2×3×95	2×3×95 2×3×70	2×3×70 3×95	3×95 3×70	2×3×120 2×3×70	2×3×70 3×95
Belastungsmöglichkeit . . . A	2×255 2×220	2×220 2×150	185 150	150 125	2×150 220	185 150	3×220 2×220	2×220 2×185	2×185 220	220 185	2×255 2×185	2×185 220
Absicherung höchstzulässig . . A	2×200 2×200	2×200 2×125	160 125	125 100	2×125 200	160 125	3×200 2×200	2×200 2×160	2×160 200	200 160	2×200 2×160	2×160 200
gewählt . . . . . A	2×200 2×160	2×160 2×125	160 125	125 100	2×100 160	160 125	3×160 2×160	2×200 2×125	2×125 160	200 125	2×160 2×100	2×100 160
Auftretender Kurzschlußstrom . . . A	6260 5380	6995 3855	547 408	537 376	677 617	596 446	8070 5380	6995 5143	796 543	714 524	1094 690	907 621
bezogen auf den Sicherungs-Nennstrom vielfacher Wert . . . . .	15,65 16,84	21,85 15,4	3,42 3,26	4,3 3,76	3,39 3,86	3,73 3,57	16,84 16,84	17,48 20,65	3,18 3,39	3,57 4,19	3,42 3,45	4,54 3,88

Ferner sei darauf hingewiesen, daß die Vernachlässigung des Blindwiderstandes bei der Bestimmung der Kabelquerschnitte, wie es im praktischen Gebrauch für den Unter-

tagebetrieb vielfach üblich ist, im vorliegenden Fall im Mittel eine rechnerische Verringerung des Querschnittes nach der Zahlentafel 3 um 5,6% zur Folge haben würde,

wobei der Unterschied um so größer wird, je länger die Zuleitung ist. Bei einer Gesamtlänge der Leitung vom Umspanner bis zum letzten Motor bis 1000 m stellt sich die Abweichung auf etwa 0,6 %, bis 1500 m auf annähernd 1,8 %. Die Außerachtlassung des Blindwiderstandes ist also für betriebliche Überschlagsrechnungen in normalen Fällen ohne weiteres vertretbar. Der annähernd gleiche Unterschied ergibt sich im vorliegenden Fall, wenn bei der Ermittlung des Kurzschlußstromes der Blindwiderstand unberücksichtigt bleibt. Der Kurzschlußstrom liegt dann durchschnittlich etwa 5,4 % höher, und zwar um so mehr, je stärker die fraglichen Kabelquerschnitte sind. Bei Veranschlagung von Querschnitten je Phasenleiter bis nur 95 mm<sup>2</sup> sinkt der Unterschied auf etwa 3,5 %, so daß sich für Überschlagsrechnungen auch ohne Berücksichtigung des Blindwiderstandes betrieblich brauchbare Werte ergeben.

In der Zahlentafel 3 sind alle die Werte angegeben, die bei Berechnung der betrieblich erforderlichen Kabelquerschnitte von Wichtigkeit sind. Der jeweils gewählte Kabelquerschnitt ergibt sich aus der Querschnittsbestimmung nach der Erwärmung (vorhandene Belastung gemäß Betriebsstrom und VDE-mäßig höchstzulässige Dauerbelastung nach VDE 0118, § 8, Tafel II) sowie dem Spannungsabfall und der Nachprüfung und etwaigen Berichtigung dieser Werte hinsichtlich der höchstzulässigen und belastungsmäßig erforderlichen Absicherung (nach VDE 0118, § 8, Tafel IIIA) und der kleinsten für satten zweipoligen Kurzschluß sich errechnenden Stromstärke (nach VDE 0118, § 8 e, 1), deren Verhältniswert zur gewählten vorgeschalteten Schmelzsicherung außerdem noch besonders angegeben worden ist. Zusätzlich ist eine weitere Überprüfung der Querschnittswerte dadurch erfolgt, daß über die gewählte Sicherungsgröße und den daraus nach VDE 0118, § 8 e, 1, festgelegten kleinsten Kurzschlußstrom rückwärts der Querschnitt nochmals bestimmt wurde, und zwar vergleichshalber für »Flink-Patronen« (3facher Wert) und »Träg-Patronen« (5facher Wert, wie er vom Technischen Überwachungsverein Essen verlangt wird), um Unterlagen für weitere Betrachtungen an Hand zu haben.

Unter Beachtung der früheren Ausführungen läßt sich demnach zu der Zahlentafel 3 sagen, daß infolge des eingesetzten Blindwiderstandes  $x$  (Zahlentafel 2) der nach

der Formel 
$$J_k = \frac{U}{2x \sqrt{r^2 + x^2}}$$
 errechnete Kurzschlußstrom

größer ausgefallen ist als es bei der Verwendung des induktiven Widerstandswertes oder der Faustzahl 0,08 bis 0,1 Ohm/km Phase der Fall wäre, weil formelmäßig einem größeren  $x$  ein kleineres  $J_k$  entspricht. Andererseits ist der zahlenmäßig viel mehr ins Gewicht fallende Wirkwiderstand  $r$  (Zahlentafel 1) größer gewählt worden, wodurch sich wieder ein kleinerer Kurzschlußstrom ergibt im Gegensatz zu der sonst teilweise üblichen Rechnung mit dem Wechselstromwiderstand für 20° bzw. dem noch kleineren Gleichstromwiderstand. Eine Erhöhung hat der Kurzschlußstromwert wieder dadurch erfahren, daß als Klemmenspannung am Motor die Nennspannung und nicht der VDE-mäßig zulässige und betrieblich oft ausgenutzte Mindestwert (Nennspannung - 5 %) eingesetzt wurde. Schließlich kann noch eine Vergrößerung dieses Stromwertes

darin erblickt werden, daß in der Formel 
$$J_k = \frac{U}{2x \sqrt{r^2 + x^2}}$$

nicht der gebrauchsbliche Multiplikator 0,95 für erhöhten Übergangswiderstand an sämtlichen im Zuge der Zuleitung liegenden Kontaktverbindungen berücksichtigt worden ist. Aus alledem scheint sich somit zu ergeben, daß nicht der vorgeschriebene kleinste Kurzschlußstrom errechnet wurde, sondern ein entsprechend höherer Wert.

Es fragt sich daher, wie groß tatsächlich die Abweichung und welche Berechnungsart aus sicherheitlichen Gründen vorzuziehen ist. An Hand des vorliegenden Beispiels mit wechselnden Betriebszuständen ergibt sich nun, daß im großen Durchschnitt die Abweichung von dem nach den vorstehenden Angaben errechneten Kurzschlußstrom und dem in der Zahlentafel 3 niedergelegten Wert unter

Berücksichtigung der Nennspannung nur - 3 % und unter Einrechnung der Klemmenspannung - 5 % bezogen auf den Tafelwert beträgt, praktisch also von geringer Bedeutung ist. Hinsichtlich der Kurzschlußfestigkeit der Anlage, und darauf kommt es nach der angezogenen VDE-Vorschrift vor allem an, ist naturgemäß der etwas höhere Kurzschlußstromwert vorzuziehen, da dann auch die unbedingte Gewähr dafür gegeben ist, daß der danach hinsichtlich seines Nennausschaltvermögens ausgelegte Schalter in sicherheitlicher Beziehung anstandslos arbeitet, was vor allem bei dem Einsatz von Selbstschaltern mit magnetischer Schnellauslösung als Kurzschlußschutz wichtig ist. Demgegenüber ist die Möglichkeit, daß bei Errechnung eines etwas höheren als tatsächlich auftretenden Kurzschlußstromes der VDE-seitig verlangte dreifache Wert des Sicherungsnennstromes unter Umständen rechnerisch leichter nachgewiesen werden kann als sonst und mithin z. B. die Sicherung im Betrieb erst verhältnismäßig spät durchschmilzt, wodurch die Sicherheit gefährdet werden könnte, wegen des kleinen Wertunterschiedes gering zu veranschlagen.

Im übrigen geht aus der Zahlentafel 3 eindeutig hervor, daß selbst bei Zugrundelegen der kleineren Kurzschlußstromwerte den VDE-Vorschriften in allen Fällen hinreichend genügt wird, soweit man den dreifachen Wert des Sicherungsnennstromes betrachtet. Der fünffache Wert wird dagegen nur in einzelnen Fällen erreicht, weswegen träge oder kurzträge Sicherungspatronen nur in beschränktem Umfang Verwendung finden können. Außerdem liegt der über die dreifache Sicherungsnennstromstärke ermittelte Kabelquerschnitt, wie aus der Zahlentafel 3 ebenfalls ersichtlich ist, in allen Fällen erheblich unter dem gewählten Kabelquerschnitt. Mithin ist das Kabel belastungsmäßig mehr als ausreichend bemessen.

Für die endgültige Festlegung der gewählten Kabelquerschnitte nach der Zahlentafel 3 war in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle die Berechnung nach dem Spannungsabfall entscheidend, teilweise auch nach der Erwärmung und vereinzelt nach dem Betriebsstrom und Kurzschlußstrom. Letzterer erhält jedoch eine erheblich größere Bedeutung, wenn wegen hoher Anlaufstromspitzen durchweg Träg-Patronen als Kurzschlußschutz vorgesehen werden müssen, was aber im allgemeinen bei einer Kabelabsicherung unter den vorliegenden Verhältnissen nicht erforderlich sein wird. Wie aus vorstehendem ersichtlich ist, sind also nicht, wie in der Praxis üblich, Einheitskabelquerschnitte vorgesehen, sondern der genaueren Auswertung wegen ist jeder Kabelquerschnitt genau nach den vorhandenen elektrischen Bedingungen berechnet und gewählt worden.

Trotzdem zeigen bereits jetzt die Kabelquerschnitte im 380-V-Betrieb Abmessungen, die teilweise über das betrieblich erträgliche Maß hinausgehen (siehe besonders Kabel *a* II und III sowie *e* III), während im 500-V-Betrieb selbst in den schwierigsten Fällen immer noch ein einigermaßen handlicher Kabelquerschnitt verlegt werden kann. Ein allgemeiner Übergang auf Träg-Patronen ist in den Betriebszuständen II und III weder bei 380- noch 500-V-Spannung möglich, weil sonst die Abbaustrecken-Kabel unzulässige Abmessungen, sei es als Einfachkabel oder als Parallelkabel, annehmen, wobei jedoch im 500-V-Betrieb immer noch erheblich mehr Möglichkeiten gegeben sind und dadurch den praktischen Verhältnissen eher Rechnung getragen werden kann als im 380-V-Betrieb.

Die Frage der zulässigen Kabelquerschnitte zwingt daher im vorliegenden Beispiel dazu, der Betriebsumstellung auf 500 V näherzutreten. Aus den Zahlentafeln 4 und 5 sind die Kabelbeschaffungskosten zu ersehen, die ebenfalls eindeutig zugunsten des 500-V-Betriebes sprechen, ganz abgesehen von dem erheblich höheren Materialaufwand für Kupfer, Blei, Eisen usw., der im 380-V-Betrieb erforderlich wird.

Zahlentafel 4. Einzelpreise für Grubenstrecken-kabel bei verschiedenen Kupferquerschnitten 1 kV 50 Per/s.

Bauart	Querschnitt mm <sup>2</sup>	Preis RM/1000 m
NKFG	3× 50	4 250
	3× 70	5 380
	3× 95	6 500
	3× 120	7 840
	3× 10	2 340
NGKFG	3× 16	3 050
	3× 25	3 990
	3× 35	4 910
	3× 50	6 330
	3× 70	7 910
	3× 95	10 050
	3× 120	11 970

Die Schalt- und Verteilungsanlagen.

Aus den Angaben der Zahlentafel 3 hinsichtlich Betriebsstrom, Kabelanzahl und -querschnitt, Sicherungs-

nennstrom und Kurzschlußstrom in Verbindung mit der Abbildung ergeben sich die vorzusehenden Schutzschalter nach Größe und Anzahl und damit auch ihre Beschaffungskosten im 380- und 500-V-Betrieb. Die Berücksichtigung des Kurzschlußstromes bietet im vorliegenden Fall keinerlei Schwierigkeiten, da als Kabelschutzschalter Sicherungsschalter gewählt werden, deren Nennausschaltvermögen 20000 A und mehr beträgt, also weit über den verlangten Werten liegt. Das gleiche gilt für die Motorschutzschalter, die einmal jeweils unmittelbar in Antriebsnähe stehen und zum anderen als Schütze mit thermischer Auslösung als Überlastungsschutz und Schmelzsicherungen als Kurzschlußschutz vorgesehen sind. Obwohl in VDE 0118, § 8 e) 5 die Möglichkeit geboten wird, unter bestimmten Voraussetzungen auch bei parallel geschalteten Zuleitungen mit einer Sicherung in der gemeinsamen Zuleitung auszukommen, ist im vorliegenden Fall, wie es auch praktisch meist geschieht, hiervon kein Gebrauch gemacht worden. Es werden daher für jede einzelne Zuleitung ein besonderer Schutzschalter und außerdem für jede Verteilung 1 bis 3 ein eigener Trennschalter in Ansatz gebracht.

Zahlentafel 5. Die Anlagekosten für Kabel im 380- und 500-V-Betrieb<sup>1</sup>.

