

GLÜCKAUF

Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

Nr. 37

11. September 1937

73. Jahrg.

Gedämpfte Förderseillängsschwingungen.

Von Gewerbestudienrat a. D. Georg Süß VDI, Zwickau (Sa.).

Damit sich die durch Längsschwingungen in den Förderseilen auftretenden zusätzlichen Beanspruchungen beurteilen lassen, ist es nötig, die Eigenschwingungszahlen und Ausschlagsverhältnisse zu ermitteln. Diese werden nach den für Drehschwingungen verwendeten Verfahren berechnet¹, so daß bei bekannten Schwingungs- und Impulszahlen die während einer Förderung auftretenden Resonanzen leicht festgestellt werden. Durch die in der ganzen Förderanlage vorhandene äußere und die in den Seilen auftretende innere Reibung klingen die einmal angestoßenen Schwingungen ab, oder die fortlaufend erregten Eigenschwingungen ergeben endliche Ausschläge, die sich bei bekannter Dämpfung und Erregung bestimmen lassen. Hernach ergeben sich für die im Förderbetrieb auftretenden Resonanzen große Unterschiede für die Seilbeanspruchungen, so daß man leicht beurteilen kann, welche Seilteile besonders durch zusätzlichen Verschleiß gefährdet sind, den Längsschwingungen verursachen. Die Eigenschwingungszahlen und Schwingungsbilder, d. h. die Ausschlagsverhältnisse, sind für reibungsfreie oder ungedämpfte Schwingungsgruppen berechnet worden. Durch die vorhandene Dämpfung werden die Eigenschwingungszahlen erst bei sehr hohen Werten um solche Beträge herabgesetzt, die zu beachten wären. Für die hier vorliegenden Verhältnisse bleibt die geringe Erniedrigung außer Betracht. Die Schwingungsformen können unter bestimmten Voraussetzungen für gedämpfte und ungedämpfte Eigenschwingungen gleich sein. Neben der äußeren Dämpfung, wie Luft- und Lagerreibung der Treib- und Seilscheiben sowie Luft- und Spurlattenreibung der Körbe, wird die innere Dämpfung der Seile überwiegend sein, woraus sich die Seilerstörung neben andern bekannten Ursachen erklären läßt. Soweit die Erregung der Längsschwingungen durch Anecken der Körbe oder unrunde Treib- und Seilscheiben hervorgerufen wird, gelten die vorstehenden Ausführungen für Elektromotoren- und Dampfmaschinenantrieb. Für den zweiten kommen noch die harmonischen Drehkräfte hinzu, die sich aus dem wechselnden Drehmoment ergeben. Beim Beschleunigen und Bremsen werden bei beiden Antriebsarten Längsschwingungen angeregt, die entweder durch Dämpfung abklingen oder durch Drehmomentstöße, Anecken der Körbe usw. aufrechterhalten werden.

Gedämpfte Schwingungen jedes Seilstranges bei fester Treibscheibe.

Die hier behandelte Treibscheibenanlage ist in Abb. 1a schematisch dargestellt. Es handelt sich um

eine Flurförderanlage, die durch eine Zwillingsdampfmaschine in Tandemanordnung mit 600/900 mm Bohrung und 1300 mm Hub bei 11 atü und Kondensation angetrieben wird. Die Teufe beträgt 925 m und die größte Fördergeschwindigkeit bei Lastfahrt 20 m/s. Die Treibscheibe T hat 7,5 m Durchmesser, bei den beiden Seilscheiben WS und OS beträgt er 5,5 m. Ober- und Unterseil haben den gleichen Querschnitt von 9,1 cm² und das gleiche Gewicht von 8,5 kg/m. Nach dem früher beschriebenen Verfahren sind die Eigenschwingungszahlen und Ausschlagsverhältnisse für verschiedene Grade bei bestimmten Korbstellungen A bis N berechnet worden (vgl. Abb. 12). Dabei kann man sich das Unterseil an der tiefsten Stelle aufgeschnitten denken, da es nicht fest geführt ist.

Betrachtet man zunächst in der in Abb. 1a gezeichneten Korbstellung A, bei der der WK ganz unten ist, die Treibscheibe als festgebremst, dann ergeben sich für den westlichen und östlichen Seilstrang verschiedene Eigenschwingungszahlen und die in den Abb. 1b–d und 1f–h angegebenen Schwingungsbilder ersten bis dritten Grades; die übrigen sind hierbei als unwesentlich weggelassen. Die Ausschläge in

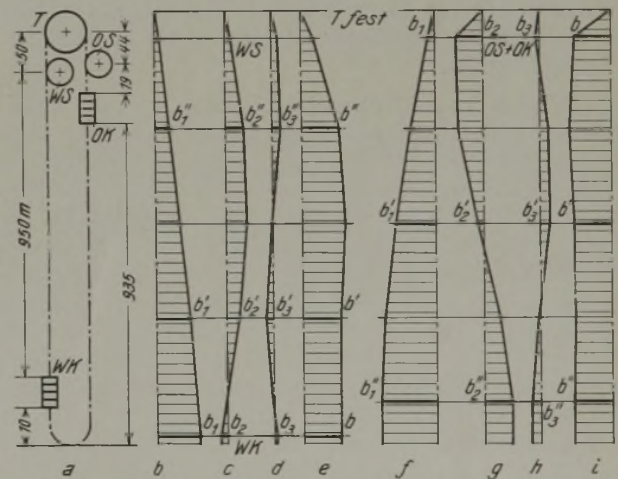


Abb. 1.

- a Schematische Darstellung einer Treibscheibenflurförderanlage für 925 m Teufe. T = Treibscheibe, K = Korb, S = Seilscheibe, W = West und O = Ost. Korbstellung A mit WK am Füllort.
 b bis d Schwingungsbilder 1. bis 3. Grades des westlichen Seilstranges bei festgebremster Treibscheibe T. WK voll. Die Ausschläge in der Längsrichtung sind quer zur Seilachse dargestellt. In diesem Maßstab Verhältnisse der Beschleunigungen.
 e Summe der Beschleunigungen der Abb. b bis d.
 f bis h Schwingungsbilder 1. bis 3. Grades des östlichen Seilstranges bei festgebremster Treibscheibe T. OK voll. Verhältnisse der Beschleunigungen.
 i Summe der Beschleunigungen der Abb. f bis h.

¹ Süß: Berechnung von Förderseilsschwingungen, Glückauf 73 (1937) S. 281. Eigenschwingungszahlen und Ausschlagsverhältnisse sind für die Treibscheibenanlage entnommen worden.

Seilrichtung sind zur bessern Darstellung senkrecht zur Seilachse aufgezeichnet worden; es handelt sich also nicht um Querschwingungen, sondern um Längsschwingungen. Für jeden Seilstrang sind außer der festgebremsten, daher unendlich großen Masse der Treibscheibe noch 5 Massen angenommen, die von den Seilscheiben und Körben und den Seilen selbst herühren. Die Schwingungsbilder geben die Ausschlagsverhältnisse bei den betreffenden Eigenschwingungszahlen an, sind aber in einem andern Maßstab auch die Verhältnisse der Beschleunigungen, denn nach der früher aufgeführten Formel 8² ist

$$b = a \cdot \omega^2 \quad \dots \quad 23.$$

Hierin bedeutet b die Beschleunigung in cm/s^2 , a den Ausschlag eines Seilpunktes in cm und ω die Drehschnelle in $1/\text{s}$, die entsprechend der Formel 5 aus der Eigenschwingungszahl n_e in Schw./min nach folgender Formel zu berechnen ist:

$$\omega = n_e : 9,55 \quad \dots \quad 24.$$

Für den westlichen Seilstrang ist die 1. Eigenschwingungszahl $n_{eI} = 33,0$ Schw./min und dann die Drehschnelle $\omega = 33,0 : 9,55 = 3,46$ $1/\text{s}$. Mit $3,46^2$ sind demnach die Ausschläge des Schwingungsbildes nach Abb. 1b malzunehmen, und man hat dann die Werte, die ein Beschleunigungsmesser aufzeichnen würde. Für einen größten Ausschlag des WK von $8,5$ cm wäre nach der Formel 23 die größte Beschleunigung

$$b = 8,5 \cdot 3,46^2 = 101 \text{ cm/s}^2 \approx 1,0 \text{ m/s}^2.$$

Bei der 2. Eigenschwingung wird das Verhältnis zwischen Ausschlag und Beschleunigung wesentlich größer, denn $n_{eII} = 128$ Schw./min, damit $\omega = 13,4$ $1/\text{s}$ und $b = a \cdot 13,4^2 = a \cdot 180 \text{ cm/s}^2$, d. h. für einen kleinen Ausschlag des WK nach der 2. Eigenschwingung (Abb. 1c) von $0,1$ cm ergibt sich eine beachtliche Beschleunigung von 18 cm/s^2 . Für die andern Seilstellen sind aber die Ausschläge und damit auch die Beschleunigungen größer.

Wird beim Stillsetzen des Förderzuges die Treibscheibe festgebremst und auf beide Seilstränge eine gleich große Beschleunigung oder Verzögerung ausgeübt, dann werden bei den Seilsträngen außer der niedrigsten auch höhere Eigenschwingungszahlen angeregt. Die Schwingungsbilder Abb. 1b–d geben die Beschleunigungsverhältnisse für den westlichen Seilstrang an, wobei die Beschleunigungen der einzelnen Seilpunkte b_1, b'_1 und b''_1, b_2, b'_2 und b''_2 sowie b_3, b'_3 und b''_3 so berechnet worden sind, daß bei Einhaltung der Schwingungsbilder die gebildeten Summen bei Abb. 1e jeweils gleich sind, $b = b' = b''$. Da bei 5 schwingenden Massen nur 3 Eigenschwingungen zur Bildung der Summe verwendet worden sind, ergeben sich für 2 Seilstellen Abweichungen, die sonst durch die Beschleunigungen der 4. und 5. Eigenschwingung ausgeglichen würden. Die gebildete Summe gilt nur für einen bestimmten Zeitpunkt und wird im Verlauf der weitem Schwingungen nie wieder erreicht, da einmal die Eigenschwingungszahlen höherer Ordnung kein ganzes Vielfaches der 1. Eigenschwingungszahl sind und zum andern die anfangs vorhandenen Beschleunigungen durch Dämpfung kleiner werden. Für den östlichen Seilstrang, mit dem OK am kurzen Oberseil ergeben sich die Beschleunigungen nach den Abb. 1f–h, deren Summe für einen be-

stimmten Zeitpunkt Abb. 1i darstellt. Hierbei ist der OK mit der OS zu einer Masse vereinigt.

Der weitere Verlauf der Beschleunigungen in den Körben, wie ihn ein Beschleunigungsmesser aufzeichnen würde, ist in Abb. 2 dargestellt. Abb. 2a zeigt eine abklingende Schwingung ersten Grades mit einer größten Beschleunigung b_1 am Anfang entsprechend b_1 in Abb. 1b. Darunter ist die Beschleunigung b_2 für die 2. Eigenschwingungszahl ebenfalls als abklingende Schwingung gezeichnet (Abb. 2b), aber entgegengesetzt anfangend, entsprechend Abb. 1c zu 1b. Von der Darstellung der 3. Eigenschwingung ist abgesehen worden. Abb. 2c gibt den Verlauf der Beschleunigung für den WK wieder, die sich hier aus 2 überlagerten, harmonischen, gedämpften Eigenschwingungen zusammensetzt. Die Verzerrungen deuten keinesfalls auf Unregelmäßigkeiten im Seil hin oder auf dessen unharmonisches Verhalten. Im weitem Verlauf, der hier nicht mehr gezeichnet ist, würden auch die Verzerrungen von der 2. Eigenschwingung verschwinden, so daß nur noch die weiter abklingende 1. Eigenschwingung übrigbleibt. Für andere Seilstellen, z. B. b'_1 und b''_2 in den Abb. 1b und 1c, würden sich ganz andere Kurvenzüge ergeben, wie sich leicht durch die Aufzeichnung abklingender Schwingungen nach Abb. 2a–c nachweisen ließe.