Kabel	Betriebszustand											
	I 380		I 500		II 380		II 500		III 380		III 500	
	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM
a	4 550	3 766	3 766	2 275	5 488	4 550	4 550	2 975	6 825	4 550	4 550	3 766
b	3 437	2 793	2 793	2 135	9 492	7 596	7 596	5 892	26 103	16 583	16 583	13 052
c	3 437	2 793	2 793	2 135	3 437	2 793	2 793	2 135	3 437	2 793	2 793	2 135
d	998	751	751	585	998	751	751	585	998	751	751	585
e	6 014	4 665	4 665	3 791	18 357	14 573	11 470	9 179	45 486	30 058	30 058	19 095
f	6 014	4 665	4 665	3 791	6 014	4 665	4 665	3 791	6 014	4 665	4 665	3 791
insges.	24 450	19 433	19 433	14 712	43 786	34 928	31 825	24 557	88 863	59 400	59 400	42 424

<sup>1</sup> Abgerundete Werte.

Anlage- und Umstellungskosten.

Die Größe und die Anlagekosten der erforderlichen Schalt- und Verteilungsanlagen gehen aus den Zahlentafeln 6 und 7 hervor, worin auch die notwendigen Drehstrom-Öl-Kraftumspanner und Motoren aufgenommen sind.

Zahlentafel 6. Einzelpreise für schlagwettergeschütztes Material.

Gegenstand	Anlagekosten RM/Stück			
Umspanner <sup>1</sup> . . . .	200 kVA 3000	250 kVA 3200	320 kVA 3500	
Trennschalter <sup>2</sup> . .	200 A 700	350 A 850	450 A 1000	
Sicherungsschalter <sup>3</sup>	60 A 500	100 A 600	200 A 850	350 A 1500
Schütze <sup>4</sup> . . . . .		40 A 1150		
Motor <sup>5</sup> . . . . .		11 kW 1200	15 kW 1300	

<sup>1</sup> Drehstrom-Ölumspanner einschließlich Temperaturschutz.  
<sup>2</sup> Druckfeste Bauart (für 450 A mit Ölkapselung, da druckfeste Ausführung nicht vorhanden) einschließlich Schienenkasten und Kabelstutzen.  
<sup>3</sup> Druckfeste Bauart einschließlich Kurzschlußsicherungen, Schienenkasten und Kabelstutzen.  
<sup>4</sup> Druckfeste Bauart einschließlich Einbau-Trennschalter, Stromzeiger, Schienenkasten, Kabelstutzen und Kurzschlußsicherungen.  
<sup>5</sup> Käfigläufermotor in druckfestem Gehäuse.

Die Zahlentafel 7 ist so aufgeteilt, daß in der Kosten-gruppe A die Betriebsmittel aufgeführt sind, deren Spannungsumstellung von 380 auf 500 V einen besonderen Aufwand infolge der für die neue Betriebsspannung erforderlichen Herrichtung verursacht, während die Betriebsmittel der Kostengruppe B ohne weiteres verwendbar bleiben, was im besonderen deswegen möglich ist, weil Schalter mit Sicherungen vorgesehen sind; im Gegensatz

zu Selbstschaltern mit Auslösern, welche letztere bei einer Spannungsumstellung ebenfalls ausgewechselt werden müssen. Dabei wird der notwendige Austausch von Schmelzsicherungen höherer Nennstromstärke gegen kleinere Größen wegen des nur sehr geringfügigen Kostenaufwandes vernachlässigt. Das Gesamtbild ist zugunsten der 500-V-Spannung insofern noch besonders eindrucksvoll, als es wieder erkennen läßt, daß die Kabelkosten im 500-V-Betrieb rd. 27% und die gesamten Anlagekosten im Mittel 13% niedriger liegen als im 380-V-Betrieb und daß erstere in der 380-V-Anlage mit 11-kW-Antrieben fast gleich hoch sind wie in der 500-V-Anlage mit 15-kW-Antrieben. In der Praxis werden die Kabelkosten meist nicht diese Unterschiede aufweisen, weil hier aus Gründen der Vereinheitlichung durchweg Einheitskabelquerschnitte verschiedener, den hauptsächlichsten Verwendungszwecken angepaßter Größen benutzt werden, ohne Rücksicht auf die in Einzelfällen vorliegenden, unter Umständen erheblich geringeren Strombelastungen, während im Berechnungsbeispiel die Kabelquerschnitte einzeln nach ihrer Beanspruchung ausgelegt worden sind.

Unter Berücksichtigung der in der Zahlentafel 8 verzeichneten Umstellungskosten für die einzelnen in Frage kommenden Betriebsmittel gibt die Zahlentafel 9 schließlich die Mehrkosten wieder, die durch die Spannungsumstellung insgesamt bei den verschiedenen Betriebszuständen entstehen, während die Zahlentafel 10 die dabei erzielbaren Minderkosten nachweist, die bei Verwendung der entsprechend kleineren Bauarten im 500-V-Betrieb (nach den Zahlentafeln 3 und 7) günstigstenfalls erzielt werden können. Aus der Gegenüberstellung der beiden Kostenarten ergibt sich der zu erwartende Umstellungsverlust bzw. -gewinn nach der Zahlentafel 11.

Während also bei dem Betriebszustand I noch ein kleiner zusätzlicher Umstellungsverlust zu verzeichnen ist, wird bei der Umstellung der Betriebszustände II und III

Zahlentafel 7. Zusammenstellung der Anlagekosten der elektrischen Ausrüstung im 380- und 500-V-Betrieb.

Gegenstand	Betriebszustand											
	I 380		I 500		II 380		II 500		III 380		III 500	
	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM
<b>Kostengruppe A</b>												
Umspanner . . . . . 200 kVA		3 000		3 000		3 000		3 000				
„ . . . . . 250 „	3 200		3 200		3 200		3 200			3 200		3 200
„ . . . . . 320 „												
Schütze . . . . . 40 A	18 400	18 400	18 400	18 400	23 000	23 000	23 000	23 000	27 600	27 600	27 600	27 600
Motoren . . . . .	20 800	19 200	20 800	19 200	26 000	24 000	26 000	24 000	31 200	28 800	31 200	28 800
insges. A	42 400	40 600	42 400	40 600	52 200	50 000	52 200	50 000	62 300	59 600	62 300	59 600
<b>Kostengruppe B</b>												
<b>Verteilung 1</b>												
Trennschalter . . . . . 200 A				700								
„ . . . . . 350 „	850	850	850			850	850	850		850	850	850
„ . . . . . 450 „ <sup>1</sup>					1 000				1 000			
Sicherungsschalter . . . . . 200 „	1 700	1 700	1 700	850	1 700	1 700	1 700	1 700	2 550	1 700	1 700	1 700
<b>Verteilung 2</b>												
Trennschalter . . . . . 200 „	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700	700
Sicherungsschalter . . . . . 60 „		500	500	1 000		500	500	1 000		500	500	1 000
„ . . . . . 100 „	1 200	1 800	1 200	600	1 200	1 800	1 200	600	1 200	1 800	1 200	600
„ . . . . . 200 „	850				850				850			
<b>Verteilung 3</b>												
Trennschalter . . . . . 200 „	700	700	700	700	700	700	700	700	1 400	700	700	700
Sicherungsschalter . . . . . 60 „				500								
„ . . . . . 100 „	600	1 200	1 200	600				600				
„ . . . . . 200 „	850				2 550	1 700	1 700	850	3 400	2 550	2 550	1 700
Kabel . . . . .	7 450	7 450	6 850	5 650	8 700	7 950	7 350	7 000	11 100	8 800	8 200	7 250
insges. B	31 900	26 883	26 283	20 362	52 486	42 878	39 175	31 557	99 963	68 200	67 600	49 674
Summe A + B	743 00	67 483	68 683	60 962	104 686	92 878	91 375	81 557	162 263	127 800	129 900	109 274
Vergleichszahl . . . . .	100,0	100,0	92,6	90,3	100,0	100,0	87,2	87,7	100,0	100,0	80,2	85,2

<sup>1</sup> Ölgekapselte Bauart, da druckfeste Ausführung, wie in allen anderen Fällen vorgesehen, in dieser Größe nicht vorhanden.

Zahlentafel 8. Einzelkosten für den Umbau von Betriebsmitteln von 380 auf 500 V Betriebsspannung.

Arbeitsvorgang	Stück etwa RM						
Umwickeln eines Umspanners . . . . .	<table border="0"> <tr><td>{ 200 kVA</td><td>900</td></tr> <tr><td>{ 250 „</td><td>1000</td></tr> <tr><td>{ 320 „</td><td>1100</td></tr> </table>	{ 200 kVA	900	{ 250 „	1000	{ 320 „	1100
{ 200 kVA	900						
{ 250 „	1000						
{ 320 „	1100						
Umwickeln eines Motors . . . . .	<table border="0"> <tr><td>{ 11 kW</td><td>350</td></tr> <tr><td>{ 15 „</td><td>450</td></tr> </table>	{ 11 kW	350	{ 15 „	450		
{ 11 kW	350						
{ 15 „	450						
Auswechseln der Magnetspule eines Schützes <sup>1</sup> . . . . . 40 A	15						

<sup>1</sup> Die thermischen Auslöser kommen hier nicht in Anrechnung, da ihr vorhandener Einstellbereich die Motornennstromstärken für beide Spannungen umfaßt, andernfalls würde sich ein Mehrpreis von etwa 35 RM ergeben, der ebensowenig ins Gewicht fällt.

Zahlentafel 9. Die Mehrkosten der Spannungsumstellung durch Umbau der Betriebsmittel.

Gegenstand	Betriebszustand					
	I		II		III	
	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM
Umspanner . . . . .	1000	900	1 000	900	1 100	1000
Motoren . . . . .	7200	5600	9 000	7000	10 800	8400
Schütze . . . . .	240	240	300	300	360	360
insges.	8440	6740	10 300	8200	12 260	9760

Zahlentafel 10. Die Minderanlagekosten bei Verwendung von 500 V gegenüber 380 V Betriebsspannung.

Gegenstand	Betriebszustand					
	I		II		III	
	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM
Verteilungen . . . . .	600	1800	1 350	950	2 900	1 550
Kabel . . . . .	5017	4721	11 961	10 371	29 463	16 976
insges.	5617	6521	13 311	11 321	32 363	18 526

darüber hinaus noch ein merkbarer rechnerischer Gewinn erzielt. Ob und in welcher Höhe dieser sogleich mit der Umstellung erreicht werden kann, hängt im praktischen Betrieb allein davon ab, in welchem Umfang die Kabel- und Verteilungsanlagen genau wie vorgesehen verfügbar sind bzw. neu beschafft werden können und in welchem Maß das ausgebaute Material anderweitig ebenfalls richtige Verwendung findet. Fallen aber die im 500-V-Betrieb eingesetzten Betriebsmittel leistungsmäßig größer aus als hier berechnet wurde, was bei einer Spannungsumstellung leicht möglich ist, oder können die freigesetzten 380-V-Betriebsmittel keine entsprechende wirtschaftliche Weiterverwendung finden, dann ist auf diese Fälle auch nicht die vorstehende Kostenberechnung in vollem Umfange anwendbar.

Zahlentafel 11. Das kostenmäßige Ergebnis der Spannungsumstellung.

Kostenart	Betriebszustand					
	I		II		III	
	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM	15 kW RM	11 kW RM
Mehrkosten . . . . .	8440	6740	10 300	8 200	12 260	9 760
Minderkosten . . . . .	5617	6521	13 311	11 321	32 363	18 526
Verlust (-) bzw. Gewinn (+) . . . . .	-2823	-219	+3011	+3121	+20 103	+8 766

In jedem Fall aber wird auf die Dauer gesehen ein Gewinn zu erzielen sein, gleichgültig, welcher der drei betrachteten Betriebszustände für die Umstellung in Frage kommt, da bei weiterer Elektrifizierung des Betriebes, Ersatz verbrauchten Materials, Einbau stärkerer Antriebe und dgl. schließlich einmal der Zustand erreicht wird, in dem die bestmögliche wirtschaftliche und betriebliche Ausnutzung der Gesamtanlage gegeben ist, also Verhältnisse geschaffen sind, wie sie dem untersuchten Fall zugrunde

liegen. Dieser Gewinn ist dann als Dauergewinn zu buchen und erhöht sich auf den Betrag, der sich als Unterschied der gesamten Anlagekosten zwischen dem 380- und 500-V-Betrieb nach der Zahlentafel 7 ergibt.

Selbst für den Normalfall, daß die Eigenart des Betriebes nur eine schrittweise erfolgende Umstellung zuläßt, diese also vorerst mit einem entsprechenden Kostenaufwand verbunden ist, kann sie trotzdem empfohlen werden, wenn die betrieblichen Voraussetzungen hierfür vorliegen. Denn gemessen an den gesamten Anlagekosten des vorhandenen 380-V-Betriebes betragen im vorliegenden Beispiel die tatsächlichen Umstellungskosten (ohne Einrechnung des etwa erzielbaren Gewinnes) nur zwischen 11,5 und 7,5%. Sie sind also außerordentlich gering und werden verhältnismäßig desto kleiner, je größer der elektrische Betriebsumfang (Betriebszustand III) bereits ist. Da außerdem, wie vorher betont, die Anlagekosten des 500-V-Betriebes im Mittel 13% niedriger liegen als die des 380-V-Betriebes, ist also die Wirtschaftlichkeitsfrage auf die Dauer gesehen ohne weiteres für jeden Fall eindeutig zugunsten der Umstellung entschieden.

Ein Beweis für die Richtigkeit der rechnerischen Überlegungen ist noch darin zu erblicken, daß in einem zurzeit bereits vorliegenden praktischen Fall, über den von anderer Seite später Näheres mitgeteilt wird, die Umstellungskosten einer sehr stark elektrifizierten Großschachthanlage (beispielsweise sind fast 200 schlagwettergeschützte Motoren vorhanden) nur etwa 7% des Anlagekapitals des vorhandenen 380-V-Betriebes ausmachen, weil gleichzeitig mit der Umstellung auch die Neuerstellung eines elektrischen Flözbetriebes nebenher läuft. Läßt man den dabei erzielten Gewinn unberücksichtigt, betragen die gesamten Umstellungskosten trotzdem immer erst höchstens 15%.

Schwierig bleibt naturgemäß die praktische Durchführung der Umstellung, da sie ohne Förderstörungen erledigt werden muß, während andererseits weder Ersatzmaterial noch Reservereviere genügend vorhanden sind, um unabhängig vom laufenden Betrieb die neue 500-V-Anlage aufzubauen. Hier kann nur der Betrieb selbst von Fall zu

Fall entscheiden, ob die technischen und kostenmäßigen Vorteile der Umstellung die damit verknüpften zeitweiligen betrieblichen Nachteile auf die Dauer überwiegen. Zweckmäßig ist es jedenfalls, die Umstellungsfrage zeitig zu erörtern und, wenn sie einmal bejaht worden ist, dann auch sofort zu lösen, weil die Lösung desto schwieriger sein wird, je größer der Umfang der elektrischen Anlage geworden ist.

#### Zusammenfassung.

Um die vielfach erörterte Umstellungsfrage hinsichtlich der Betriebsspannungen auch kostenmäßig zu klären, ist an einem Beispiel mit wechselnden bergtechnischen Zuständen eine entsprechende Berechnung durchgeführt worden. Dabei wurde vor allem der sehr wichtigen Bestimmung des Kabelquerschnittes und des vorgeschriebenen kleinsten Kurzschlußstromes Beachtung geschenkt. Eine zwangsläufige Gegenüberstellung der Anlagekosten der Betriebe verschiedener Spannungen ergab wieder die wirtschaftliche Überlegenheit des 500-V-Betriebes. Ebenso zeigte die Berechnung der Umstellungskosten, daß diese sowohl an sich als auch im Vergleich zu den Anlagekosten des 380-V-Betriebes sehr gering sind und dazu im Hinblick auf die niedrigeren Anlagekosten des 500-V-Betriebes, auf lange Sicht gesehen, durch die erzielbaren Ersparnisse nicht nur aufgewogen werden, sondern sich sogar in einen dauernden Umstellungsgewinn verwandeln. Daraus ergibt sich als eindeutige Schlußfolgerung, daß die Spannungs-umwandlung von 380 V auf 500 V in allen Fällen unbedingt empfohlen werden kann, in denen bei Verwendung der niedrigeren Spannung erhebliche technische Schwierigkeiten aufzutreten oder mit Sicherheit zu erwarten sind, denen man mit rein bergtechnischen Maßnahmen nicht zu begegnen vermag.

Bei Verwendung von Selbstschaltern mit thermischer und magnetischer Schnellauslösung als Kabelschutzschalter statt der vorgesehenen Sicherungsschalter ändert sich das aufgezeichnete Bild etwas, ohne jedoch das Endergebnis maßgebend beeinflussen zu können. Hierauf soll in einer besonderen Arbeit noch näher eingegangen werden.

## Betontechnische Fragen und Erfahrungen beim Gefrierschachtausbau.

Von Betriebsingenieur Gustav Mußnug, Oberhausen (Rhld.).

(Schluß.)

### Ergebnisse der laufenden Bauüberwachung beim Ausbau der inneren Tübbingsäule.

Beim Bau der inneren Tübbingsäule lagen die Verhältnisse für das Einbringen des Betons wesentlich günstiger als beim Bau der äußeren Tübbingsäule. Der Ausbau erfolgte ringweise von unten nach oben. Die Höhe eines Tübbingringes betrug 1,50 m, der größte Zwischenraum zwischen den beiden Tübbingsäulen ohne Berücksichtigung der Verstärkungsrippen 35 bis 38 cm. Der Beton konnte also wie üblich von oben eingefüllt und mit Handstampfern gut nachverdichtet werden. Für den zweckmäßigen Aufbau des Betons ergab sich damit ein genügend großer Spielraum. Im Vordergrund stand die Festigkeit des Betons, da die Wasserdichtigkeit des Schachtes durch die beiden Tübbingsäulen weitestgehend gewährleistet war. Bauseitig wurde von dem Beton eine Mindestdruckfestigkeit von 300 kg/cm<sup>2</sup> verlangt. Bei den Zufälligkeiten auf der Baustelle verlangte diese Forderung einen entsprechenden Aufbau des Betons und eine scharfe Überwachung der Betonherstellung. Für einen hochdruckfesten Beton verwendet man zweckmäßig den höchstzulässigen Anteil an grobem Korn im Zuschlagstoff. Zur Verfügung standen ein Rheinkies und der beim Bau der äußeren Tübbingsäule angefallene Grobkies. Bei dem angelieferten Rheinkies war der Anteil an feinem Korn zu hoch. Es wurde daher dem Rheinkies eine entsprechende Menge Grobkies zugeschlagen. Als Bindemittel diente Eisenportlandzement

»Gutehoffnungshütte«. Der Zusatz betrug etwa 450 kg/m<sup>3</sup> Beton.

Nach den Erfahrungen mit dem Vergußbeton bzw. Mörtel für die äußere Tübbingsäule war die Wärmeentwicklung des in fetter Mischung verarbeiteten hochwertigsten Zementes auch im Gefrierschacht reichlich hoch. Erst nach einigen Wochen traten an der Innenseite der Tübbingsegmente Eiskristalle auf. Beim Ausbau der inneren Tübbingsäule waren die Verhältnisse für die Wärmeentwicklung des Betons noch erheblich günstiger als beim Ausbau der äußeren Tübbingsäule. Die etwas höheren Gebirgstemperaturen, der schnelle Baufortschritt — täglich war die Verarbeitung von etwa 27 m<sup>3</sup> Beton vorgesehen —, nicht zuletzt aber auch der im Verhältnis zu dem Vergußmörtel sehr geringe Wasserzusatz zu dem Beton für die innere Tübbingsäule konnten u.U. zu einer unliebsam hohen Wärmeentwicklung führen. So vorteilhaft eine gewisse Wärmemenge für die Entwicklung der Anfangsfestigkeiten des Betons im Gefrierschacht ist, so nachteilig können sich u.U. etwas erhöhte Temperaturen auf den Beton auswirken. So kann beispielsweise starke Wärmeentwicklung Spannungsrisse im Beton verursachen und den Abbindevorgang, der bei Verwendung von hochwertigem Zement ohnehin verhältnismäßig schnell vorstatten geht, so beschleunigen, daß selbst bei einem verhältnismäßig schnellen Baufortschritt im Schacht laufend Arbeitsfugen entstehen. Bei erhöhter Temperatur besteht weiterhin die

Gefahr, daß der Beton vorzeitig austrocknet und die erforderlichen Endfestigkeiten nicht erreicht werden. Für den Ausbau der inneren Tübbingsäule wurde daher an Stelle des hochwertigen Eisenportlandzementes normaler Eisenportlandzement »Gutehoffnungshütte« verwandt. Der normale Zement hat eine geringere Wärmeentwicklung und eine erheblich längere Abbindezeit als der hochwertige Zement.

Die Kornzusammensetzung des Zuschlagstoffes für den Beton der inneren Tübbingsäule lag an der unteren Grenze des Feldes für besonders gute Zuschlagstoffe (vgl. Abb. 1). Der Zementzusatz betrug etwa 450 kg/m<sup>3</sup> Beton. Die Verarbeitung erfolgte zwischen erdfeucht und plastisch. Bei der gegebenen Möglichkeit einer guten Verdichtung des Betons mit Handstampfern und der angewendeten fetten Mischung ließe sich auch bei dieser Verarbeitungsweise ein dichter Beton erzielen.

Die Bauüberwachung beim Bau der inneren Tübbingsäule umfaßt die laufende Prüfung der Kornzusammensetzung, des Mischungsverhältnisses, des Wasserzusatzes und der Festigkeit. Für die Prüfung der Kornzusammensetzung des Zuschlagstoffes entnahm man in bestimmten Zeitabständen Betonproben aus der Mischmaschine. Aus dem abgeschlemmten Anteil wurde der Zementgehalt errechnet, im Rückstand die Kornzusammensetzung des Zuschlagstoffes ermittelt. Die Betonsteife bestimmte man täglich mehrere Male mit dem sogenannten Eindringgerät, das bei der Herstellung des Betons für die Reichsautobahnen im Gebrauch ist<sup>1</sup>. An der Eindringtiefe kann die Betonsteife und damit auch der richtige Wasserzusatz gut erkannt werden. Für die Festigkeitsermittlung wurden stündlich Stichproben entnommen. Die Prüfkörper (20 cm Würfel) erhärteten die ersten Tage auf der Baustelle bei einer Temperatur von 1 bis 3° C und anschließend unter den üblichen Bedingungen in Luft von Zimmertemperatur. Nach 7 bzw. 28 Tagen wurden sie auf Druckfestigkeit geprüft.

Zur Feststellung der Betontemperaturen im Schacht während der ersten Zeit der Erhärtung des Betons wurde in bestimmten Abständen, in der Regel alle 9 m, ein Widerstandsthermometer (Pl. 100 Ohm bei 0° C) eingebaut. Mehrfarbensreiber zeichneten fortlaufend die jeweiligen Beton- und Raumtemperaturen im Schacht auf. Die Beurteilung der räumlichen Festigkeiten des Betons nach einer gewissen Erhärtungszeit im Gefrierschacht ist bei den vorkommenden extremen Temperaturverhält-

nissen nur an Hand des Temperaturverlaufs im Beton möglich.

Die an den Betonproben ermittelten Kornzusammensetzungen des für den Ausbau der inneren Tübbingsäule verwandten Betonzuschlagstoffes zeigt Abb. 9. Bei dem angewendeten sehr fetten Mischungsverhältnis von Zement : Zuschlagstoff konnte ohne Bedenken ein etwas größerer Zuschlagstoff als üblich verarbeitet werden.

Der durch Abschleimmen des Betongemisches ermittelte Zementgehalt lag im Mittel bei 455 kg/m<sup>3</sup> Beton. Gewisse Schwankungen im Zementgehalt ergaben sich aus dem wechselnden Raumbgewicht des Zuschlagstoffes, z. T. aber

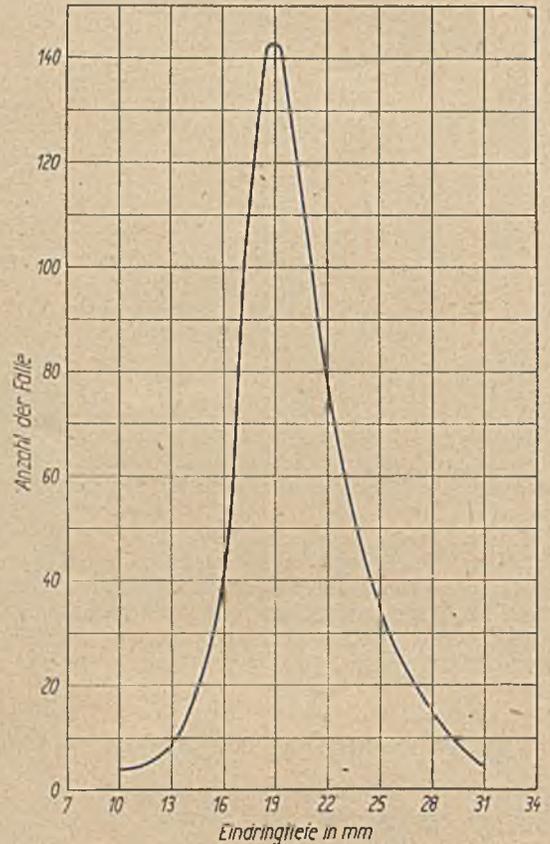


Abb. 10. »Steifegrad« des Betons für die innere Tübbingsäule.

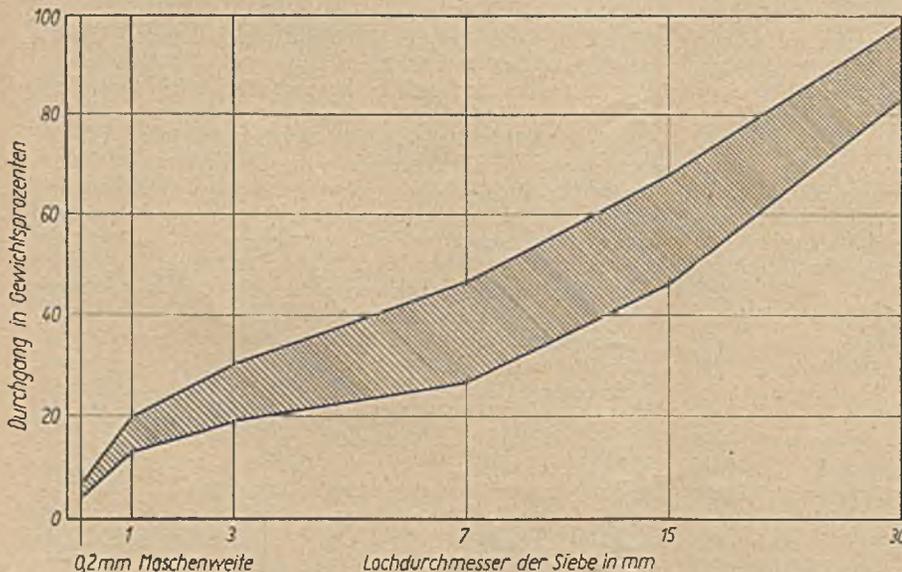


Abb. 9. Kornzusammensetzungen des Zuschlagstoffes für den Beton der inneren Tübbingsäule.

auch durch ungenaue Zuteilung der Einzelkomponenten. Das Raumbgewicht des Zuschlagstoffes ist in erster Linie abhängig von der Sperrigkeit, d. h. von den Korngrößen und Kornformen, es wird aber auch von dem Feuchtigkeitsgehalt mehr oder weniger beeinflusst. Bei der räumlichen Bemessung der Zuschlagstoffe lassen sich, besonders bei den Verhältnissen auf der Baustelle, Schwankungen im Mischungsverhältnis nicht ganz vermeiden. Für einen exakten Beton-aufbau sind bekanntlich die scharfe Trennung der Einzelkomponenten des Zuschlagstoffes und ihre gewichtsmäßige Zuteilung unerläßliche Voraussetzung.