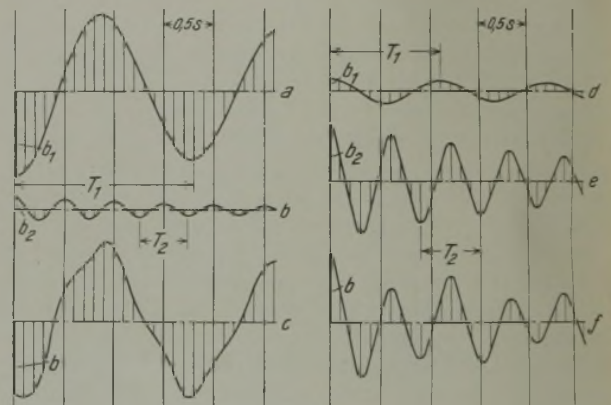


Abb. 2. Beschleunigungen für WK und OK bei fester Treibscheibe.

- a 1. Eigenschwingung abklingend, Anfangsbeschleunigung b_1 für WK.
- b 2. Eigenschwingung abklingend, Anfangsbeschleunigung b_2 für WK.
- c Beschleunigung für WK, als Summe von 2a und 2b.
- d 1. Eigenschwingung abklingend, Anfangsbeschleunigung b_1 für OK.
- e 2. Eigenschwingung abklingend, Anfangsbeschleunigung b_2 für OK.
- f Beschleunigung für OK als Summe von 2d und 2e.

Wenn der WK am langen Seil hängt, ist die erste Eigenschwingung für die größte Korb beschleunigung maßgebend, deshalb herrscht in Abb. 2c die niedrigste Eigenschwingung bei weitem vor. Anders werden die Verhältnisse, wenn der Korb oben ist, also an einem kurzen Seilstück schwingt, wie z. B. der OK in den Abb. 1f–h. Hier gibt die 2. Eigenschwingung die größte Korb beschleunigung (vgl. b_1 und b_2 in den Abb. 2d und 2e). Damit läßt aber der Verlauf der Beschleunigung nach Abb. 2f hauptsächlich die 2. Eigenschwingung erkennen. Wenn aber diese schneller abklingt als die erste, ist es auch denkbar, daß nach mehreren Schwingungen nur noch die erste abklingt.

¹ Süß, a. a. O., die Formeln 1–19 für Treibscheibenanlage.

Es würde dann fast so aussehen, als wenn sich die Schwingungszahl im Verlauf des Abklingens verändern würde, was natürlich ohne wesentliche Veränderung der Massen, der Seillängen oder der Seilelastizität gar nicht denkbar ist.

Aus den gemessenen Beschleunigungen sind die Seilbeanspruchungen z. B. für das an den Korb anschließende Oberseilstück nur dann annähernd richtig zu berechnen, wenn sich der Korb am Ende der Schwingungsgruppe befindet, wie der WK in der Korbstellung A (Abb. 1a). Richtiger ist es, aus den Beschleunigungen die Ausschläge zu bestimmen und daraus die Dehnungen in cm, die Belastungen in kg oder die Spannungen in kg/cm², wie noch erörtert wird.

Gedämpfte Schwingungen der ganzen Anlage bei loser Treibscheibe.

Für die Bestimmung der größten Seilbeanspruchungen oder der größten Seilabnutzungen durch die innere Seilreibung sind nicht die Endstellungen bei festgebremster Treibscheibe maßgebend, sondern die Schwingungen der ganzen Anlage bei loser Treibscheibe¹. Abb. 3a zeigt eine Schwingungsgruppe mit 9 durch das elastische Drahtseil verbundenen Massen. WK und OK sind die Massen der vollen Körbe, während T die Masse der Treibscheibe mit denen der

Seilscheiben und einem Seilanteil zu einer vereinigt darstellte, die übrigen sind Seilmassen. Das Schwingungsbild 1. Grades wird in Abb. 3b gezeigt, worin C₁ bis C₉ die verhältnismäßigen Ausschläge sind. Für die größte Verlängerung des Seiles bei WK ist C₁ = 1 angenommen; dann werden die andern entsprechend kleiner, stellen aber immer Verlängerungen dar, auch in anderer Richtung. Hierfür gilt der stark ausgezogene gebrochene Linienzug. Nach einer halben Schwingung sind alle Verlängerungen zu Verkürzungen geworden, d. h. das Seil wird nunmehr durch die Eigenschwingung 1. Grades entlastet, bis wieder nach einer halben Schwingung die größte Belastung auftritt.

Bei der Aufzeichnung der Längsschwingungsausschläge senkrecht zur Seilachse, wie sie in Abb. 3c geschehen ist (ebenso wie bei den Abb. 1b-d und 1f-h), gibt die ausgezogene gebrochene Linie in ihrer Neigung gegen die Seilachse ein Maß für die Seilbeanspruchung an. Der Unterschied zweier benachbarter Ausschläge ist mit ΔC bezeichnet; er entspricht der Zunahme der Verlängerung auf die betreffende Länge und gibt die verhältnismäßige Dehnung in ‰, oder bei bekannter Elastizitätsziffer E auch die verhältnismäßige Spannung s₁₂ in kg/cm² an:

$$s_{12} = \frac{E \cdot \Delta C_{12}}{l_{12}} \dots \dots \dots 25.$$

Bei C₁ = 1, C₂ = 0,924 wird ΔC₁₂ = C₁ - C₂ = 1 - 0,924 = 0,076, l₁₂ = 78,3 m = 7830 cm und E = 1 300 000 kg je cm², dann ist die verhältnismäßige Spannung zwischen m₁ und m₂ nach der Formel 25

$$s_{12} = \frac{1\,300\,000 \cdot 0,076}{7830} = 12,6 \text{ kg/cm}^2.$$

In Wirklichkeit ist der Ausschlag der 1. Masse aber nicht 1 (cm), wie hierbei gerechnet, sondern 10 bis 20 cm; damit würde auch die berechnete Spannung in dem gleichen Verhältnis zu vergrößern sein, wie es später geschieht.

In Abb. 3c sind die verhältnismäßigen Spannungen für die einzelnen Seilstücke aufgetragen, und daraus ergibt sich, daß die Beschleunigungen am Förderkorb oder an der Treibscheibe allein nicht das rechte Bild der Seilbeanspruchung ergeben. In dem Seilabschnitt, in dem sich beim Schwingungsbild ein Knotenpunkt (Kn.) befindet, ergeben sich die größten Beanspruchungen, Belastungen oder Spannungen, aber die kleinsten Beschleunigungen. Durch die erhebliche Seilmasse bei großen Teufen gegenüber den Korbmassen ergibt sich für das Seilstück zwischen Korb und Treibscheibe (WK und T) eine zunehmende Belastung nach der Treibscheibe hin.

Wird im WK bei der Korbstellung A eine Beschleunigung von b = 300 cm/s² gemessen, so ergibt sich der zugehörige Ausschlag für den WK bei einer Eigenschwingungszahl n_{e1} = 35,8 Schw. min zu a₁ = 21,3 cm (Formel 8). Die wirkliche Spannung σ_{z12} wird dann aus der verhältnismäßigen s₁₂ durch Malnehmen mit a₁ gefunden; genauer a₁ : C₁ = 21,3:

$$\sigma_{z12} = s_{12} \cdot a_1 \dots \dots \dots 26$$

$$\sigma_{z12} = 12,6 \cdot 21,3 = 268 \text{ kg/cm}^2.$$

Die für die Länge l₄₅ vorkommende größte verhältnismäßige Spannung wird mit den Ausschlägen C₄ = 0,184, C₅ = -0,288 und der Länge l₄₅ = 33300 cm ebenfalls nach der Formel 25, nur mit

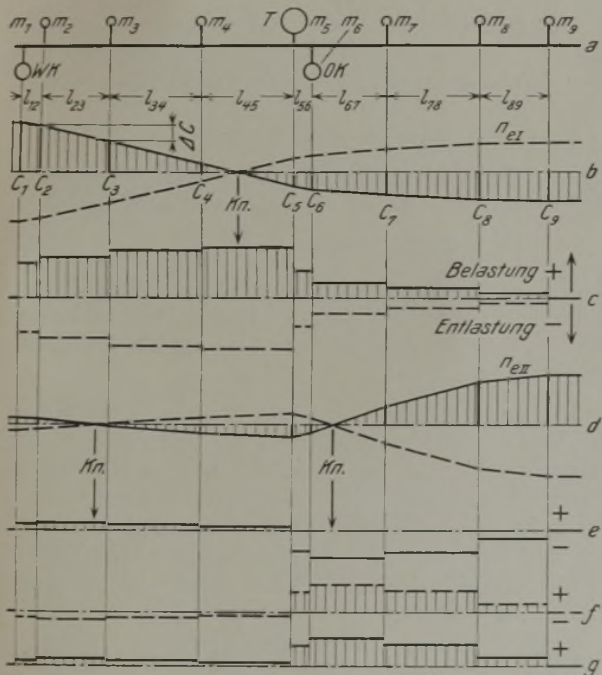


Abb. 3.

- a Schwingungsgruppe für 9 Massen. T = Treibscheibe + 2 Seilscheiben + Seilanteil, WK = Westkorb voll, OK = Ostkorb voll. Korbstellung A.
- b Schwingungsbild 1. Grades. Kn. = Knotenpunkt.
- c Belastungen und Entlastungen des Seiles bei den größten Ausschlägen nach der 1. Eigenschwingung.
- d Schwingungsbild 2. Grades. Kn. = Knotenpunkt.
- e und f Beanspruchungen des Seiles bei der 2. Eigenschwingung, entsprechend dem ausgezogenen und gestrichelten Linienzug in Abb. 3d.
- g Maßgebende Belastung des Seiles, die während einer ganzen Vollschiwingung nach Abb. 2d auftritt.