Die mit dem Wasserzusatz in unmittelbarem Zusammenhang stehende Betonsteife wurde täglich mehrere Male ermittelt. Für die Feststellung des »Steifegrades« des

<sup>1</sup> Richtlinien für Fahrbahndecken, herausgegeben von der Direktion der Reichsautobahnen, März 1935, S. 15.

Betons benutzte man das sogenannte Eindringgerät. Die Eindringtiefe ist ein sehr gutes Kennzeichen für den Steifegrad des Betons und den angewendeten Wasserzusatz. Zwischen dem Wasserzusatz und der Festigkeit des Betons besteht bekanntlich eine sehr enge Beziehung. Bei sonst gleichen Verhältnissen (gleicher Kornzusammensetzung, gleichem Zementzusatz usw.) fallen mit zunehmendem Wasserzusatz die Festigkeiten nahezu linear ab<sup>1</sup>. Der genauen Einhaltung des Wasserzusatzes kommt daher bei der Betonherstellung eine große Bedeutung zu. Abb. 10 zeigt die während der Bauzeit ermittelten Eindringtiefen. Der richtige Steifegrad des Betons war bei einer Eindringtiefe zwischen 16 und 23 mm gegeben, entsprechend einem Wasserzusatz von 6,5–7,5%. Aus der Abbildung ergibt sich, daß in den weitaus meisten Fällen der richtige Steifegrad vorhanden war.

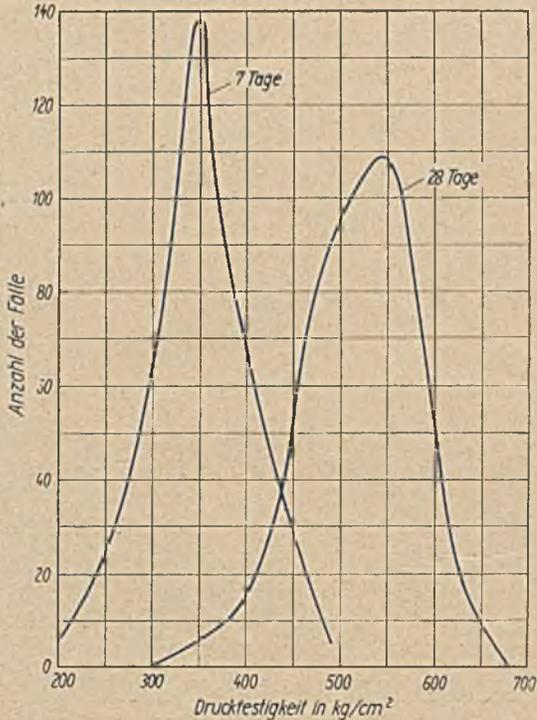


Abb. 11. Druckfestigkeit des Betons für die innere Tübbingsäule nach 7 und 28 Tagen (Einzelergebnisse).

Für die Festigkeitsprüfungen wurden nach den Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, Abschnitt D, jeweils Würfel von 20 cm Kantenlänge angefertigt. An Stelle der in diesen Bestimmungen vorgesehenen 6 Schläge auf jede Stampfstelle verdichtete man die Würfel mit je 3 Schlägen. Man verminderte die Stampfarbeit so erheblich, um sie der Stampfarbeit des Betons im Schacht, die nur mit Holzstampfern erfolgte, anzugleichen. Für die Festigkeitsprüfungen wurden während des Betonierens laufend jede Stunde Proben entnommen. Die Arbeitsleistung betrug stündlich rd. 3 m<sup>3</sup> Beton. Im Regelfall ist also praktisch jeder dritte Kubikmeter Beton auf Festigkeit geprüft worden. Insgesamt hat man beim Ausbau der inneren Tübbingsäule rd. 700 Betonwürfel angefertigt. Über die ermittelten Druckfestigkeiten unterrichten die Abb. 11 und 12. Der besseren Übersicht wegen sind zunächst in Abb. 11 die Einzelergebnisse nach der Häufigkeit der Fälle eingezeichnet. Entsprechend den mehr oder weniger großen Schwankungen in der Kornzusammensetzung, im Mischungsverhältnis und im Wasserzusatz zeigen sich auch in den Festigkeiten der Stichproben größere Unterschiede. So schwankt beispielsweise im Höchstfall die 7-Tage-Festigkeit zwischen 200 und 475 kg/cm<sup>2</sup>, die 28-Tage-Festigkeit zwischen 300 und

675 kg/cm<sup>2</sup>. In keinem Falle jedoch lag bei den Stichproben die Druckfestigkeit nach 28 Tagen unter 300 kg/cm<sup>2</sup>. Bei der Bewertung der Einzelergebnisse ist zu berücksichtigen, daß die Stichproben jeweils aus einer Betonmischung, d. h. von einer Betonmenge von knapp einem halben Kubikmeter entnommen worden sind. In gleicher Weise wie beim Ausbau der äußeren Tübbingsäule wurde auch beim Ausbau der inneren jeder Einsatz gleichmäßig auf den ganzen Kreisumfang verteilt. Im Schacht erfolgte daher noch eine weitgehende Vermischung der einzelnen Einsätze, zumal der Beton mit Handstampfern gut gestampft und damit weiter vermengt wurde. Die ermittelten Einzelergebnisse dürfen daher mit einem gewissen Recht etwas ausgeglichen werden. Bei Ausgleichung der etwas aus dem Rahmen fallenden Einzelergebnisse ergaben sich bei dem Beton für die innere Tübbingsäule eine 7-Tage-Festigkeit zwischen 250 und 450 kg/cm<sup>2</sup> und eine 28-Tage-Festigkeit zwischen 400 und 620 kg/cm<sup>2</sup>.

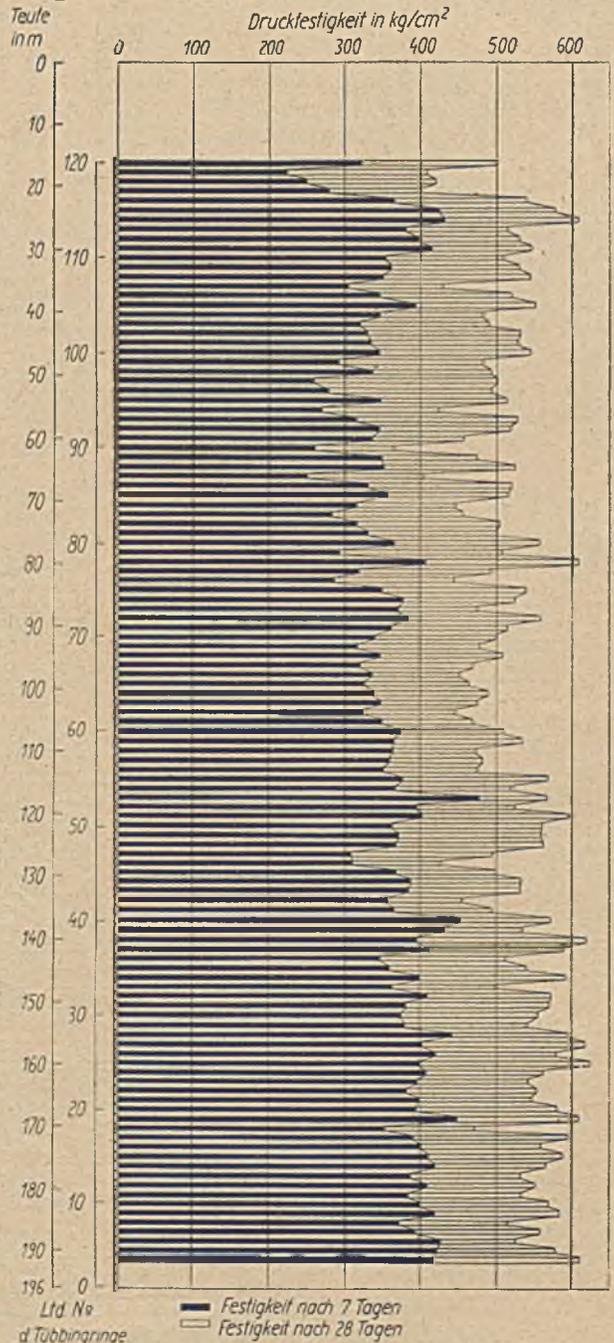


Abb. 12. Druckfestigkeit des Betons für die innere Tübbingsäule nach 7 und 28 Tagen. (Ausgemittelte Ergebnisse.)

<sup>1</sup> S. a. R. Orün: Herstellung, Erhärtung, Wasserdichtigkeit und Agressivbeständigkeit von Beton im Schachtbau, Glückauf 77 (1941) S. 353.

Beim Ausbau der inneren Tübbingsäule wurden, wie bereits erwähnt, für jeden Tübbingring etwa 9 m<sup>3</sup> Beton verbraucht.

Von dieser Betonmenge entnahm man im Regelfall 3 Proben. Bildet man aus den Einzelergebnissen dieser 3 Proben das Festigkeitsmittel, dann ergeben sich für jeden Tübbingring die in Abb. 12 dargestellten Festigkeiten. Wie die Abbildung zeigt, wurde nur in einem Falle die Festigkeit von 400 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen unterschritten.

Der Ausbau der inneren Tübbingsäule fiel in die außerordentlich strengen Wintermonate Dezember, Januar und

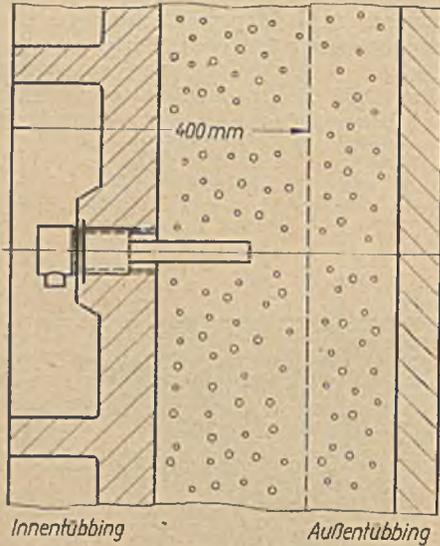


Abb. 13. Anordnung der Widerstandsthermometer in der Tübbingwand.

Februar 1939/1940. Der starke Frost erforderte bei der Betonherstellung besondere Maßnahmen. Der Kies mußte aufgetaut und angewärmt und der Frischbeton auf eine entsprechende Temperatur gebracht werden, wenn man der Gefahr der alsbaldigen Einfrierung des Betons im Schacht wirksam begegnen wollte. Mit Dampfschlangen wurden

Meßstelle	Teufe m
19	16,11
18	30,5
17	45,5
16	60,5
15	69,5
14	83,0
13	92,0
12	101,0
11	111,5
10	123,5
9	132,5
8	141,5
7	150,5
6	159,5
1-5	165,0

Abb. 14. Anordnung der Meßstellen im Schacht.

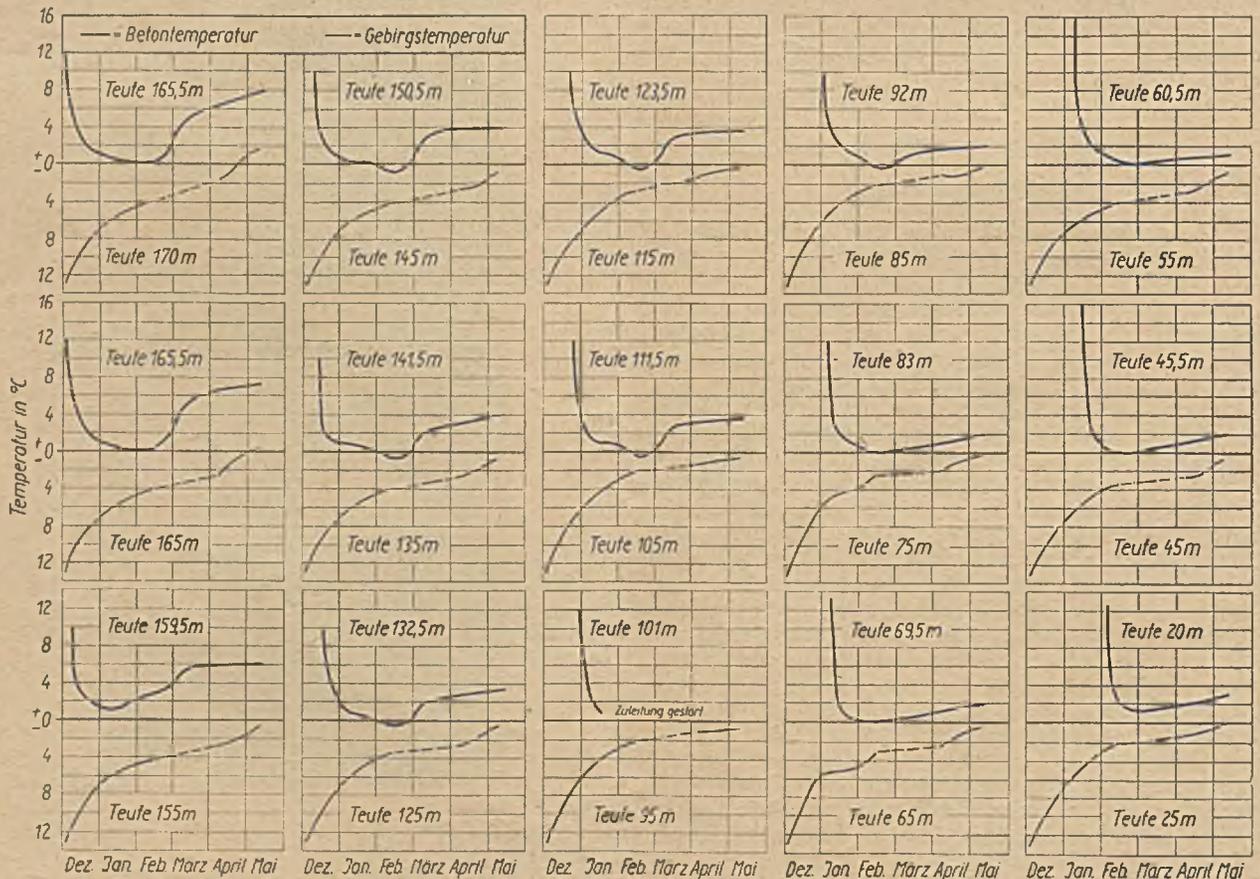


Abb. 15. Beton- und Gebirgstemperaturen während der Erhärtungszeit des Betons. (Die Raumtemperatur wurde nur in einer Teufe von 165,5 m ermittelt, vgl. Bild links oben.)

das Anmachwasser und der Betonkies so erwärmt, daß der Frischbeton beim Austritt aus der Mischmaschine eine Temperatur von 20 bis 30° C hatte. Zur weiteren Sicherheit blies man noch leicht angewärmte Luft in den Schacht. Durch diese Maßnahmen ließ sich die Betontemperatur während der ersten Zeit der Erhärtung so hoch halten, daß der exotherme Abbindevorgang in gewissem Umfange wenigstens einsetzen konnte. Damit war eine ausreichende Vorerhärtung des Betons vor der Frosteinwirkung gewährleistet.

#### Beton- und Gebirgstemperaturen im Gefrierschacht.

Die Festigkeit des Betons im Gefrierschacht läßt sich nach einer gewissen Zeit nur dann annähernd beurteilen, wenn die Bedingungen bekannt sind, unter denen der Beton während der ersten Zeit im Schacht erhärtete. Es wurden daher die Betontemperaturen im Schacht bis zum Auftauen des Gebirges, d. h. bis zur ersten Beanspruchung des Betons, fortlaufend gemessen.

Abb. 13 zeigt die Anordnung der Widerstandsthermometer in der Tübbingwand, und aus Abb. 14 geht die Verteilung der Meßstellen im Schacht hervor. Die Thermometer wurden jeweils bis zur Mitte der Betonwand eingeführt. An einer Meßstelle, und zwar in einer Tiefe von 166 m, baute man in einem Tübbingring 4 Thermometer ein, um festzustellen, ob im Kreisumfang des Schachtes Temperaturunterschiede bestanden. Diese Messungen ließen während der monatelangen Beobachtung eine völlige Übereinstimmung erkennen.

In Abb. 15 sind die bei den verschiedenen Meßstellen beobachteten Betontemperaturen und die in einem Bohrloch ermittelten Gebirgstemperaturen in verschiedenen Teufen dargestellt<sup>1</sup>. In einer Teufe von 166 m wurde auch fortlaufend die Raumtemperatur gemessen. Wie aus Abb. 15 hervorgeht, unterschritt nur in einigen Fällen und nur für kurze Zeit die Betontemperatur 0° C. Diese geringe Frosteinwirkung auf den Beton ist praktisch bedeutungslos, zumal die Temperatur im ungünstigen Falle nur -1° C betrug und der betreffende Beton vor der Frosteinwirkung genügend vorerhärtet war.

#### Festigkeiten des Betons bei der Erhärtung im Gefrierschacht.

Um einen genaueren Einblick in den Festigkeitsverlauf des Betons unter den Bedingungen im Gefrierschacht zu gewinnen, brachte man in den Schacht eine Reihe Betonkörper ein, die aus dem gleichen Beton hergestellt worden waren, wie er für den Ausbau der inneren Tübbingsäule Verwendung gefunden hatte. Diese Betonkörper erhärteten also unter den gleichen Temperaturverhältnissen wie der in den Schacht eingebrachte Beton. Abb. 16 zeigt die Temperaturen während der Erhärtung und die ermittelten Druckfestigkeiten. Wie aus dem Verlauf der Temperaturkurve zu ersehen ist, waren bei den angestellten Versuchen die Temperaturverhältnisse etwa die gleichen wie in den verschiedenen Teufen des Schachtes (s. Abb. 15). Besonders bemerkenswert ist die Festigkeitszunahme des Betons bei den verhältnismäßig niedrigen Temperaturen zwischen 7 und 28 Tagen. Wie die Abbildung zeigt, stieg die Festigkeit bei einer Erhärtungstemperatur von nur -1° C innerhalb 3 Wochen von 320 auf 460 kg/cm<sup>2</sup>, sie nahm weiter stark zu, obwohl die Temperatur im günstigsten Falle nur +2° C betrug, und erreichte nach 1½ Monaten den Wert von 550 kg/cm<sup>2</sup>.

Aus diesen Festigkeitszahlen konnte gefolgert werden, daß der für den Ausbau der inneren Tübbingsäule verwandte Beton vor dem Auftauen des Gebirges, d. h. nach einer Gesamterhärtungszeit von 4-5 Monaten, die für die Beanspruchung erforderliche Festigkeit gut erreicht hatte.

<sup>1</sup> Die Messung der Gebirgstemperaturen führte die Firma Haniel & Lueg, Düsseldorf-Grafenberg, durch.

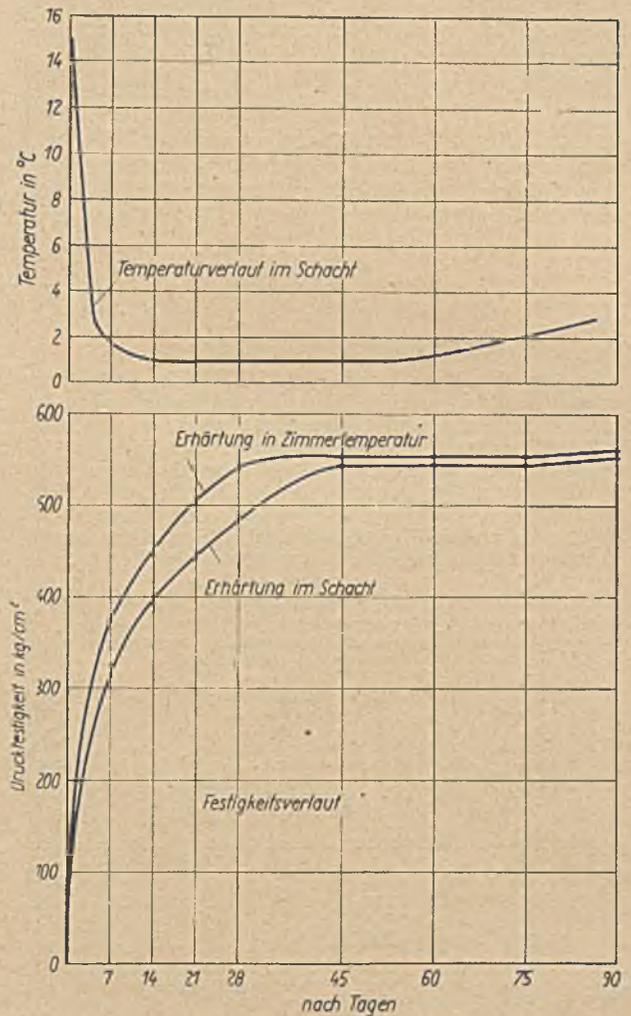


Abb. 16. Festigkeitsverlauf des Betons unter den Bedingungen im Schacht. Temperaturen während der Erhärtungszeit.

#### Zusammenfassung.

Die beim Ausbau des Schachtes 2 der Zeche Franz Haniel gesammelten betontechnischen Erfahrungen zeigen, daß für den Ausbau eines Gefrierschachtes Beton ohne Bedenken herangezogen werden kann, sofern die Temperaturverhältnisse im Schacht eine ausreichende Vorerhärtung vor der Frosteinwirkung gewährleisten. Diese Voraussetzungen können bei richtiger Auswahl des Zementes, richtiger Bemessung des Zementzusatzes, Anwärmung der Zuschlagstoffe und des Anmachwassers, gegebenenfalls auch durch Einblasen von Warmluft in den Schacht, leicht erfüllt werden.

Die in größerem Umfange durchgeführten Frostversuche mit Beton ergaben, daß in gewissem Ausmaße vorerhärteter Beton durch den Frost in keiner Weise geschädigt wird. Der Erhärtungsverlauf wird zwar durch den Frost gehemmt, völlig zum Stillstand kommt er indessen während der Frostperiode nicht. Nach dem Auftauen schreitet die Festigkeitsentwicklung des Betons weiter fort. Auch an eingefrorenem Frischbeton konnte keine Zerstörung beobachtet werden. Die Festigkeit des eingefrorenen Frischbetons ist allerdings nach dem Auftauen nur gering; er erhärtet aber weiter und erreicht schon nach einigen Wochen beachtliche Festigkeiten. Die Frage, ob der in unabgebundenem Zustande eingefrorene und später wiederaufgetaute Beton in späteren Zeiträumen die gleiche Endfestigkeit erreicht wie ein unter normalen Bedingungen erhärteter Beton, bleibt noch zu klären. Zu

berücksichtigen ist, daß die günstigen Ergebnisse an einem sehr fetten Beton (Zementzusatz 475 kg/m<sup>3</sup> Beton) festgestellt worden sind. Bei diesem Mischungsverhältnis wird nicht nur ein dichter, sondern auch ein hochdruckfester Beton erzielt. Druckfestigkeit und Wasseraufnahmefähigkeit sind offenbar die Faktoren, von denen die Frostempfindlichkeit des Betons weitgehend abhängt.

Von besonderer Bedeutung für den Gefrierschachtabbau ist die Festigkeitszunahme des Betons nach einer

gewissen Vorerhärtung unter den Bedingungen im Schacht, d. h. bei einer Temperatur von nur wenigen Graden über Null. Innerhalb 3 Wochen stieg die Festigkeit der in den Schacht eingebrachten Betonkörper von 320 auf 460 kg/cm<sup>2</sup>, obwohl die Temperatur nur 1–2° C über Null lag.

Die bei der Bauüberwachung gesammelten Erfahrungen bewiesen, daß ein exakter Betonaufbau, wie bekannt, nur bei einer gewichtsmäßigen Zuteilung der Einzelkomponenten mit Sicherheit zu erzielen ist.

## UMSCHAU

### Bergschulverein Lothringen.

In der Mitgliederversammlung der Werke des lothringischen Steinkohlen-, Erz- und Salzbergbaues sowie der Industrie der Steine und Erden wurde am 5. Juli der Bergschulverein Lothringen e. V. gegründet. Der Sitz des Vereins ist Saarbrücken. Er betreibt die Ausbildung des bergmännischen Nachwuchses auf den lothringischen Berufsschulen, Bergvorschulen und den Bergschulen Diedenhofen und Saarbrücken und ist Träger aller Gemeinschaftsaufgaben technischer und wissenschaftlicher Art zum

Nutzen des Bergbaues. In den Vorstand wurden gewählt Generaldirektor Dr. Wächter (Vorsitzer), Bergwerksdirektor Bergassessor Beckenbauer (stellv. Vorsitzer), Bergwerksdirektor Dipl.-Ing. Kerchnawe, Bergassessor Schäfer, Kaufmann Schwesinger, Dr. Grigel. Zum Geschäftsführer wurde bestellt Bergrat a. D. van Rossum, Saarbrücken 2, Trierer Straße 4. Als Kommissar der staatlichen Aufsichtsbehörde ist Bergrat Dr. Kindermann vom Reichsstatthalter in der Westmark und Chef der Zivilverwaltung in Lothringen eingesetzt worden.

### Beobachtungen der Magnetischen Warten der Westfälischen Berggewerkschaftskasse im Mai 1941.

Mai 1941	Deklination = westl. Abweichung der Magnetnadel vom Meridian von Bochum							
	Mittel aus den tägl. Augenblickswerten 8 Uhr und 14 Uhr = annäherndem Tagesmittel	Höchstwert	Mindestwert	Unterschied zwischen Höchst- und Mindestwert = Tagesschwankung	Zeit des Höchstwertes		Störungscharakter	
				Höchstwertes	Mindestwertes	vorm.	nachm.	0 = ruhig 1 = gestört 2 = stark gestört
1.	6 44,4	50,8	33,3	17,5	15,5	23,4	0	1
2.	41,8	50,1	35,0	15,1	16,1	7,0	1	1
3.	41,4	48,7	34,2	14,5	15,2	7,9	1	1
4.	42,5	50,5	35,4	15,1	14,4	8,1	1	1
5.	43,0	47,8	38,3	9,5	16,0	8,3	1	1
6.	42,4	48,0	37,0	11,0	14,5	7,9	1	1
7.	42,2	45,7	38,3	7,4	15,0	9,9	1	1
8.	45,0	52,2	38,0	14,2	15,5	22,6	0	1
9.	46,2	50,6	38,7	11,9	14,1	4,3	1	1
10.	Registrierungen ausgefallen!							
11.								
12.								
13.	44,6	52,4	37,8	14,6	14,8	9,6	1	1
14.	43,8	49,0	37,5	11,5	13,9	7,7	1	0
15.	42,1	49,5	35,1	14,4	15,7	9,0	1	1
16.	44,2	51,0	36,1	14,9	15,5	2,8	1	1
17.	49,4	50,5	40,0	10,5	15,7	10,1	2	1
Mts.-Mittel	6 43,6	49,9	36,0	13,8				
Monats-Summe							26	24

## PATENTBERICHT

### Gebrauchsmuster-Eintragungen<sup>1</sup>

bekanntgemacht im Patentblatt vom 3. Juli 1941.