¹ Koch: Der Einfluß der Antriebsart, der Belastung und der Steuerungsweise auf die Maschinen- und Förderkorbschwingungen usw., Glückauf 73 (1937) S. 549. Die durch Versuch mit festgebremster Treibscheibe bestimmten Eigenschwingungen gehören zwischen Füllort und Mitte Teufe zur ersten, von da bis Hängebank zur zweiten Eigenschwingung.

andern Beizahlen, $s_{45} = 18,41 \text{ kg/cm}^2$. Damit ergibt sich die wirkliche Spannung nach der Formel 26

$$\sigma_{z45} = 18,41 \cdot 21,3 = 392 \text{ kg/cm}^2.$$

Bei einer Korbmasse von $8,15 \text{ kg s}^2\text{cm}^{-1}$ und einem Seilquerschnitt von $F = 9,1 \text{ cm}^2$ wäre die Zugspannung für die oben angegebene Beschleunigung $b = 300 \text{ cm/s}^2$

$$\begin{aligned} \sigma_z &= m \cdot b : F \quad \dots \quad 27 \\ \sigma_z &= 8,15 \cdot 300 : 9,1 = 269 \text{ kg/cm}^2. \end{aligned}$$

Das ist nur wenig mehr als σ_{z12} , aber nur deshalb, weil der WK am Seilende hängt. Für den OK ergibt sich eine Beschleunigung von $b = 300 \cdot (-0,337) = -101 \text{ cm/s}^2$, entsprechend den verhältnismäßigen Ausschlägen C_1 und C_6 , damit wird aber mit einer Masse $8,15 + 7,21 = 15,36 \text{ kg s}^2\text{cm}^{-1}$ die nach der Formel 27 berechnete Zugspannung ohne Berücksichtigung des Vorzeichens

$$\sigma_z = 15,36 \cdot 101 : 9,1 = 170,5 \text{ kg/cm}^2.$$

Die nach der Formel 25 berechnete verhältnismäßige Spannung für das Seilstück zwischen m_5 und m_6 ist aber $s_{56} = 10,18 \text{ kg/cm}^2$, wie in Abb. 3c dargestellt. Daraus berechnet sich die der angegebenen Beschleunigung zugehörige wirkliche Spannung nach der Formel 26 zu $\sigma_{z56} = 10,18 \cdot 21,3 = 217 \text{ kg/cm}^2$. Während vorher noch von einer guten Übereinstimmung gesprochen werden konnte, ist jetzt die wirkliche Spannung 25% größer als die aus der Beschleunigung berechnete, bei voller Berücksichtigung der Unterseilmasse von $7,21 \text{ kg s}^2\text{cm}^{-1}$.

Abb. 3c zeigt ausgezogen und geschrafft die zusätzlichen Belastungen oder verhältnismäßigen Spannungen in den einzelnen Seilabschnitten bei der 1. Eigenschwingung $n_{e1} = 35,8 \text{ Schw./min}$. Sie nehmen vom WK zur Treibscheibe zu und erreichen in dem Stück mit dem Knotenpunkt, bei der Schwingungsform in der Abbildung darüber, die größte vorkommende Spannung. Das Oberseilstück zwischen T und OK ist geringer belastet und das östliche Unterseil noch weniger. Nach einer halben Schwingung werden die Seilstücke um den gleichen Betrag entlastet, wie es in Abb. 3c gestrichelt angegeben ist. Zur Bestimmung der größten überhaupt vorkommenden Seilbeanspruchungen werden nur die Belastungen gebraucht, aber die Entlastungen unterstützen das Arbeiten des Seiles und damit den Verschleiß. Wie später gezeigt wird, ist die Zu- und Abnahme der Spannungen bei den Seilmassen nicht sprunghaft, sondern stetig, für die niedrigen Eigenschwingungen genügt aber diese Annäherung, durch die gegenüber genauer Rechnung viel Zeit gespart werden kann. Bei der 1. Eigenschwingung wird besonders das Oberseil stark beansprucht, während das Unterseil nur geringe Belastungen erfährt.

Anders ist es bei der 2. Eigenschwingung, deren Schwingungsbild in Abb. 3d gezeigt wird. Die verhältnismäßigen Spannungen sind für den ausgezogenen gebrochenen Linienzug in Abb. 3e dargestellt; sie sind teilweise positiv und negativ. An den mit Kn. gekennzeichneten Stellen, bei denen sich Knotenpunkte im Schwingungsbild befinden, werden die größte Belastung und die größte Entlastung hervorgerufen. Nach einer halben Schwingung wäre im Schwingungsbild der gestrichelte gebrochene Linienzug gültig sowie die in Abb. 3f angegebenen verhältnismäßigen Spannungen, die für die 2. Eigenschwingung kleiner gezeichnet sind, als dem

Schwingungsbild entsprechen würde. In Abb. 3g sind die während einer Vollschiwingung vorkommenden positiven Belastungen aus den darüberliegenden Abbildungen zusammengezeichnet, wie sie zur Ermittlung der größten Seilbeanspruchung gebraucht werden. Für die 2. Eigenschwingung mit $n_{e11} = 64,7 \text{ Schw./min}$ wird in der Korbstellung A besonders das östliche Unterseil belastet, während das westliche Oberseil zwischen WK und T nur ganz geringe Spannungen auszuhalten hat. Das Oberseilstück zwischen T und OK wird höher beansprucht, aber geringer als das Unterseil. Für andere Korbstellungen ändert sich dies für die 2. Eigenschwingung, wie aus Abb. 5b für die Korbstellungen C bis L hervorgeht. Während bei der 1. Eigenschwingung für zusammengehörige Ausschläge entweder nur Seilverlängerungen oder Seilverkürzungen vorhanden sind, kommen bei der 2. Eigenschwingung jeweils beide vor, z. B. vom WK bis T Verlängerungen und im übrigen Teil Verkürzungen oder umgekehrt. Für die 3. und 4. ergibt sich ein doppelter und dreifacher Wechsel, entsprechend den zugehörigen Schwingungsformen.

Für eine erregende Kraft $P_h = 1000 \text{ kg}$, die zunächst an der Treibscheibe angreifen soll, und deren Impulszahl n_h gleich der jeweiligen Eigenschwingungszahl n_e ist, sollen für bestimmte Dämpfungen die wirklichen Ausschläge berechnet werden.

Nach Wydler ist die Arbeit einer erregenden Kraft $P_h \text{ kg}$, die bei einem Ausschlag $a \text{ cm}$ während einer Vollschiwingung Dämpfungswiderstände überwindet¹:

$$A_h = \pi \cdot P_h \cdot a \text{ kg cm} \quad \dots \quad 28.$$

Für die äußere Dämpfung, die an der n-ten Masse angreift, wird die Arbeit bei einer Vollschiwingung

$$A_{kan} = -\pi \cdot a_n^2 \cdot \omega \cdot k_{an} \quad \dots \quad 29.$$

Hierbei ist der Wert für äußere Dämpfung k_{an} und ω die Drehschnelle der Eigenschwingung. Die Dämpfung selbst ist verhältnismäßig der Schwingungsgeschwindigkeit angenommen.

Die innere Dämpfung hängt von der Geschwindigkeit der Formänderung ab, also von dem Geschwindigkeitsunterschied zweier benachbarter Querschnitte, die Ausschläge a_n und a_{n+1} ausführen. Der Wert k_i für die innere Dämpfung ist dem Abstand der beiden Querschnitte oder der betreffenden Seillänge umgekehrt verhältnismäßig. Die Arbeit einer vollen Schwingung wird²

$$A_{ki n,n+1} = -\pi \cdot \omega \cdot (a_n - a_{n+1})^2 \cdot k_{i n,n+1} \quad \dots \quad 30.$$

Wird nun die Schwingungsgruppe nach Abb. 3a durch eine harmonische Kraft P_h , die einen wirklichen Ausschlag a_5 machen soll, angeregt, während z. B. am WK, OK und der T äußere Dämpfungen und in den einzelnen Seilstücken innere Dämpfungen angreifen, so ergibt sich unter Streichung von π folgende Gleichung:

$$P_h \cdot a_5 = \omega \cdot [a_1^2 \cdot k_{a1} + a_5^2 \cdot k_{a5} + a_6^2 \cdot k_{a6} + \sum (a_n - a_{n+1})^2 \cdot k_{i n,n+1}] \quad \dots \quad 31.$$

Im Schwingungsbild Abb. 3b sind aber nur die verhältnismäßigen Ausschläge C_1 bis C_9 angegeben.

¹ Wydler: Drehschwingungen in Kolbenmaschinenanlagen und das Gesetz ihres Ausgleichs, 1922, S. 51 und 53, Formeln 11a und 13a.

² Holzer: Die Berechnung der Drehschwingungen und ihre Anwendung im Maschinenbau, 1921, S. 175, Formel 253, die entsprechend umgeändert worden ist.

Wenn es gelingt, einen wirklichen Ausschlag zu berechnen, dann stehen alle andern in dem aus der Schwingungsform bekannten Verhältnis. Es ist

$$a_1 : a_1 = C_1 = 1 \quad a_2 : a_1 = C_2 \quad a_3 : a_1 = C_3 \quad 32.$$

oder, anders geschrieben:

$$a_1 = a_1 \cdot C_1 \quad a_2 = a_1 \cdot C_2 \quad a_3 = a_1 \cdot C_3 \text{ usf.} \quad 33.$$

Setzt man in die Gleichung 31 für die wirklichen Ausschläge die nach den Gleichungen 33 gefundenen ein und teilt beide Seiten der neuen Gleichung durch a_1 , so ergibt sich

$$P_h \cdot C_5 = \omega \cdot a_1 [C_1^2 \cdot k_{a1} + C_5^2 \cdot k_{a5} + C_6^2 \cdot k_{a6} + \sum (C_n - C_{n+1})^2 \cdot k_{i, n, n+1}] \quad 34.$$

Hierin ist nur noch a_1 enthalten, das sich folgendermaßen berechnen läßt:

$$a_1 = \frac{P_h \cdot C_5}{\omega \cdot [C_1^2 \cdot k_{a1} + C_5^2 \cdot k_{a5} + C_6^2 \cdot k_{a6} + \sum (C_n - C_{n+1})^2 \cdot k_{i, n, n+1}]} \quad 35.$$

Ersetzt man den Wert für die innere Dämpfung $k_{i, n, n+1}$ durch q_i , entsprechend seiner Abhängigkeit von der Länge des betreffenden Seilstückes $l_{n, n+1}$

$$k_{i, n, n+1} = q_i : l_{n, n+1} \quad 36,$$

dann berechnet sich der wirkliche Ausschlag der Masse m_1 bei äußerer und innerer Dämpfung wie folgt:

$$a_1 = \frac{P_h \cdot C_5}{\omega \cdot [C_1^2 \cdot k_{a1} + C_5^2 \cdot k_{a5} + C_6^2 \cdot k_{a6} + q_i \cdot \sum [(C_n - C_{n+1})^2 : l_{n, n+1}]} \quad 37.$$

Vermutlich treten die äußern Dämpfungen an den Körben und an der Treibscheibe gegenüber den innern Dämpfungen der Seile stark zurück, so daß kein allzu-großer Fehler entsteht, wenn sie im folgenden vernachlässigt werden. Die Formel 37 wird durch Nullsetzen der Werte k_a allein für innere Dämpfung gültig und mit $C_n - C_{n+1} = \Delta C_{n, n+1}$

$$a_1 = \frac{P_h \cdot C_5}{\omega \cdot q_i \cdot \sum [(\Delta C_{n, n+1})^2 : l_{n, n+1}]} \quad 38.$$

Mit dieser Formel läßt sich aus den Ausschlagsverhältnissen für eine bestimmte harmonische Kraft, deren Schwingungszahl n_h mit der Eigenschwingungszahl n_e übereinstimmt, der Ausschlag einer Masse bestimmen, wenn der Wert q_i bekannt ist. Umgekehrt kann, wenn aus Versuchen der Ausschlag ermittelt worden ist, der Wert q_i bestimmt werden. Dieser wird vom Seilquerschnitt, der Flechtart und der Elastizität abhängen. Mit einem angenommenen Wert $q_i = 200\,000 \text{ kg s}$ ist die folgende Berechnung für die wirklichen Ausschläge und zugehörigen Seilspannungen durchgeführt. Daraus ergeben sich Werte, die durchaus möglich sind, so daß die obige Annahme bestätigt wird, wenn sie auch durch Versuche noch genauer zu bestimmen wäre.