5b. 1504854. Hauhinc Maschinenfabrik O. Hausherr, Jochums & Co., Essen. Selbsttätiger Druckregler für Abbauhämmer. 5.5.41.

5c. 1504836. Heinrich Toussaint, Berlin-Grünwald, und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co., Bochum. Bewehrung für eiserne Grubenaushaue. 9.4.41.

5c. 1504859. Karl Kania, Mähr.-Ostrau (Protoktorat Böhmen und Mähren). Unterlage für hölzerne Bergbaustempel. 17.5.41.

### Patent-Anmeldungen<sup>1</sup>

die vom 3. Juli 1941 an drei Monate lang in der Ausleihhalle des Reichspatentamtes ausliegen.

1a, 16/01. W. 105172. Erfinder: Josef Wülz, Bochum. Anmelder: Westfalia Dinnendahl Gröppel AG., Bochum. Pendelnd aufgehängter oder abgestützter gerüttelter Absetzbehälter. 25.2.39.

5c, 10/10. S. 133330. Erfinder, zugleich Anmelder: Fritz Seibel, Essen. Durch einen Drehmotor angetriebene Säge zum Rauben von Grubenstempeln. 6.8.38.

5d, 11. D. 80924. Erfinder: Dipl.-Ing. Robert Ewalds, Duisburg. Anmelder: Demag AG., Duisburg. Abbauanlage; Zus. z. Ann. D. 79275. 29.7.39.

10b, 9/05. M. 136646. Metallgesellschaft AG., Frankfurt (Main). Verfahren zum Brikketieren von mahlgetrockneter und gekühlter Braunkohle in Ringwalzenpressen. 18.12.36.

35a, 9/03. E. 53171. Erfinder, zugleich Anmelder: Viktor Eheling, Benthe (Hann.) und Otto Walther, Sollstedt, Grafschaft Hohenstein. Gefäßförderanlage; Zus. z. Pat. 639685. 29.11.39. Protoktorat Böhmen und Mähren.

81e, 19. Sch. 114411. Erfinder: Dipl.-Ing. Paul Öllner, Düsseldorf, und Hermann Hellberg, Halle (Saale). Anmelder: Schenck & Liebe-Harkort AG.

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

Düsseldorf. Fördereinrichtung mit einem endlosen Kastenband. 29.11.37. Österreich.

81e, 45. K. 157467. Erfinder, zugleich Anmelder: Franz Kfehula, Michalkovice bei Mähr.-Ostrau (Protoktorat Böhmen und Mähren). Einrichtung für die verlangsamt Förderung des Abbaugutes durch Transportriemen. 29.4.40.

81e, 63. A. 88684. Erfinder, zugleich Anmelder: Arno Andreas, Berlin-Charlottenburg. Verfahren zum Fördern von pulverförmigem Massengut in fließfähigem Zustand in einer geschlossenen Förderrinne mit poriger, luftdurchlässiger Grundfläche. 28.12.38. Protoktorat Böhmen und Mähren.

81e, 72. R. 109572. Erfinder: Dr.-Ing. Friedrich Pickert, Berlin-Tegel. Anmelder: Rheimetal-Borsig AG., Berlin. Abfallende Leitungsabschnitte enthaltende Förderrohrleitung für wässrigen Schlamm und ähnliche Stoffe. 5.3.41.

81e, 89/01. G. 100548. Erfinder: Dipl.-Ing. Hermann Schäfer, Essen-Heisingen, und Curt Schultz, Oberhausen-Sterkrade. Anmelder: Gutehoffnungshütte Oberhausen AG., Oberhausen (Rhld.). Fördergefäß mit Schenkklappe für das Fördergut. 11.8.39. Protoktorat Böhmen und Mähren.

### Deutsche Patente.

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

1a (9). 706785, vom 26.7.39. Erteilung bekanntgemacht am 30.4.41. Sachsenz Bergwerksgesellschaft mbH. in Freiberg (Sa.). *Vorrichtung zum Aufbereiten von Erzen auf naßmechanischem Wege.* Erfinder: Diplom-Bergingenieur Theodor Uderstadt in Freiberg (Sa.). Der Schutz erstreckt sich auf das Protoktorat Böhmen und Mähren.

Die Vorrichtung, die besonders zum Aufbereiten von fein gemahlener ärmeren oxydischen Erzen dienen soll, ist ein Stoßherd, über dem keine Stauungen und Wirbelungen des die gemahlene Erze führenden Wasserstromes (der Erztrübe) hervorrufende, mit der Oberfläche dieses Stromes in Berührung stehende, quer zur Bewegungsrichtung des Herdes und damit der Trübe liegende Leisten aus Faserstoffen, z. B. aus in Filzform gebrachten Haaren angeordnet sind. Die Querleisten werden vorteilhaft in der Nähe der Stelle angeordnet, an der die Trübe dem Stoßherd zugeführt wird. Durch die Leisten werden die an der Oberfläche der Trübe befindlichen, infolge der Oberflächenspannung in Schwebelage gehaltenen Erzteilchen mit Wasser benetzt, so daß sie in der Trübe niedersinken.

1a (20<sub>01</sub>). 706741, vom 14. 9. 38. Erteilung bekanntgemacht am 30. 4. 41. Nordberg Manufacturing Company in City of Milwaukee (Wisc., V. St. A.). *Siebglied oder -deck*. Erfinder: Loren Clenn Symons in Hollywood (V. St. A.). Priorität vom 11. 5. 38 ist in Anspruch genommen.

Das Glied oder Deck besteht, wie bekannt, aus mehreren im Abstand voneinander angeordneten, parallelen, biegsame Metallstäbe tragenden Stützen. Die Metallstäbe sind gemäß der Erfindung mit geraden Enden versehen, die in Öffnungen der Stützen eingreifen. Diese sind als in der Längsrichtung der Stäbe wirkende Widerlager ausgebildet. Die Stützen können aus einem nachgiebigen Baustoff bestehen.

1a (40). 706742, vom 9. 3. 39. Erteilung bekanntgemacht am 30. 4. 41. Kai Petersen in Buddinge Vaerk, Søborg bei Kopenhagen. *Vorrichtung zur Behandlung von Müll und ähnlichen Abfällen*. Priorität vom 23. 3. und 29. 12. 38 ist in Anspruch genommen. Der Schutz erstreckt sich auf das Protektorat Böhmen und Mähren.

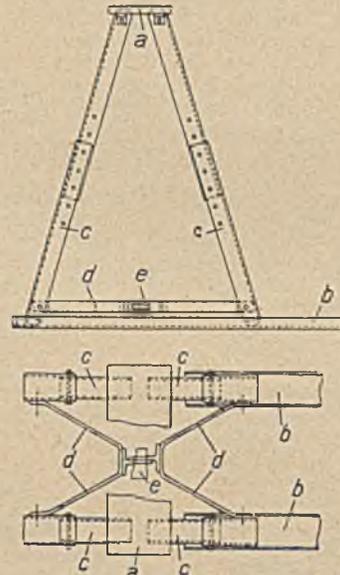
Die Vorrichtung hat, wie bekannt, eine liegende, drehbar gelagerte Rost- oder Siebtrommel mit einer oder mehreren Vermahlungskammern. Die Trommel ist von einer oder mehreren, mit ihr umlaufenden feineren Siebtrommeln umgeben, die so ausgebildet sind, daß sie die von ihnen nicht abgeseibten Gutteile in der Längsrichtung der Trommeln befördern. Die Trommeln sind mit Hubmitteln, mit Austragöffnungen und mit Einlaßöffnungen versehen, die mit den feinen Sieben in Verbindung stehen. Die Hubmittel sind gemäß der Erfindung mit einstellbaren Teilen versehen, die es gestatten, die nicht abgeseibten Gutteile wahlweise der Vermahlungskammer der Trommel, aus der sie gekommen sind, oder der nächsten Vermahlungskammer zuzuführen oder aus der Trommel abzuführen. Der einstellbare Teil der Hubmittel kann eine schräge Fläche sein, die sich durch Drehen einer an ihr befestigten Welle umlegen läßt. Der einstellbare Teil der Hubmittel kann auch ein an der Auslaßöffnung der Hubmittel angeordneter kegelförmiger Körper sein, der an einer drehbaren Welle befestigt ist. Die Hubmittel können ferner mit einem Kanal oder mehreren Kanälen versehen sein, in denen der einstellbare Teil für die nicht abgeseibten Gutteile angebracht ist. Der einstellbare Teil kann von der umlaufenden Siebtrommel mit Hilfe eines Armes bewegt werden, der von außen zugänglich ist.

10a (36<sub>01</sub>). 706645, vom 31. 7. 34. Erteilung bekanntgemacht am 30. 4. 41. Heinrich Schöneborn in Kettwig. *Einrichtung zum Entleeren von senkrechten eisernen Schwelretorten*.

Unter den aus einem sich nach unten erweiternden Außenmantel und einem in diesen einschiebbaren rohrförmigen Einsatz bestehenden Retorten ist ein fahrbares Gestell angeordnet, das ein innerhalb eines zur Aufnahme des aus den Retorten fallenden Kokses dienenden Behälters liegendes heb- und senkbares, portalartiges Gerüst hat. Dieses trägt sich selbsttätig schließende und lösende Kuppelungshaken, die in unten an dem rohrförmigen Einsatz der Retorten vorgesehene Kuppelungsteile eingreifen. Die Kuppelungshaken sind auf dem Gerüst um ihre senkrechte Achse drehbar gelagert. Am Umfang des unteren, aus dem Mauerwerk vorstehenden Endes der Retorten kann ein deren Außenmantel und an das die Retorten umgebende Mauerwerk andrückbares elastisches Dichtungsmittel vorgesehen werden. Das untere Ende der Retorten kann ferner mit einem Fortsatz versehen werden, in dem der kegelförmige Verschluss der Retorten eingreift, und der Ver-

schluß kann einen elastischen Mantel haben, der durch sektorförmige Teile, z. B. mit Hilfe eines Exzenters, gasdicht gegen den Fortsatz der Retorten gedrückt wird.

5c (10<sub>01</sub>). 706689, vom 12. 7. 38. Erteilung bekanntgemacht am 30. 4. 41. Rudolf Spolders und Friedrich Heckermann in Duisburg. *Wanderbock zum Stützen des Hangenden im Bergbau*.

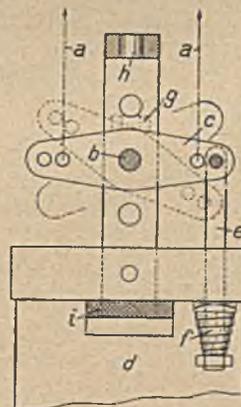


Der Bock, der besonders zum Ausbau von Streben im Pfeilerbruchbau verwendet werden soll, besteht aus vier am oberen Ende durch eine Platte *a* gelenkig miteinander verbundenen, mit einem abgerundeten Fuß auf Gleitschienen *b* ruhenden, in ihrer Länge verstellbaren Stützen *c*. Von diesen Stützen laufen je zwei zur First zusammen. Die Stützenpaare, deren Stützen zusammenlaufen, sind am unteren Ende durch Diagonalverstreibungen *d* miteinander verbunden. Diese werden durch einen Keil so zusammengehalten, daß beim Herausschlagen des Keiles die Verbindung der Stützenpaare gelöst wird und der Bock infolge der Wirkung des auf ihm lastenden Gebirgsdruckes zusammenbricht.

10a (39). 706227, vom 28. 2. 39. Erteilung bekanntgemacht am 17. 4. 41. Erwin Adrian in Hamburg. *Verfahren zum Verkohlen von Holz in einem Meilerofen*.

Das Verkohlen (Schwelen) wird in in der Erde versenkten gemauerten, ringförmig angeordneten Kammern vorgenommen. Die dabei entstehenden Schwelgase werden, nachdem sie ihre Wärme an die benachbarte aufzuheizende Kammer abgegeben haben, durch Kühlung von den kondensierbaren Bestandteilen befreit. Die gekühlten Gase werden durch eine zu kühlende Kammer des Meilerofens geleitet und alsdann als Treibmittel für Motoren verwendet.

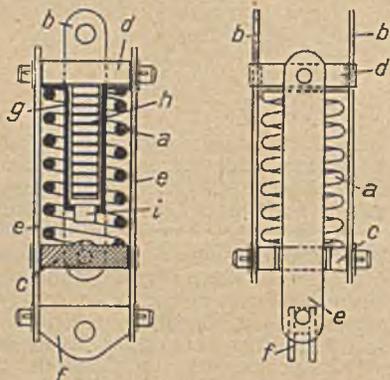
35a (9<sub>08</sub>). 706433, vom 23. 3. 39. Erteilung bekanntgemacht am 24. 4. 41. Wilhelm Droste in Dortmund.



*Schachtförderung*. Zus. z. Pat. 702908. Das Hauptpat. hat angefangen am 3. 8. 38. Der Schutz erstreckt sich auf das Protektorat Böhmen und Mähren.