Für die Korbstellung A mit $n_{e1} = 35,8 \text{ Schw./min}$ wird der wirkliche Ausschlag a_1 der Masse m_1 berechnet. In der nachstehenden Zahlentafel ergeben sich aus den verhältnismäßigen Ausschlägen C_1 bis C_9 und aus den Längen l_{12} bis l_{39} die im Nenner der Formel 38 hinter dem Summenzeichen stehenden Werte (im Schwingungsbild Abb. 3b sind die verhältnismäßigen Ausschläge über den zugehörigen Längen gezeichnet).

C	ΔC	ΔC^2	$l \text{ cm}$	$(\Delta C^2 : l) \cdot 10^{-6}$
1,000	0,076	0,0058	7 830	0,74
0,924	0,289	0,0835	25 500	3,27
0,635	0,451	0,2033	33 300	6,12
0,184	0,472	0,2225	33 300	6,68
- 0,288	0,049	0,0024	6 300	0,38
- 0,337	0,120	0,0144	27 000	0,53
- 0,457	0,097	0,0094	33 300	0,28
- 0,554	0,027	0,0007	24 900	0,03
- 0,581				18,03

$$\sum [(\Delta C_{n, n+1})^2 : l_{n, n+1}] = 0,000\,018\,03.$$

Nach Formel 24 ist $\omega = 3,75 \text{ 1/s}$; dann wird mit $P_h = 1000 \text{ kg}$ und $C_5 = -0,288$ nach obiger Zahlentafel und $q_i = 200\,000 \text{ kg s}$ der wirkliche Ausschlag nach Formel 38

$$a_1 = \frac{-0,288 \cdot 1000}{3,75 \cdot 200\,000 \cdot 0,000\,018\,03} = -21,28 \text{ cm.}$$

Nach der Formel 23 würde der Ausschlag a_1 der Masse m_1 , das ist der WK in Korbstellung A, bei der berechneten Drehschnelle $\omega = 3,75$ eine Beschleunigung $b = 21,3 \cdot 3,75^2 = 299 \text{ cm/s}^2$ hervorrufen, was bei voller Resonanz und einer harmonischen Kraft von $P_h = 1000 \text{ kg}$ an der Treibscheibe durchaus als möglich erscheint.

In den Abb. 4 a-e sind die Schwingungsformen für die 1. bis 5. Eigenschwingung aufgezeichnet, wie sie sich mit den berechneten wirklichen Ausschlägen ergeben, immer mit der Annahme einer gleichgroßen harmonischen Kraft an der Treibscheibe und eines gleichbleibenden Wertes q_i . Die Korbstellungen A bis N entsprechen dem Verlauf einer ganzen Förderung. Die Ausschläge in der Seilrichtung sind senkrecht aufgetragen, deshalb gibt die Neigung der stark ausgezogenen, gebrochenen Linie einen Anhaltspunkt für die Seilstellen, die den größten zusätzlichen Schwingungsbeanspruchungen unterworfen sind (vgl. die obigen Ausführungen). Man erkennt demnach bei der 1. Eigenschwingung, daß in der Korbstellung G keine Schwingungsbeanspruchungen durch eine große harmonische Kraft an der Treibscheibe hervorgerufen werden können, da sich die ausgezogene Linie fast mit der Mittellinie deckt. Die Treibscheibe liegt hier bei zwei vollen Körben im Knotenpunkt der Schwingungsgruppe und macht demnach keinen Ausschlag; mithin wird nach der Formel 38 der Zähler und damit der Ausschlag Null. In den Endstellungen A und N sind große Beanspruchungen zu erwarten, weil hierbei auch noch die Beschleunigungs- oder Verzögerungsstöße hinzukommen können, die außer den Drehmomentstößen der Maschine von der Treibscheibe aus auf die Schwingungsgruppe wirken. Die ausgezogenen Schwingungsbilder sind für 2 volle Körbe, dagegen die gestrichelten Linien bei der 1. Eigenschwingung Abb. 4a in den Korbstellungen A, E, G, I und N für einen vollen WK und einen leeren OK gezeichnet. Merkwürdigerweise wird bei der Korbstellung A der Ausschlag des WK noch etwas größer, und zwar deshalb, weil der Ausschlag der Treibscheibe bei leerem OK größer werden muß. In der Mittelstellung G sind noch ziemlich große Ausschläge vorhanden und erst bei der Korbstellung I fast verschwunden. In den folgenden Stellungen sind die Ausschläge und damit auch die Beanspruchungen kleiner als bei zwei vollen Körben. Bei der 1. Eigenschwingung ist die Neigung zwischen WK und OK immer am größten, d. h. das Oberseil hat die stärksten

Beanspruchungen auszuhalten, besonders große in den Endstellungen, keine jedoch in der Mittelstellung, bei der die beiden vollen Körbe in gleicher Höhe sind.

Anders ist dies bei der 2. Eigenschwingung nach Abb. 4b. In den Endstellungen A und N hat das Unterseil die größten Schwindungsbeanspruchungen auszuhalten, das Oberseil ist also nicht gefährdet, aber

dafür erreicht in der Mittelstellung G bei 2 vollen Körben die Beanspruchung dieselbe Höhe wie bei der 1. in den Endstellungen, wenn auch die Ausschläge selbst nicht die Größe erreichen. Für leeren OK sind bei den Korbstellungen E, G und I die Schwindungsbilder gestrichelt; die Abweichungen sind weniger groß als bei der 1. Eigenschwingung.

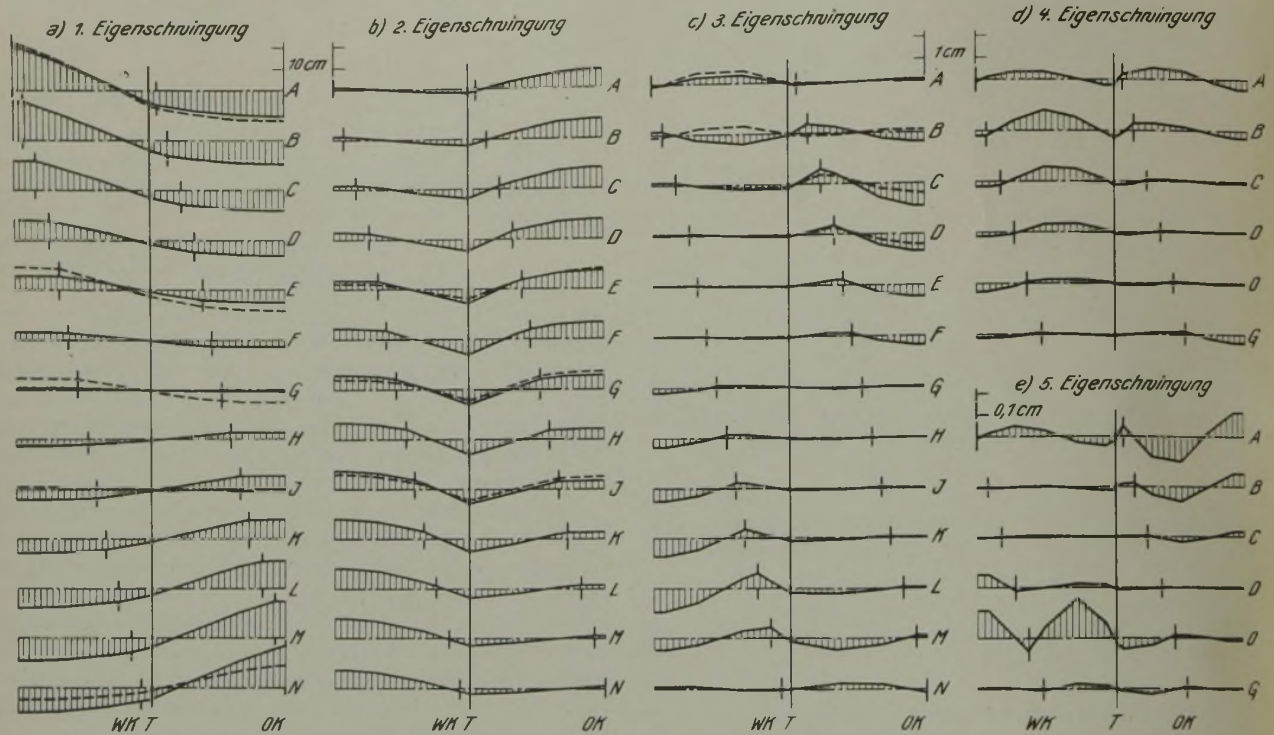


Abb. 4.

a bis e Schwindungsbilder 1. bis 5. Grades bei verschiedenen Korbstellungen. Wirkliche Ausschläge bei Resonanz, Erregung durch $P_h = 1000$ kg an der Treibscheibe wirkend, Dämpfung q_i für innere Widerstände gleichbleibend. Ausgezogen für zwei volle Körbe, gestrichelt für WK voll und OK leer. Maßstäbe beachten.

Abb. 4c zeigt die Schwindungsbilder für die gleichen Korbstellungen für die 3. Eigenschwingung, aber in anderm Maßstab. Bei der Korbstellung A ist fast nur das westliche Oberseil beteiligt, während bei B Ober- und Unterseil schwingen und bei C der OK gegen die Treibscheibe T und das östliche Unterseil gegen den OK. Zwischen den Stellungen F und G ist alles in Ruhe, da die Treibscheibe hierbei selbst in einem Schwingungsknotenpunkt liegt, weshalb von ihr aus keine Anregung in die Schwingungsgruppe gelangen kann. Für den leeren OK sind bei den Stellungen A bis D die Schwindungsbilder gestrichelt. Die Abweichungen, die im Verlauf der Förderung vorkommen, sind hierbei am größten. Wie auch der eingeschriebene Maßstab angibt, sind hier die Ausschläge viel kleiner, jedoch werden die Beanspruchungen nicht in gleichem Maße kleiner, z. B. bei B und C. Dort verläuft die ausgezogene Linie zwischen T und OK recht steil, wie auch bei L und M und zwischen WK und T. Wenn auch die Ausschläge verhältnismäßig klein sind, bei L z. B. vollführt der WK etwa 0,7 cm Ausschlag, betragen trotzdem bei der 3. Eigenschwingung mit $n_{eIII} = 104$ Schw./min für die Korbstellung L die zugehörigen Beschleunigungen $b = 83$ cm/s². Für die Eigenschwingungen 1. bis 3. Grades sind die Massen der Seilscheiben und ein Seilanteil mit der Treibscheibe vereinigt, außerdem ist die ganze Seilmasse in wenige Einzelmassen zerlegt. Dafür wird bei

der Berechnung viel Zeit gespart, und mit Rücksicht auf die unsichern Unterlagen ist der damit begangene Fehler noch nicht so groß, daß nicht das Wesentliche hiermit gezeigt werden könnte.

Für die 4. und 5. Eigenschwingung sind mehr Seilmassen angenommen, außerdem sind die Seilscheiben als Einzelmassen der Berechnung zugrunde gelegt, dafür aber nur 6 Korbstellungen von A bis G angegeben; die Korbstellung O liegt zwischen E und F. Die 4. Eigenschwingung zeigt bei Beginn der Förderung eine besonders steile Stelle in dem gebrochenen Linienzug zwischen Treibscheibe und OK. In der hier nicht gezeigten Endstellung N ist der gleiche Anstieg zu erwarten, jedoch zwischen WK und T. Zwischen O und G gibt es für das Oberseil nur ganz geringe Ausschläge und demnach auch Beanspruchungen, die aber nicht den Wert Null erreichen, etwa wie bei der 1. oder 3. Eigenschwingung.