Bei der durch das Hauptpatent geschützten Schachtförderung<sup>1</sup> werden bei Verwendung von zwei Förderseilen *a* diese Seile mit Hilfe eines um einen waagerechten Zapfen *b* schwenkbaren zweiarmigen Hebels *c* an der Königsstange des Fördergestelles *d* befestigt. Jedes Förderseil greift an einem Arm des Hebels *c* an und der Arm an dem das angetriebene Förderseil angreift, ist z. B. mit Hilfe einer Stange *e* durch die Feder *f* mit dem Fördergestell gekuppelt. Das angetriebene Seil wird beim Auflegen neuer Seile oder beim Kürzen der Seile um ein wenig länger bemessen als das mitlaufende Tragseil, so daß der Arm des Hebels *c*, an dem das angetriebene Seil angreift, schräg abwärts gerichtet ist. Die Königsstange kann den Hebel *c* gabelartig umfassen und mit mehreren übereinanderliegenden Bohrungen für den Zapfen *b* versehen sein. Der Hebel *c* kann ferner oberhalb des Zapfens *b* einen mit einer Gewindebohrung versehenen Ansatz *g* haben, in dessen Bohrung eine durch eine Bohrung *h* der Königsstange einzuführende spindelartige, mit einer Mutter ausgestattete Vorrichtung zum schnellen Verstecken des Fördergestelles eingeschraubt werden kann. Zwischen dem letzteren und dem Kopf der Königsstange läßt sich ferner ein Gummi- oder Federpuffer *i* vorsehen.

35a (9<sub>08</sub>). 706758, vom 12. 2. 38. Erteilung bekanntgemacht am 30. 4. 41. Fritz Otto in Düsseldorf. *Elastische Aufhängevorrichtung für Förderkörbe im Bergbau*. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

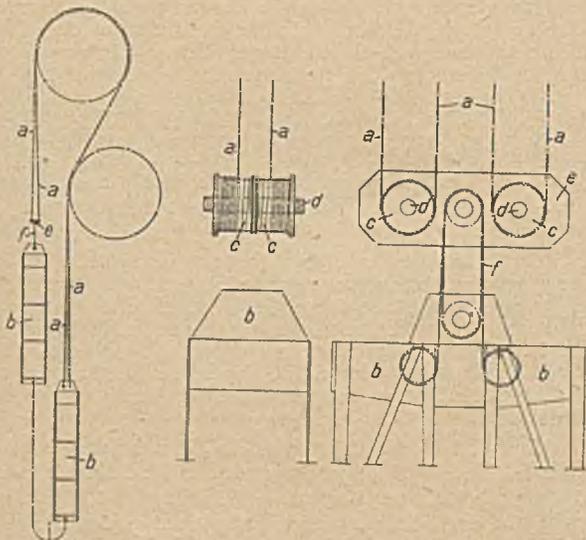


Die Vorrichtung hat eine die statische Last aufnehmende reibungslose Schraubenfeder *a*, die auf einer mit Laschen *b* und einem Bolzen am Förderseil hängenden Scheibe *c* aufruhrt und eine durch die Laschen *b* geführte Scheibe *d* trägt, an der der Förderkorb mit Hilfe der Laschen *e* und eines mit Zapfen in Bohrungen dieser Laschen eingreifenden Querstückes *f* gelenkig aufgehängt ist. Unter der Scheibe *d* ist eine innerhalb der Schraubenfeder *a* liegende Hülse *g* befestigt, in der eine Reibungsfeder *h* und ein unter dieser liegender, unten aus der Hülse vorstehender Kolben *i* angeordnet sind. Die Reibungsfeder *h* dämpft Stöße und macht dynamische Beanspruchungen unschädlich. Auf der Scheibe *c* ist ein Anschlagwulst *k* für den Kolben *i* vorgesehen. Durch das Spiel der Federn *a* *h* wird die Scheibe *d* nicht beeinflusst.

35a (9<sub>08</sub>). 706849, vom 22. 3. 38. Erteilung bekanntgemacht am 8. 5. 41. Westfalia-Dinnendahl-Gröppel AG. in Bochum. *Schachtförderung mit zwei oder mehreren einzelnen Förderseilen*. Erfinder: Otto Hanefeld und Robert Schmidt in Bochum. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Bei Förderanlagen mit mehreren Förderseilen *a*, deren Enden mindestens an einem der Förderkörbe *b* auf drehbar gelagerten Trommeln *c* befestigt und gegenläufig aufgewickelt sind, wird jedes Ende der Förderseile *a* auf einer Trommel *c* befestigt. Je zwei der Trommeln sind fest, aber lösbar miteinander gekuppelt. Die miteinander gekuppelten beiden Trommeln *c* können auf einer gemein-

samen feststehenden Achse *d* angeordnet sein. Das Kuppeln der beiden Trommeln kann durch auf den einander zugekehrten Stirnflächen der Trommeln vorgesehene gegeneinander versetzte klauenartige Ansätze bewirkt werden, die zwecks Nachspannens der Förderseile nach Entfernung von im Lagergestell angeordneten Anschlägen durch axiales Verschieben der Trommeln außer Eingriff gebracht werden. Zum Nachspannen der Seile kann ein Vorgelege dienen, durch das die Trommeln gemeinsam oder einzeln gedreht werden. Die Trommeln *c* eines Förderkorbes *b*



oder beider Förderkörbe können ferner mit dem Vorgelege in einem Tragrahmen *e* gelagert werden, an dem der Förderkorb z. B. mit Hilfe mehrfach gesicherter Seilausgleichzüge *f* aufgehängt ist. Die Enden der Seilzüge bildenden Seile können dabei auf in oder auf dem Förderkorb *b* angeordneten Seiltrommeln aufgewickelt sein, die mit einem Vorgelege gedreht werden können.

81e (19). 706446, vom 22. 4. 39. Erteilung bekanntgemacht am 24. 4. 41. Dr.-Ing. e. h. Heinrich Aumund in Berlin-Zehlendorf. *Schleppplattenförderband*.

Das Schienengleis, auf dem die Schleppplatten des oberen Trumms des Förderbandes aufruhren, wird, nachdem die Schleppplatten aus den sie tragenden Ketten ausgehängt sind, als Gleis für Grubenwagen benutzt. Dabei wird das Gleis zur Erzielung genügender Tragfähigkeit nach unten abgestützt. Dieses kann durch Stützen geschehen, die so bemessen oder so verkürzbar sind, daß das Gleis unmittelbar über dem unteren Trumm des Förderbandes oder auf den Rädern dieses Trumms liegt. Das Gleis kann an den Enden mit Rampen oder Abzweigungen versehen werden, die ein glattes Durchfahren der Grubenwagen ermöglichen.

81e (62). 706091, vom 6. 1. 40. Erteilung bekanntgemacht am 10. 4. 41. Johannes Naujokat in Breslau. *Druckluftförderanlage für Schüttgut*. Der Schutz erstreckt sich auf das Protektorat Böhmen und Mähren.

An dem Förderrohr der Anlage sind mehrere hintereinanderliegende, durch Schieber regelbare Einführungs-trichter für das Fördergut vorgesehen. Die Regelschieber der Trichter, durch die gleichzeitig die Menge des Fördergutes und die Stärke des Förderluftstromes geregelt wird, sind als die Rohrleitung auf der oberen Seite auf etwas mehr als auf dem halben Umfang umfassende Schieber ausgebildet. Die Schieber können durch einen Schlitz der in der Förderrichtung hinten liegenden Wand des auf der Rohrleitung fest angeordneten Trichters bis gegen die vordere Wand des letzteren und bis zum Übergreifen einer über diese Wand vorstehenden Kante des Rohres zwischen die seitlichen Wände des Trichters in diesen geschoben werden.

<sup>1</sup> Vgl. Glückauf 77 (1941) S. 167 Spalte 1.

## BÜCHERSCHAU

Die für den Bergmann im westdeutschen Steinkohlenbergbau wichtigsten gesetzlichen und bergpolizeilichen Bestimmungen. Von Bergassessor Hermann Grahn,

Lehrer an der Bochumer Bergschule i. R. und Bergassessor Walter Vollmar, stellvertretender Direktor der Bochumer Bergschule. 7., neubearb. Aufl. 76 S.

mit Abb. Gelsenkirchen 1941, Carl Bertenburg. Preis in Pappbd. 1,50 *R.M.*

Die neue Auflage dieses Buches wird wegen der mannigfachen bergpolizeilichen Vorschriften, die in den letzten Jahren für den rheinisch-westfälischen Steinkohlenbergbau in der Form von Verfügungen, Richtlinien, Genehmigungsbedingungen u. a. ergangen sind, allen in der bergmännischen Ausbildung tätigen Lehrern und Werksbeamten willkommen sein. Sie ist wesentlich erweitert worden und enthält lückenlos die Bestimmungen, deren Kenntnis für den Bergmann und besonders den künftigen Werksbeamten von Belang ist. Neu aufgenommen sind vor allem die neueren Vorschriften über die Ausbildung der Schießberechtigten, die jetzt geltenden Bedingungen für Ausnahmegenehmigungen von den Einschränkungen der Schießarbeit, sonstige neuere Bestimmungen für ihre Ausführung und für die Untersuchung der Grubenwetter; eine besonders wertvolle Bereicherung des Inhaltes stellt die ausführliche Besprechung der Sicherung gegen Brandgefahr untertage und der Bekämpfung von Grubenbränden unter Berücksichtigung der Richtlinien des Oberbergamtes Dortmund dar. Auch die für die Kriegszeit durch Verfügungen des Oberbergamtes gegebene Erleichterung und Vereinfachung bergpolizeilicher Vorschriften ist bei den entsprechenden Abschnitten angeführt und durch stärkeren Druck hervorgehoben. So kann auch der Betriebsbeamte das Büchlein mit Nutzen verwenden. Reuss.

**Winterarbeiten im Beton- und Eisenbetonbau.** Von Professor Dr.-Ing. habil. Adolf Kleinlogel, Darmstadt. 2., erw. und verb. Aufl. 125 S. mit 104 Abb. Berlin 1941, Wilhelm Ernst & Sohn. Preis geh. 9 *R.M.*, geb. 9,60 *R.M.*

Das im Jahre 1932 in erster Auflage erschienene verdienstvolle Werk liegt nunmehr in zweiter, erweiterter und verbesserter Auflage vor. Der Winterarbeit im Baugewerbe kommt bei der volkswirtschaftlich unerlässlichen Überführung von einem »Saisongewerbe« in eine jahreszeitliche möglichst gleichmäßige Dauerbeschäftigung zum Zwecke der Leistungssteigerung eine immer größere Bedeutung zu. Das vorliegende Buch behandelt die technischen Fragen der Winterarbeit in bezug auf die Betonierungsarbeiten.

Eingangs werden allgemeine wissenschaftliche Fragen, die mit dem Winterbau zusammenhängen, erörtert: Witterung, Baugrundfragen, Fundamentbeton, Bauunfälle, Bodenfrost, Wetterdienst. Dann werden vorbereitende Maßnahmen des Winterbaues, Bauwasser, Bindemittel Frostschutzmittel, Zuschlagsstoffe, Eiseneinlagen, Schalungsfragen, Maschinenpflege, Heizquellen, Pumpbeton, Warmbeton und Elektrobeton gesondert behandelt. Eingehend wird die Umhüllung einzelner Bauteile und ganzer Bauwerke an Hand zahlreicher Beispiele beschrieben. Es folgen Sonderfragen des Beton-Winterbaues: Wärmeverluste, Behandlung gefrorener Bauteile, Fertigbetonteile, Bau-

überwachung im Winter. Ein Kapital über Mehrkosten und Wirtschaftlichkeit der Winterarbeiten, eins über amtliche Bestimmungen sowie ein ausführliches Schrifttumsverzeichnis beschließen die wertvolle Arbeit.

Das Buch gehört nicht nur in die Buchereien aller Baubehörden und Baufirmen, sondern auch der Auftraggeber für Winter-Betonbauten, sowie in die Hand aller örtlichen Bauleiter und Bauaufsichtsführenden, also auch jedes Bergmannes, der für Übertagebauten Winterarbeiten zu vergeben, zu beaufsichtigen oder auszuführen hat.

Dr. Scheidig.

**Wärmetechnische Rechnungen für Industrieöfen.** Von Dr.-Ing. Werner Heiligenstaedt. (Stahleisen-Bücher, Bd. 2.) 2., gänzlich umgearb. und erw. Aufl. 332 S. mit 76 Abb. Düsseldorf 1941, Verlag Stahleisen mbH. Preis geb. 19,20 *R.M.*

Mit der zweiten Auflage ist das Werk des Verfassers in die neue Buchreihe »Stahleisen-Bücher« eingegliedert worden, zugleich hat es an Umfang erheblich zugenommen und ist zu einem allgemeinen Leitfadens ausgestaltet worden. Aufbauend auf der Wärmebilanz als Rechnungsgrundlage wird die wärmetechnische Berechnung von Industrieöfen behandelt — vornehmlich denen der Eisenhüttenindustrie —, jedoch unter Hinweis auf diejenigen der Nichteisenindustrie und mit einigen wenigen Andeutungen auf die Öfen der keramischen und sonstigen Industriezweige. Gegenüber der ersten Auflage sind u. a. die Angaben über die Nutzwärme der verschiedenen Ofenprozesse erheblich erweitert worden, was den praktischen Wert des Buches als Hilfsmittel des Ofenkonstruktors steigert. Beim Verbrennungsvorgang werden ausschließlich die Gasfeuerungen berücksichtigt; hier wären zum mindesten Hinweise auf die festen Brennstoffe (Rostfeuerungen und Kohlenstaubfeuerungen) angebracht gewesen, die doch keineswegs restlos aus dem Anwendungsgebiet im Industrieofen verdrängt sind. Ausführlich werden sodann Fragen des Wärmeübergangs und der Erwärmung des Gutes im Ofen durchgesprochen und an Beispielen erläutert. Neu ist ferner die Einfügung einer Reihe wichtiger Sonderfragen, so beispielsweise die Gasveränderung bei der Vorwärmung, der Abbrand von Stahl, die Strahlrohrbeheizung u. a. m. Eine große Anzahl von Rechenbeispielen, teils im Text verstreut, teils im Schlußkapitel des Buches zusammengefaßt, erleichtern ohne Zweifel die Aufgabe, die sich der Verfasser gestellt hat, eine Brücke zwischen Theorie und Praxis zu schlagen und das durchaus unberechtigte Mißtrauen vieler im Herkömmlichen erstarrter Ofenbauer und Betriebsleute gegen den Wert und Nutzen der Theorie zu zerstreuen. Die Entwicklung des früher fast ausschließlich empirisch betriebenen Ofenbaues wird durch dieses Buch wesentlich gefördert, und bei dem immer noch spärlichen Schrifttum über Industrieöfen muß man dem Verfasser für diesen weiteren Schritt im Ausbau seines Werkes dankbar sein. Gumz.

## ZEITSCHRIFTENSCHAU<sup>1</sup>

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 25—27 veröffentlicht. \* bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

### Geologie und Lagerstättenkunde.

**Landesaufnahme.** von Zwerger, Rudolf: Zum heutigen Stand der geophysikalischen Aufnahme Deutschlands. Geol. Rdsch. 32 (1941) Nr. 1/2 S. 6/52\*. Entwicklung der Reichaufnahme und Fortschritte der Meßtechnik. Geophysikalische Ergebnisse in den verschiedenen deutschen Gebieten. Anwendung magnetischer Messungen für die Aufsuchung von Erzlagerstätten. Bedeutung der Reichaufnahme für die geologische Durchforschung Deutschlands. Schrifttum.

**Ruhrkarbon.** Böttcher, Heinrich: Über das Verhältnis von Nebengesteinsbeschaffenheit zu den tektonischen Erscheinungsformen im nieder-rheinisch-westfälischen Steinkohlengebirge. Mitt. Markscheidewes. 51 (1940) Nr. 2 S. 144/53\*. Im westfälischen Steinkohlengebirge schalten sich unter glatten, höheren Schichten neue Faltungselemente ein, die den Gebirgsbau in der Tiefe komplizierter machen. Diese Erscheinungen können nicht Ergebnisse von Druck-

auswaltungen bei einer einmaligen Gebirgsfaltung nach der Ablagerung sein. Sie sind vielmehr Anzeichen für Faltung während der Ablagerung. Weiterhin ist gezeigt, daß Aufbereitungsunterschiede, die nach der Kleintektonik orientiert wären, im Nebengestein nicht vorhanden sein können. Die Achsen größter Mächtigkeiten des Nebengesteins fallen mit den Muldenachsen zusammen und durchsetzen nicht — wie Querleisten — das Gebirge querschlägig. Schrifttum.

**Kukuk, Paul:** Ein neuer Zechsteinaufschluß auf Schacht 3 der Zeche Brassert. Glückauf 77 (1941) Nr. 26 S. 381/84\*. Der neue Aufschluß hat das Wissen von der Erstreckung des Zechsteins nach Südosten erweitert und gleichzeitig einen Beitrag zur Erkenntnis der faziellen Ausbildung und paläogeographischen Verhältnisse der mittleren und unteren Zechsteinschichten am Ostrand ihrer heutigen Verbreitung im Niederrheingebiet geliefert.

**Südlimburg.** Jongmans, W. J. und F. H. van Rummelen: Overzicht van de gegevens der nieuwere diepboringen in Zuid-Limburg. Geol. Mynbow 3 (1941) Nr. 5 S. 136/56\*. Bericht über die Ergebnisse der neueren Tiefbohrungen in Südlimburg.

<sup>1</sup> Einseitig bedruckte Abzüge der Zeitschriftenschau für Karteizwecke sind vom Verlag Glückauf bei monatlichem Versand zum Preise von 2,50 *R.M.* für das Vierteljahr zu beziehen.

**Bergtechnik.**

**Schachtabteufen.** Jonas, Adalbert: Die Widerstandsfähigkeit der Frostwand beim Schachtabteufen nach dem Gefrierverfahren und ihr Einfluß auf den Schachtausbau. (Schluß.) Glückauf 77 (1941) Nr. 26 S. 384/88\*. Festigkeit des unter Frost abgebundenen Betons. Einfluß der Abbindewärme des Betons auf die Festigkeit der Frostwand. Der Auftauvorgang.

**Gesteinbohren.** Feustel, K.: Neuzeitliche Probleme beim Gesteinbohren. Berg- u. hüttenm. Mh. 89 (1941) Nr. 6 S. 69/72\*. Bohrstaubbekämpfung: Bohren mit Schlangenbohrer und Wasserspritze; Bohren mit Hohlbohrer und Wasserspülhammer mit zentralem Spülröhrchen. (Schluß folgt.)

**Abbau.** Kirst, E.: Betrachtungen über den Kammerrbau mit breitem Blick. Bergbau 54 (1941) Nr. 14 S. 193/96\*. Überblick über die Ergebnisse des von Stephan vorgeschlagenen Verfahrens. Erörterung der Frage, ob die Abbauphase auf andere Bergbauzweige, z. B. auf den Erzbergbau und den Braunkohlentiefbau, übernommen werden kann.

**Schießarbeit.** Schultze-Rhonhof, Herbert: Neuere Erkenntnisse auf dem Gebiet der Schießarbeit. (Schluß.) Bergbau 54 (1941) Nr. 13 S. 185/92\*. Ergebnisse weiterer Versuche mit ummantelten und nichtummantelten, gestauchten und ungestauchten Patronen.

**Förderung.** Köhler, Fritz: Deutsche Pionierleistungen auf dem Gebiete der Schachtförderung im Bergbau. (Schluß.) Fördertechn. 34 (1941) Nr. 11/12 S. 87/95\*. Geschichtlicher Rückblick auf die Entwicklung der Fahrtregler. Beschreibung der wichtigsten Bauarten.

Renfordt, H.: Förderkörbe unter Verwendung von Aluminiumlegierungen. Techn. Bl. (Düsseld.) 31 (1941) Nr. 26 S. 339/40\*. Bewährung verschiedener seit mehr als 10 Jahren in Betrieb stehender Förderkörbe aus Duraluminium.

Nüsser, Paul: Der Kurvenzieher für Förderwagen. Glückauf 77 (1941) Nr. 26 S. 388/89\*. Beschreibung der bewährten Einrichtung, die hauptsächlich an Füllrörtern und Ladestellen, wo enge Raumverhältnisse große Wagenumläufe nicht gestatten, Anwendung findet.

Klein, L.: Reibung von Drahtseilen auf Trommeln und Treibscheiben. (Forts.) Fördertechn. 34 (1941) Nr. 11/12 S. 83/87\*. Errechnung der für die sichere Mitnahme notwendigen Reibungsziffern bei zylindrischen Reibtrommeln mit Rillen und bei Treibscheiben. (Forts. f.)

**Grubensicherheit.** Das Grubensicherheitswesen im Deutschen Reich im Jahre 1939. (Beilheft.) Z. Berg-, Hütt.- u. Sal.-Wes. 88 (1940) Nr. 12 S. 363/425\*. Beschreibungen bemerkenswerter Unglücksfälle und Rettungswerke im Bergbau im Jahre 1939. Nachweisung der Unfälle nach Ländern und Unfallursachen. Rettungswesen und Erste Hilfe.

Mayer, Friedrich: Versuche zur Bekämpfung von Kohlenstaubexplosionen mit Wasser und Gesteinstaub. Glückauf 77 (1941) Nr. 27 S. 393/99\*. Ergebnisse der in dem Brüxer Versuchsstollen durchgeführten Versuche, die den Zweck hatten, die bisher im nordwestböhmischen Braunkohlentiefbau vorgeschriebenen Bekämpfungsverfahren zu überprüfen, die günstigsten Erfahrungen des Reviers mit Wasser gegebenenfalls weiter auszubauen sowie die im Steinkohlenbergbau übliche Bekämpfung mit Gesteinstaub auf ihre Wirksamkeit und Anwendbarkeit in der Braunkohle zu untersuchen.

**Gebirgsdruckforschung.** van Iterson, F. K. Th.: Les tensions autour des cavités d'après la théorie de l'élasticité. Rev. Univ. Mines 84 (1941) Nr. 5/6 S. 166/75\*. Untersuchungen über den bei verschiedenartigen Hohlräumen untertage auftretenden Gebirgsdruck.

**Chemische Technologie.**

**Nebenproduktengewinnung.** Rosendahl, Fritz: Das Benzolbonverfahren zur Gewinnung von Rohbenzol aus dem Gas. Chem. Ztg. 65 (1941) Nr. 53/54 S. 245/48\*. Herstellung der Aktivkohle. Gewinnung von Rohbenzol aus dem Gas. Zusammensetzung des gewonnenen Benzols. Wirtschaftlichkeit.

Bunte, Karl, Horst Brückner und Paul Schenk: Synthese von Benzolkohlenwasserstoffen aus Methan. Gas- u. Wasserfach 84 (1941) Nr. 26 S. 377/83\*. Bisherige Arbeiten über die technischen Umsetzungen des Methans. Grundsätzlicher Aufbau der Versuchsordnung. Er-

gebnisse eigener Versuche ohne Katalysatoren. (Schluß folgt.)

**Krafterzeugung, Kraftverteilung, Maschinenwesen.**

**Dampfessel.** Rüb, F.: Leistungssteigerung bei Kesselanlagen in der Braunkohlenindustrie. Braunkohle 40 (1941) Nr. 26 S. 329/31\*. Steigerung der Leistung der in der Braunkohlenindustrie vielfach noch vorhandenen Flammrohrkessel durch Einbau einer Zusatzheizfläche, die bei geringen Anschaffungskosten in den meisten Fällen noch eine erhebliche Senkung des Dampfpreises ermöglicht.

Knäuse: Erfahrungen mit Höchstdruck-Speisewasserregelventil. Wärme 64 (1941) Nr. 26 S. 253/54\*. Schaltung der Speisepumpen bei der ersten Anlage. Erfahrungen mit dem ursprünglichen Regelventil. Anordnung und Bewährung einer neuen Bauart.

**Maschinenwesen.** Scippel, Claude: Turbines à combustion. Rev. Univ. Mines 84 (1941) Nr. 5/6 S. 175/83\*. Allgemeiner Aufbau der Gasturbine. Thermo- und aerodynamische Grundlagen, Werkstofffragen. Beispiele für die praktische Ausführung und Anwendung der Gasturbine.

Kylén, K.: En ny 2-taktmotor. Tekn. T. Automobil- och Motorteknik. 71 (1941) Nr. 6 S. 41/49\*. Ausführliche Beschreibung der Arbeitsweise eines neuartigen Zweitaktmotors.

**P E R S Ö N L I C H E S**

Dem Bergassessor Mommertz, Bergwerksdirektor der Zeche Bonifacius, Hauptmann und Kommandeur einer Infanteriedivisions-Nachrichtenabteilung, ist die Spange zum Eisernen Kreuz I. Klasse verliehen worden.

Den Tod für das Vaterland fanden:

am 24. Juni der Bergassessor Renuus Krause, Vorstandsmitglied der Wirtschaftlichen Vereinigung deutscher Gaswerke, Gaskokssyndikat AG., Leutnant in einem Kradschützen-Bataillon, im Alter von 38 Jahren,

am 26. Juni der Student des Bergfaches Hans-Jürgen Dehnke, Leutnant in einem Panzerregiment, im Alter von 24 Jahren.

Der Präsident der Reichsknappschaft, Jakob, beging am 17. Juli sein 25jähriges Dienstjubiläum. Als Sohn eines Bergmanns des Ruhrbezirks geboren, trat er nach dem Besuch der Goethe-Oberrealschule in Bochum am 7. Juli 1916 in die Dienste der Ruhrknappschaft. Bei dieser verblieb er, nachdem er 1918 noch an den Schlachten der Westfront teilgenommen hatte, bis zum 1. Januar 1936, wo er nach der Rückgliederung des Saargebiets zum Direktor der Saarknappschaft berufen wurde. Nach der Wiedervereinigung Österreichs mit dem Deutschen Reich war ihm die Reorganisation der ostmärkischen Sozialversicherung übertragen. Vom Führer am 20. April 1939 zum Präsidenten der Reichsknappschaft ernannt, übernahm er nach Beendigung der Aufgabe in der Ostmark am 1. Juni 1939 die Geschäfte des Leiters der Reichsknappschaft. Durch Heranziehung sämtlicher im Bergbau tätigen Kräfte hat Präsident Jakob es verstanden, die große Sozialanstalt, in der mehr als 3 $\frac{1}{4}$  Mill. Volksgenossen betreut werden, mit einem bisher in der Versicherung unbekanntem, lebendigen Geist zu erfüllen. Er hat sich dabei nicht auf organisatorische Maßnahmen beschränkt, sondern für die Inangriffnahme der umfassenden Aufgaben auch die materielle Grundlage geschaffen. Auf seine in Übereinstimmung mit dem Bergbau und der DAF. vorgelegten Anträge hat der Ministerrat für die Reichsverteidigung am 19. Mai die bekannte Knappschaftsnovelle erlassen, in der neben der Neuordnung der Krankenversicherung vor allen Dingen die Grundlage für eine durchgreifende Gesundheitsfürsorge für den deutschen Bergmann geschaffen wurde. In der Initiative an diesem Werk hat Präsident Jakob nicht nachgelassen, obwohl er schon seit dem 5. Juni 1940 vom Reichsarbeitsminister zur Wahrnehmung der Aufsicht über das holländische Sozialministerium nach Den Haag abgeordnet ist.