Für die 5. Eigenschwingung mußte der Maßstab nochmals geändert werden; er ist gegenüber Abb. 4a 100 mal vergrößert. Die gezeigten Schwindungsbilder können nur als Andeutungen gelten, denn die Anzahl der willkürlich gewählten Seilmassen ist hierbei schon nicht mehr genügend. Trotzdem läßt sich erkennen, daß bei A und bei O verhältnismäßig große Beanspruchungen vorkommen, während bei G und zwischen C und D die Ausschläge der Treibscheibe Null werden

und deshalb keine Anregungen in die Schwingungsgruppe von der harmonischen Kraft $P_h = 1000$ kg gelangen können.

Zusätzliche Seilbeanspruchungen durch Längsschwingungen.

Ober- und Unterseil mit einem Querschnitt von $F = 9,1$ cm² hätten ohne Resonanz bei einer harmonischen Kraft $P_h = 1000$ kg eine Spannung von $P_h : F = 1000 : 9,1 = 110$ kg/cm² auszuhalten. Hierbei ist zu beachten, daß die harmonische Kraft sinusförmigen Verlauf von 0 kg zu +1000 kg zu 0 kg, -1000 kg und wieder 0 kg hat. Nur bei einem schon vorbelasteten Seil kann sich die Entlastung von -1000 kg richtig auswirken, denn zur Aufnahme von Druck ist das Seil nicht geeignet. Bei allen hier vorkommenden Schwingungsbeanspruchungen werden niemals die durch Eigengewicht des Seiles oder Korblast vorhandenen Spannungen aufgehoben.

Für die bereits hochbelasteten Teile des Oberseiles in der Nähe der Treibscheibe ist eine wechselnde Spannung von 110 kg/cm² schon beachtenswert. Bei Resonanz wird aber durch Aufschaukeln von der gleichen harmonischen Kraft unter Umständen ein Vielfaches der oben berechneten Spannungen erreicht.

Aus den Schwingungsbildern Abb. 4 mit den berechneten, wirklichen Ausschlägen sind nach dem oben Gesagten die wirklichen Spannungen berechnet worden, immer unter der Annahme von voller Resonanz $n_h = n_e$, $P_h = 1000$ kg, an der Treibscheibe angreifend, und $q_i = 200000$ kg s für das vorliegende Seil mit $F = 9,1$ cm².

Für die 1. Eigenschwingung in Abb. 5a sind die größten Beanspruchungen in den Endstellungen zu erwarten, die an 400 kg/cm² herankommen, d. h. etwa das 3 1/2-fache der vorher berechneten Spannung von 110 kg/cm² erreichen. Da die Spannungen im Oberseil allein wichtig sind, hebt Abb. 5 nur diese durch Schraffung hervor. Bei den Korbstellungen A, B und C wird bei Lastfahrt das westliche Oberseil noch durch die Beschleunigung zusätzlich in Anspruch genommen, zudem sind die größten vorkommenden Spannungen in der Nähe der Treibscheibe, wo noch durch das Eigengewicht des Seiles hohe Spannungen im Oberseil verursacht werden. In der Mittelstellung kann die harmonische Kraft an der Treibscheibe keine zusätzlichen Beanspruchungen hervorrufen, während bei den Endstellungen das östliche Unterseil in der Nähe der Treibscheibe hohe Spannungen auszuhalten hat, zu denen noch diejenigen kommen, die durch die Bremsung des Förderzuges hervorgerufen werden. Das Unterseil wird bei allen Korbstellungen in Abb. 5a nur wenig beansprucht, an den freien Enden überhaupt nicht. Die ausgezogenen Linien gelten für zwei volle Körbe, die gestrichelten bei den Korbstellungen A, E, F, G, I, M und N für einen vollen WK und einen leeren OK. Bei A werden von $P_h = 1000$ kg etwas höhere Spannungen erreicht, die dann im Verhältnis zu denen mit zwei vollen Körben immer größer werden, bei I erst Null werden, dann aber immer kleiner bleiben. In Wirklichkeit sind die harmonischen Kräfte verschieden, wenn mit zwei vollen oder einem vollen und einem leeren Korb gefördert wird (s. weiter unten).

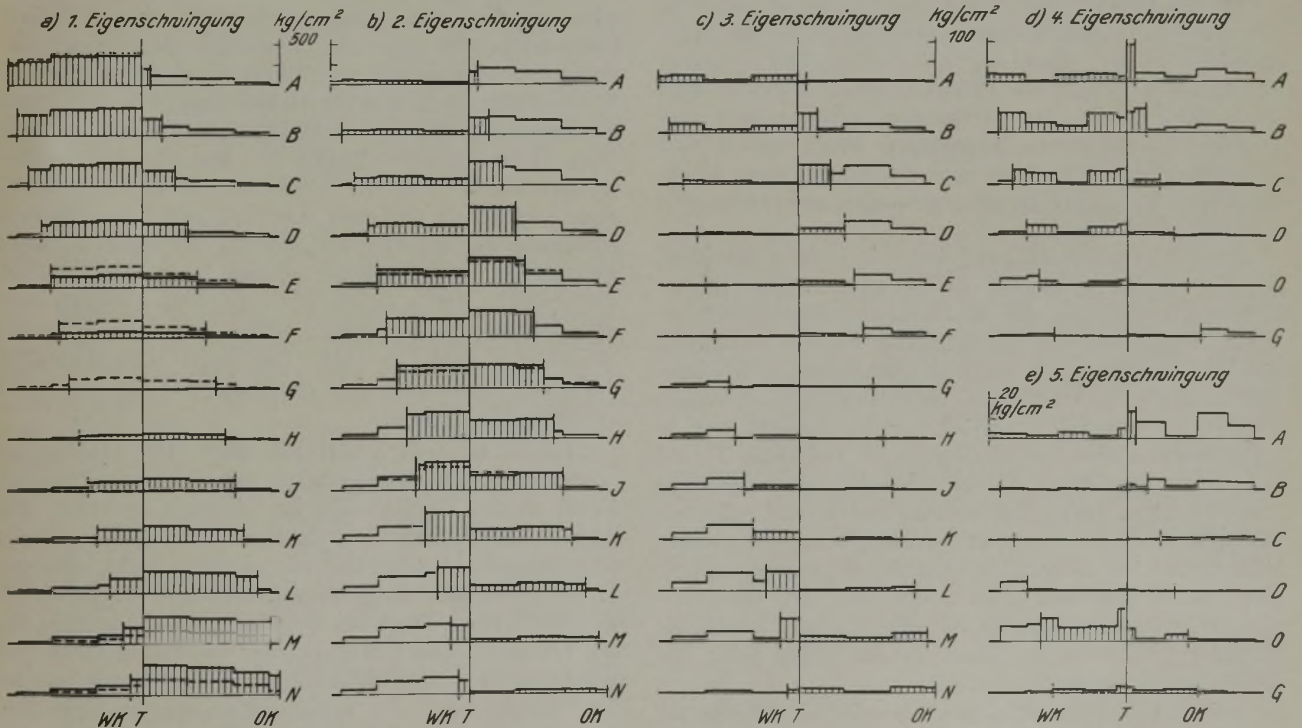


Abb. 5.

a bis e Zusätzliche Spannungen für die Eigenschwingungen 1. bis 5. Grades bei verschiedenen Korbstellungen. Erregende harmonische Kraft $P_h = 1000$ kg an der Treibscheibe wirkend, Dämpfung q_i für innere Widerstände gleichbleibend, Resonanz $n_h = n_e$. Geschraffte Flächen für Oberseil, ausgezogen für zwei volle Körbe, gestrichelt für WK voll und OK leer. Maßstäbe beachten.

Die Harmonische an der Treibscheibe bewirkt bei der 2. Eigenschwingung in den Endstellungen kleinere Spannungen im Oberseil und etwas größere im Unter-

seil, dafür aber von C bis L, auch in der Mittelstellung, große Spannungen, die an diejenigen der 1. Eigenschwingung herankommen (Abb. 5b). Hier sind, wie

auch bei den andern Eigenschwingungen, nur die jeweils vorkommenden größten Belastungen gezeichnet, die Entlastungen aber, wie bei Abb. 3g, weggelassen. Die großen Beanspruchungen treten während der Beharrungszeit auf oder wie bei C und L gerade in dem Teil des Oberseiles, der durch Beschleunigung oder Verzögerung keine zusätzlichen Zugspannungen auszuhalten hat. Aus einer spätern Übersicht geht hervor, daß bei den hier vorliegenden Verhältnissen die 2. Eigenschwingung lange nicht so gefährlich werden kann wie die erste (s. Abb. 12). Für den leeren OK sind bei E, G und I die Spannungen gestrichelt mit eingezeichnet, die nur wenig abweichen und gegenüber den größten jeweiligen Spannungen zurückbleiben.

Bei Resonanz mit der 3. Eigenschwingung werden unter sonst gleichen Bedingungen kleinere Spannungen hervorgerufen, deshalb ist der Maßstab geändert worden. Nur bei B und C in der Beschleunigungszone und bei L und M in der Verzögerungszone werden Teile des Oberseils verhältnismäßig hoch beansprucht, allerdings mit einer kleinern Spannung, als sie sich aus der harmonischen Kraft und dem Querschnitt ergibt (110 kg/cm^2). Hierbei darf aber nicht übersehen werden, daß durch den raschen Wechsel zwischen Belastung und Entlastung eher die Ermüdungsgrenze des ohnehin hochbelasteten Oberseiles erreicht wird; die zugehörigen Eigenschwingungszahlen gehen aus Abb. 12 hervor. Zwischen A und B, F und G sowie M und N sind die Spannungen Null, da hierbei die Treibscheibe selbst im Knotenpunkt der Schwingungsgruppe liegt. Bei genauerer Berechnung der 3. Eigenschwingungsform mit mehreren Einzelmassen verschieben sich die Verhältnisse etwas, aber die hier gezeigten einfacher gewonnenen Ergebnisse geben trotzdem einen Anhalt über diejenigen Korbstellungen, bei denen die größten zusätzlichen Spannungen im Oberseil verursacht werden. Das Unterseil erfährt bei allen Korbstellungen geringere Beanspruchungen gegenüber den größten des Oberseils.

Die 4. Eigenschwingung ist, wie bereits erwähnt, mit einer größern Anzahl von Massen durchgerechnet worden, dafür sind die Korbstellungen nur bis zur Mitte angegeben. Die Verhältnisse in den fehlenden bis zur Endstellung N lassen sich trotzdem leicht übersehen, wenigstens für zwei volle Körbe. Bemerkenswert ist in Abb. 5d eigentlich nur die Korbstellung A, bei der das kurze östliche Seilstück zwischen T und OK besonders hoch belastet wird. Die Spannung kommt fast an 100 kg/cm^2 heran und würde zwischen OS und OK noch etwas größer. Für die Korbstellung A sind die beiden Massen zu einer vereinigt, aber bei B getrennt, hier zeigt sich der oben angedeutete Unterschied. Es ist möglich, daß hierdurch die häufig beobachteten Drahtbrüche in der Nähe des Seileinbandes verursacht werden.

Die 5. Eigenschwingung ist in Abb. 5e dargestellt, wobei der Maßstab geändert werden mußte. Die Spannungen sind nur bei A und O und den entsprechenden Korbstellungen nach G im Oberseil beachtlich. Sie sind mit aufgeführt, weil bei Lastfahrt mit 20 m/s die 4. Harmonische der Dampfmaschine mit n_h noch etwas darüber hinaus kommt, so daß n_{ev} noch in den Resonanzbereich fällt. Bei der 4. und 5. Eigenschwingung sind die Längsschwingungen des Ober- und Unterseiles vorherrschend, weshalb mit

einer unendlich großen Anzahl von Seilmassen gerechnet werden müßte, wobei die Unstetigkeiten nur bei den großen Massen T, WK, OK, WS und OS vorhanden sind. Die Spannungen verlaufen im übrigen stetig.

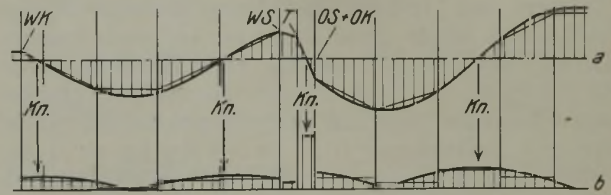


Abb. 6.

- a Schwingungsbild 4. Grades für die Korbstellung A. Stark ausgezogen für unendlich viele Seilmassen, dünn für eine Schwingungsgruppe mit 12 Einzelmassen, davon 8 Seilmassen.
b Zusätzliche Spannungen dazu.

Abb. 6a zeigt das Schwingungsbild für die 4. Eigenschwingung in der Korbstellung A. Zwischen WK und WS ändern sich die senkrecht zur Seilachse gezeichneten Ausschläge in der Richtung des Seiles sinusförmig, entsprechend der gleichmäßig verteilten Masse des westlichen Oberseiles, zwischen WS, T und OS + OK handelt es sich um gerade Linien, weil hier die kleinen Seilmassen noch keinen wirksamen Einfluß haben, dann verlaufen die Ausschläge des östlichen Unterseiles wieder sinusförmig. Dünn eingezeichnet sind die Begrenzungen der Ausschläge für eine Schwingungsgruppe mit 12 Einzelmassen, die sich mit den stark ausgezogenen Linien gut decken. Hierbei ist OS + OK die vereinigte Masse der östlichen Seilscheibe mit dem Ostkorb. Abb. 6b zeigt die Spannungen, d. h. nur die Belastungen, die bei jedem Knotenpunkt Kn. im Schwingungsbild am größten sind. Den geraden Linien in Abb. 6a entsprechen waagrechte in Abb. 6b, während die Spannungen in dem westlichen Oberseil und im östlichen Unterseil entsprechend versetzt sinusförmig verlaufen. Große Ausschläge geben kleine Spannungen, die größten sogar Null, dafür gehören zu den Ausschlägen Null die größten Spannungen, neben der im Abschnitt zwischen T und OS + OK. Die dünn eingezeichneten Spannungen decken sich ebenfalls gut mit der stark ausgezogenen Linie.

Einen bessern Überblick über die zusätzlichen Spannungen, die bei Resonanz mit einer harmonischen Kraft an der Treibscheibe im Oberseil auftreten, gibt Abb. 7. Darin sind für jede Korbstellung die größten Spannungen im Oberseil für die Eigenschwingungen 1. bis 5. Grades aufgetragen. Deutlich zeigt sich die Belastungsänderung bei der 1. Eigenschwingung n_{e1} , die für zwei volle Körbe bei der Korbstellung G Null wird und in den Endstellungen A und N am größten ist, entsprechend der stark ausgezogenen Linie. Für den leeren OK ist der Verlauf gestrichelt eingezeichnet, der etwa bei I den Wert Null erreicht, bei A etwas über der ausgezogenen Linie liegt, dagegen bei N darunter.

Die 2. Eigenschwingung n_{e2} ergibt über den ganzen Bereich zusätzliche Spannungen, die in allen Fällen größer sind als die aus P_h und F berechnete von 110 kg/cm^2 . Die größten Spannungen treten bei D, E, I und K für zwei volle Körbe auf. Die ge-

strichelte Linie zeigt den veränderten Verlauf für den leeren OK.

Die 3. und 4. Eigenschwingung geben kleinere Spannungen, die aber noch im gleichen Maßstab gezeichnet werden konnten (s. n_{eIII} und n_{eIV}). Für die 5. Eigenschwingung ist der Maßstab geändert worden, die größten Spannungen werden vor und nach der Mittelstellung erreicht, zwischen O und F und zwischen H und I, bei A und N wird das Oberseil geringer beansprucht.

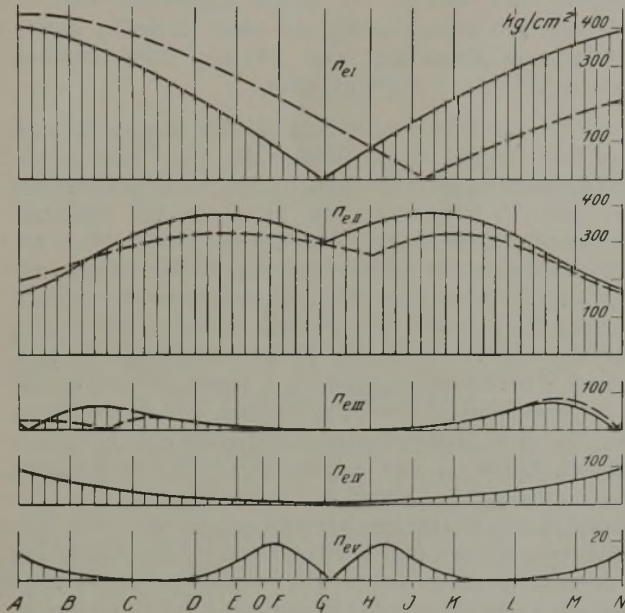


Abb. 7. Größte Belastungen des Oberseiles (zwischen WK und OK) bei Eigenschwingungen 1. bis 5. Grades in verschiedenen Korbstellungen. Resonanz mit einer erregenden Kraft $P_h = 1000$ kg an der Treibscheibe ($n_h = n_e$). Dämpfung q_i für innere Widerstände gleichbleibend. Ausgezogene Linien für zwei volle Körbe, gestrichelt für WK voll, OK leer. Maßstäbe beachten.

Bei Zwillingsdampfmaschinen liefert die 4. Harmonische die größten erregenden Kräfte, die an der Treibscheibe angreifen. Danach wurde bisher mit $P_h = 1000$ kg gerechnet. Für eine andere Kraft würden die berechneten Spannungen im entsprechenden Verhältnis umzurechnen sein; tritt z. B. bei der 5. Eigenschwingung in O Resonanz mit der 4. Harmonischen von $P_{h4} = 1400$ kg ein, so wird die auftretende Spannung, die nach Abb. 7 für n_{eV} in der Korbstellung O mit 17 kg/cm^2 angegeben ist

$$\sigma_{zV} = 17 \frac{P_{h4}}{P_h} = 17 \frac{1400}{1000} = 23,8 \text{ kg/cm}^2.$$

Für die 1. Eigenschwingung in der Korbstellung C ist nach Abb. 7 die größte vorkommende Spannung mit etwa 300 kg/cm^2 bei $P_h = 1000$ kg angegeben und würde für die 1. Harmonische der Zwillingsdampfmaschine von $P_{h1} = 570$ kg:

$$\sigma_{z1} = 300 \frac{570}{1000} = 171 \text{ kg/cm}^2.$$

Nicht nur an der Treibscheibe kann Erregung der Eigenschwingungen erfolgen, sondern auch an den Seilscheiben, z. B. durch abgenutztes Futter, dessen Unrundsein Drehmomentstöße erzeugt. Auch durch Anecken der Körbe können Eigenschwingungen aufrechterhalten werden, wenn dies in Abständen geschieht, die der betreffenden Eigenschwingungszahl

entsprechen. Durch Versuche ist festgestellt worden, daß auch bei elektrischem Antrieb andauernde Schwingungen möglich sind, deren Ursache un rundes Scheibenfutter oder plötzlich auftretende Reibung des Korbes beim Anecken sein können¹.

Abb. 8 zeigt die Spannungen, die im Oberseil auftreten, wenn an einem der Körbe eine Kraft von $P_h = 1000$ kg mit der 1. oder 2. Eigenschwingung in Resonanz gerät. 1000 kg habe ich hier gewählt, um die Möglichkeit eines Vergleiches mit den vorhergehenden Untersuchungen zu gewinnen. Für den WK sind die Spannungen geschrafft. Bei n_{eI} sind sie recht bedeutend am Anfang, bei der Korbstellung A mit WK am langen Seil, aber auch in der Endstellung N noch größer, als wenn 1000 kg an der Treibscheibe angreifen. Die plötzlich auftretende Reibung erreicht nicht annähernd die Höhe von 1000 kg, aber auch schon bei 100 kg würden unerwünschte Seilspannungen zusätzlich auftreten. Dazu kommt, daß die Einflüsse beider Körbe zusammenfallen können und damit die Beanspruchungen verstärken. Andererseits ist auch der Fall möglich, daß sie sich gegenseitig aufheben. Durch Beobachtungen und Messungen lassen sich diese Einflüsse klären. In der Mittelstellung rufen Kräfte an WK oder OK gleichgroße Spannungen im Oberseil hervor, danach überwiegen diejenigen für den OK. Der Maßstab gegenüber Abb. 7 ist zu beachten. Denkbar ist, daß sich bei vollständig gleichförmigem Antrieb, z. B. durch Elektromotoren, die durch die Anfangsbeschleunigung angestoßene Schwingungsgruppe weiterhin selbst anregt. Die zur Aufrechterhaltung nötige Arbeit muß der Motor als vergrößerte Reibung überwinden. Ob auch der Wetterstrom als Ursache in Betracht kommt, wird sich feststellen lassen. Wenn hierdurch auch keine gefährlichen Spannungen im Oberseil erzeugt werden, tragen sie doch unter Umständen zu einem schnelleren Verschleiß bei, falls sie während einer verhältnismäßig langen Zeit innerhalb der Förderung auftreten. Zur Berechnung der wirklichen Ausschläge und damit der Spannungen hat die Formel 38 gedient, nur ist hierbei nicht C_5 sondern C_1 bei der Korbstellung A im Zähler eingesetzt worden. Durch den wesentlich größeren verhältnismäßigen Ausschlag werden auch die erheblich größeren Spannungen erklärt. Die Summe der Spalte 5 in der obigen Zahlentafel hat sich hierbei verwenden lassen. Auf die Dar-

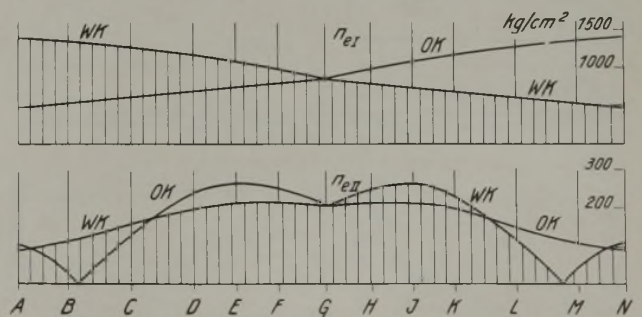


Abb. 8. Größte Belastungen des Oberseiles (zwischen WK und OK) bei Eigenschwingungen 1. und 2. Grades in verschiedenen Korbstellungen. Resonanz mit einer erregenden Kraft $P_h = 1000$ kg, am WK oder OK wirkend. Dämpfung q_i für innere Widerstände gleichbleibend wie vorher. Geschraffte Flächen für WK. Maßstäbe beachten.

¹ Heilmann, Maschinenbau/Gestaltung 1 (1922) S. 638, Abb. 14 und 15; Koch a. a. O.

stellung der wirklichen Ausschläge und Spannungen, wie gemäß Abb. 4 und 5, habe ich verzichtet.

Kleinere Spannungen ergeben sich für die 2. Eigenschwingung n_{eII} in Abb. 8, die für den WK von A bis G sanft, danach etwas stärker bis I ansteigen, um zwischen L und M auf Null abzufallen und schließlich wieder bis N zu wachsen. Die berechneten Spannungen erreichen nur etwa ein Fünftel von denen für n_{eI} . Die Wirkung einer erregenden Kraft an einem der Körbe ist für die andern Eigenschwingungen nicht untersucht worden. Man kann sich aber aus den Schwingungsbildern (Abb. 4c–e) ungefähr einen Überblick schaffen, ob die Spannungen größer oder kleiner sein werden als die in Abb. 7 für n_{eIII} bis n_{eV} dargestellten. Ist z. B. der Ausschlag des WK gegenüber der T größer, dann gilt dies auch für die Spannungen und umgekehrt. Bei der 3. Eigenschwingung würde sich für den WK eine Vergrößerung in den Korbstellungen L und M ergeben, in denen an und für sich die Spannungen nach Abb. 7 schon hoch sind. Jedenfalls bereitet es keinerlei Schwierigkeiten, die Spannungen für die höhern Eigenschwingungszahlen zu berechnen, wenn durch Beobachtungen ihr Vorhandensein festgestellt worden ist.

Die bisherigen Ausführungen sind nur für innere gleichbleibende Dämpfung und für eine gleichbleibende erregende Kraft gültig. Käme noch eine beachtliche äußere Dämpfung dazu, so wären die wirklichen Ausschläge und zusätzlichen Spannungen entsprechend zu verkleinern (Formel 37). Die Umrechnung für andere harmonische Kräfte ist oben schon durchgeführt worden, dabei sind die angegebenen Spannungen zu verwenden. Nachstehend werden für die behandelte Anlage die harmonischen Kräfte untersucht.

Erregende Kräfte.

Die an der Treibscheibe angreifenden erregenden Kräfte werden aus den Indikatorschaubildern (Abb. 9) berechnet, die für Hoch- und Niederdruckzylinder der Zwillingsstandemaschine von 600/900 mm Bohrung und 1300 mm Hub bei verschiedenen Drehzahlen und Belastungen genommen worden sind¹. Bei der Beschleunigung ist die Füllung groß, für vollen WK und

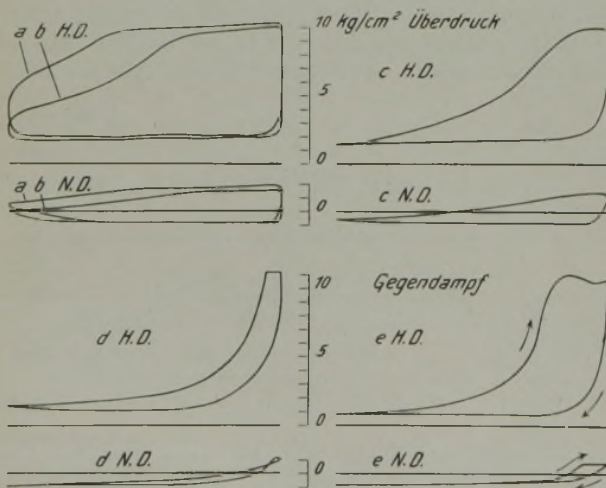


Abb. 9. Indikatorschaubilder für Hoch- und Niederdruckzylinder der Dampffördermaschine, a und b für Beschleunigung, c und d für Beharrung und e für Gegendampf.

¹ Gleichzeitig für Hoch- und Niederdruckzylinder an der Kurbelseite genommen; zur Verfügung gestellt von der Gewerkschaft Morgenstern III in Pöhlau.

leeren OK gelten die Schaubilder a, für zwei volle Körbe die Schaubilder b. In der Beharrungszone bei Höchstdrehzahl der Maschine gelten c und d, dabei zeigt d die kleinste Füllung, die gerade noch zur Überwindung der Reibungswiderstände dient. Zum Vergleich werden 2 Schaubilder für Gegendampf gezeigt, der aber bei wirtschaftlichem Betrieb möglichst vermieden wird (Abb. 9e). Die Schaubilder für Kurbel- und Deckelseite und für die linke oder rechte Zylindergruppe können bei einwandfreier Nachstellung der Ventile als gleich angesehen werden. Für den Hochdruckkolben mit einer einseitig durchgehenden Kolbenstange von 135 mm Dmr. ergeben sich verschiedene Kolbenflächen.

Für ein Pleuelstangenverhältnis von 1:5 sind aus den Indikatorschaubildern die auf 1 cm² Hochdruckkolbenfläche bezogenen Drehkraftschaubilder der Abb. 10 entstanden, die für 2 um 90° versetzte Kurbeln gelten. Die wirklichen Drehkräfte am Kurbelhalbmesser erhält man durch Malnehmen mit $F_{hd} = 2827 \text{ cm}^2$. Die beige-schriebenen Buchstaben entsprechen denen der Indikatorschaubilder. Durch harmonische Analyse sind die Harmonischen 1, 3, 4, 5 und 8 berechnet worden, von denen nur die ersten 3 für Resonanzfälle wichtig werden. Die Feststellung der 5. und 8. Harmonische ist lediglich zum Vergleich erfolgt. Bei der 1. und 3. kommen für c, d und e noch Massendrehkräfte hinzu, die nach Wydler aus der Maschinendrehzahl, den Gewichten der hin- und hergehenden Massen und der Hochdruckkolbenfläche F_{hd} ermittelt worden sind¹. Die betreffenden Harmonischen werden durch das Hinzutreten der Massendrehkräfte verkleinert, wie sich aus der hier nicht wiedergegebenen geometrischen Addition ergibt. Die in den einzelnen Kurbeln wirkenden 2. Harmonischen sind für eine Kurbel etwa 5–6 kg/cm². Bei Füllungsver-

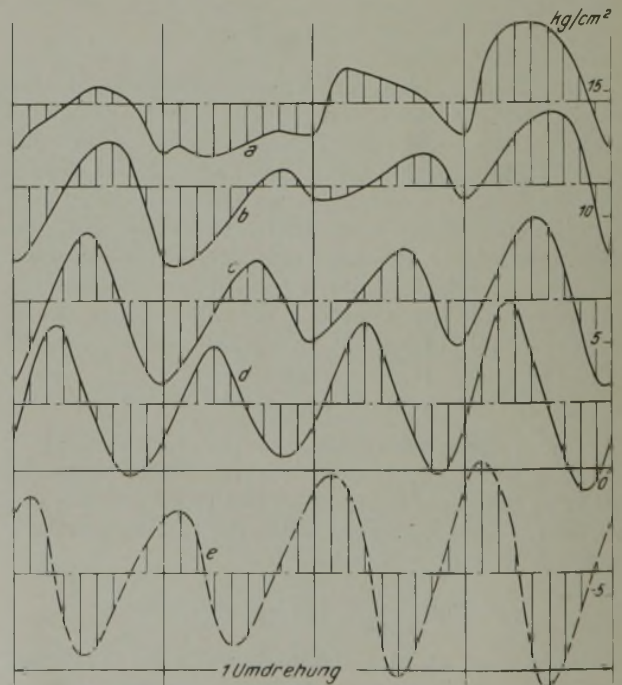


Abb. 10. Drehkraftschaubilder für eine Zwillingsstandemaschine, auf 1 cm² Hochdruckkolbenfläche bezogen. a und b für Beschleunigung, c und d für Beharrung und e für Gegendampf.

¹ Wydler, a. a. O. S. 41.

stellung kann ein Unterschied von 1–2 kg/cm² auftreten, aber allgemein werden sich diese Harmonischen aufheben. In Abb. 11 sind die übrigen Harmonischen der Größe nach dargestellt, und zwar für die Beharrung c und d etwas breiter und zur Unterscheidung geschrafft. Die größten Kräfte sind bei der Beschleunigung die 1. Harmonische und sonst die 4. für Beharrung und Gegendampf. Die Größe der Harmonischen hängt mit der Maschinenleistung nicht unmittelbar zusammen.

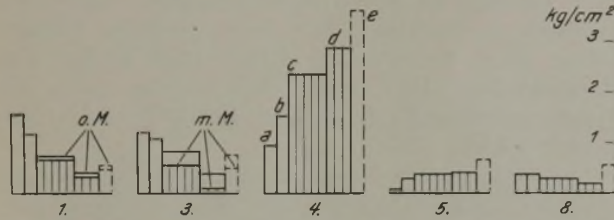


Abb. 11. Harmonische Kräfte an der Kurbel wirkend und auf 1 cm² Hochdruckkolbenfläche bezogen. a und b für Beschleunigung, c und d für Beharrung und e für Gegendampf. o. M. = ohne Massendrehkräfte, m. M. = mit Massendrehkräften. Die darunter geschriebenen Zahlen geben die Ordnung oder Anzahl Vollschrwingungen auf eine Kurbelumdrehung an.

Die in Seilmitte angreifende harmonische Kraft P_{hn} erhält man aus den in Abb. 11 gezeichneten, auf 1 cm² der Hochdruckkolbenfläche bezogenen p_{hn} , indem man mit F_{hd} und dem Kurbelhalbmesser $r = 65$ cm malnimmt und durch den Treibscheibenhalbmesser $R = 375$ cm teilt.

$$P_{hn} = (p_{hn} \cdot F_{hd} \cdot r) : R \quad 39$$

$$P_{hn} = (p_{hn} \cdot 2827 \cdot 65) : 375 = p_{hn} \cdot 490.$$

Hiernach würde die 1. Harmonische nach b mit $p_{h1} = 1,168$ kg/cm²

$$P_{h1} = 1,168 \cdot 490 = 571 \text{ kg oder}$$

die 4. Harmonische mit $p_{h4} = 2,87$ kg/cm² für die Beharrung d

$$P_{h4} = 2,87 \cdot 490 = 1407 \text{ kg.}$$

Die oben angegebenen Spannungen sind für $P_h = 1000$ kg berechnet worden und können bei festgestellter Resonanz mit einer bestimmten Harmonischen der Dampfmaschine leicht umgerechnet werden, wie schon vorher an Beispielen gezeigt. Allerdings muß dabei beachtet werden, daß beim raschen Durchgang durch das Resonanzgebiet die harmonische Kraft nicht die Zeit hat, um die angegebenen Spannungen zu erzeugen, denn sie sind so berechnet, daß die ganze von der harmonischen Kraft zugeführte Arbeit durch Dämpfung in den Seilen aufgezehrt wird.

Beim Durchgang der 4. Harmonischen durch das Resonanzgebiet mit $n_{e1} = 35,8$ Schw./min soll die bei einer vollen Schwingung geleistete Arbeit nach der Formel 28 berechnet werden. Nach Abb. 11 wird bei der Beschleunigung b die am Seil wirkende 4. Harmonische $P_{h4} = 1,53 \cdot 490 = 750$ kg. Der Ausschlag der Treibscheibe ist nach Abb. 4a in der Korbstellung A für 1000 kg harmonische Kraft $a = 21,3 \cdot 0,288 = 6,13$ cm, dementsprechend für 750 kg im gleichen Verhältnis kleiner, also $a = 6,13 \cdot 750 : 1000 = 4,6$ cm. Daraus ergibt sich die Arbeit der erregenden Kraft $A_h = \pi \cdot 750 \cdot 4,6 = 10830$ kg cm. Der Durchgang durch die Resonanz erfolgt nicht in der Korbstellung A, sondern bei einer Zwischenstellung, die aber noch sehr nahe bei A liegt (Abb. 12).

Die von der Fördermaschine aufzubringende Schwingungsleistung läßt sich bei bekannter Schwingungszahl leicht berechnen. Die obige Arbeit ist für eine Vollschrwingung, die in 1 s bei der vorausgesetzten 1. Eigenschwingungszahl $n_e : 60$ mal geleistet wird. Daraus ergibt sich die Leistung in PS¹

$$N_h = A_h \cdot (n_e : 60) : 7500 = P_h \cdot a \cdot n_e : 143300 \quad 40$$

$$N_h = 750 \cdot 4,6 \cdot 35,8 : 143300 = 0,862 \text{ PS.}$$

Im Vergleich zu der eigentlichen Förderleistung ist dieser Verlust klein, da die Eigenschwingungszahl niedrig ist.

Außer den erregenden Kräften, die von dem ungleichförmigen Drehmoment der Dampfmaschine herrühren, können andere durch un rundes Futter der Treib- und Seilscheiben sowie durch Anecken der Körbe entstehen, die auch bei elektrischer Förderung möglich sind. In Abb. 8 ist gezeigt worden, daß durch die verhältnismäßig großen Ausschläge der Körbe gegenüber der Treibscheibe stoßweise auftretende Reibung am WK oder OK Belastungen im Seil hervorrufen kann.

Resonanzen.

Bei Förderanlagen mit Dampfmaschinenantrieb ergeben sich durch die verschiedenen Maschinendrehzahlen während der Förderung viele Resonanzfälle, die aber nicht alle als gleich störend anzusehen sind. Aus der Zusammenstellung der größten Oberseilbeanspruchung für eine harmonische Kraft $P_h = 1000$ kg an der Treibscheibe (Abb. 7) geht hervor, daß die Spannungen für die Eigenschwingungszahlen 1. bis 5. Grades stark verschieden sind, und ferner, daß sie sich innerhalb einer Förderung mehr oder weniger verändern, unter Umständen auch ganz verschwinden. In Abb. 12 sind die Eigenschwingungszahlen während einer Förderung für die oben angeführten Korbstellungen für zwei volle Körbe auf-

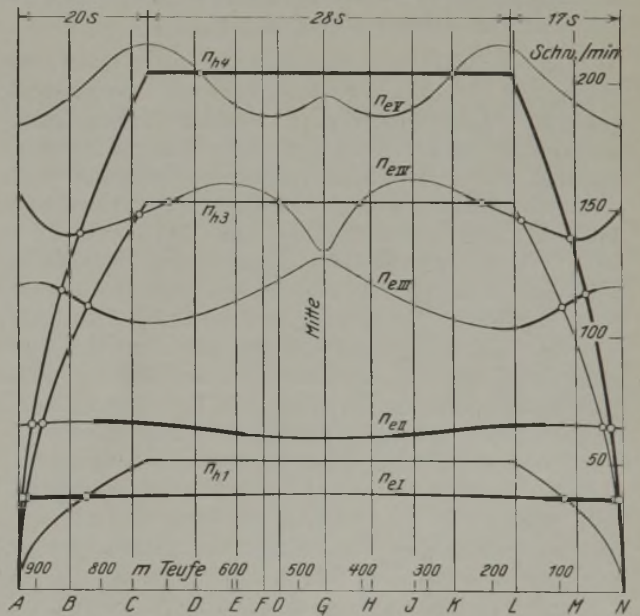


Abb. 12. Verlauf der Eigenschwingungszahlen 1. bis 5. Grades n_{e1} bis n_{e5} für verschiedene Korbstellungen während einer Förderung, zwei volle Körbe. Schwingungszahlen n_{h1} , n_{h3} und n_{h4} der harmonischen Kräfte an der Treibscheibe bei 1 m/s² Beschleunigung, 1,2 m/s² Verzögerung und 20 m/s Höchstgeschwindigkeit für Lastfahrt. Strichstärke beachten.

¹ Wydler, a. a. O. S. 51, Formel 11b. In der Formel für PS ist im Nenner der Wert 2 zu streichen.

gezeichnet¹. Je nach der Größe der Spannungen (Abb. 7) habe ich die Linien n_{eI} bis n_{eV} verschieden stark eingezeichnet, um damit die Wirksamkeit der an der Treibscheibe angreifenden Kraft P_h anzuzeigen. Außerdem sind die Schwingungszahlen der harmonischen Kräfte n_{h1} , n_{h3} und n_{h4} für Lastfahrt mit einer Höchstgeschwindigkeit von 20 m/s mit eingezeichnet, ebenfalls ihrer Größe nach stärker oder schwächer (Abb. 11). Die Beschleunigung ist mit 1 m/s^2 angenommen, daher 20 s als zugehörige Zeit, die Verzögerung ist $1,2 \text{ m/s}^2$ mit 17 s. Für Beharrung ergeben sich 28 s und 65 s für die ganze Förderung. Alle Schnittpunkte der Linien n_e und n_h geben Resonanzfälle an, die durch Kreise kenntlich gemacht sind.

Für die 1. Eigenschwingung liegen die 6 Punkte in der Nähe der Endstellungen, in denen von $P_h = 1000 \text{ kg}$ große Spannungen hervorgerufen werden (Abb. 5a). Zwischen den Korbstellungen C und L, wo die Spannungen niedriger oder gar Null wären, tritt keine Resonanz ein, wenn die Maschinendrehzahl im Beharrungszustand eingehalten wird, $n_m = 50,9 \text{ U}$ je min. Die 2. Eigenschwingung wird in dem Teil angeregt, in dem die Spannungen im Oberseil geringer sind, die Durchgänge sind somit nicht ungünstig. Die 3. Eigenschwingung wird allerdings gerade in dem Teil durch verhältnismäßig große Kräfte zum Mitschwingen veranlaßt, in dem die Oberseilspannungen nach Abb. 7 am größten werden. Die meisten Resonanzfälle erfährt die 4. Eigenschwingung, von denen aber 6 in dem Bereich liegen, der sicherlich als ungefährlich bezeichnet werden kann. Die Linie für n_{eV} wird von der für n_{h4} zweimal durchschnitten, aber das Oberseil erfährt keine bemerkenswerten Belastungen. Wenn die Höchstgeschwindigkeit von 20 m/s nicht erreicht wird, dann wird die 5. Eigenschwingung in den stark gezeichneten Bereichen vor und nach der Mittelstellung angeregt.

Der Verlauf der Schwingungszahlen ist in Abhängigkeit von den Korbstellungen oder dem zurückgelegten Weg gezeichnet; deshalb fallen einige Resonanzen in der Nähe der Endstellungen dicht zusammen, die in Wirklichkeit mehrere Sekunden nacheinander eintreten werden. Außerdem ist zu beachten, daß es kaum jemals gelingt, die Maschine so zu steuern, daß genau die hier angenommene Beschleunigung und Verzögerung eingehalten werden; dadurch können gewisse Verlagerungen vorkommen. Resonanz tritt aber erfahrungsgemäß nicht erst dann ein, wenn die Schwingungszahlen genau übereinstimmen, sondern etwa innerhalb eines Bereiches von 10 %, wodurch ein längeres Mitschwingen eintritt, so daß unter Umständen anschließend eine andere Harmonische die bereits angeregte Schwingung weiter aufrechterhält (vgl. bei n_{eI} die Resonanzen mit n_{h4} , n_{h3} und n_{h1}). Durch gleichzeitiges Vorkommen verschiedener Resonanzfälle, wie etwa bei 825 m Teufe, wo n_{eI} , n_{eIII} und n_{eIV} durch n_{h1} , n_{h3} und n_{h4} mitschwingen, können sich die Spannungen in bestimmten Abschnitten des Oberseiles recht unerwünscht addieren. Bei 100 m Teufe ergibt sich ein ähnliches Zusammenfallen, da auch hier die betreffenden Eigenschwingungszahlen etwa im Verhältnis 1 : 3 : 4 stehen.

Für einen vollen WK und einen leeren OK wären die Eigenschwingungszahlen n_{eI} bis n_{eV} fast dieselben

und die Schwingungszahlen der harmonischen Kräfte n_{h1} , n_{h3} und n_{h4} die gleichen. Für die Beschleunigungszeit gilt dann die Harmonische nach a in Abb. 11, für die Beharrung c und für den Beginn der Verzögerung d. Bei Seilfahrt wird eine Geschwindigkeit von 8 m/s eingehalten, dabei hat die 4. Harmonische im Beharrungszustand die Schwingungszahl $n_{h4} = 81,3 \text{ Schw.}$ je min und liegt zwischen der 2. und 3. Eigenschwingung, so daß sie keine von beiden anregt. Die Eigenschwingungszahlen sind für die der Seilfahrt entsprechende Belastung nicht besonders festgestellt worden; sie werden fast den gleichen Verlauf haben, aber stellenweise etwas höher liegen. Die Harmonischen sind auch etwas anders, da die Maschinenleistung bei gleicher Belastung in beiden Körben anders ist.

Die Resonanzen, die sich aus dem Anecken des Korbes ergeben, lassen sich nur durch Versuche feststellen, aber aus Abb. 8 kann man erkennen, welcher Korb den größeren Einfluß hat, oder ob sich beide Körbe in der Erregung bestimmter Eigenschwingungszahlen unterstützen oder beeinträchtigen.

Gehen von einer Seilscheibe von 5,5 m Dmr. erregende Kräfte aus, weil das Futter unrund ist, dann erhält man die Schwingungszahl aus der Drehzahl der Seilscheibe. Für eine Seilgeschwindigkeit von 20 m/s wird die Drehzahl $n_s = (20 \cdot 60) : (5,5 \cdot \pi) = 69,5 \text{ U/min}$. Die Schwingungszahlen sind ein ganzzahliges Vielfaches hiervon, je nach der Art des Unrundseins, $n_{hs1} = 69,5$, $n_{hs2} = 2 \cdot 69,5 = 139 \text{ Schw./min}$ usw. In Abb. 12 könnte demnach durch eine unrunde Seilscheibe die 2. Eigenschwingungszahl in der Beharrungszeit angeregt werden und dadurch eine vorhandene kleine Unregelmäßigkeit im Futter durch Seillängsschwingungen mit der Schwingungszahl gleich der Drehzahl der Seilscheibe bei längerem Betriebe vergrößert werden.

Bei plötzlich vom Maschinenwärter veranlaßten Geschwindigkeitsänderungen können mehrere Eigenschwingungen angeregt werden, wie eingangs bei feststehender Treibscheibe behandelt worden ist. Diese Schwingungen klingen aber ab, und die anfangs aufgetretenen Spannungen werden im weiteren Verlauf nicht mehr erreicht, so daß ihnen nur geringe Bedeutung zukommt. Demgegenüber können die fast unvermeidbaren harmonischen Kräfte der Antriebsmaschine die Oberseilspannungen durch Aufschaukeln ziemlich hoch treiben und damit bestimmte Seilstellen vorzeitig abnutzen, so daß ein wirtschaftlicher Verbrauch des Seiles ausgeschlossen wird.

Zusammenfassung.

Für die früher berechneten Eigenschwingungszahlen und die zugehörigen Ausschlagsverhältnisse oder Schwingungsbilder lassen sich bei bekannter Dämpfung die wirklichen Ausschläge und damit die wirklichen Spannungen berechnen, die durch eine bestimmte harmonische Kraft bei Resonanz hervorgerufen werden, wobei, $n_e = n_h$, die Schwingungszahlen übereinstimmen. Für die innere Dämpfung ist der Wert $q_i = 200000 \text{ kg s}$ angenommen worden, der die für den betreffenden Seilabschnitt gültige Dämpfungsziffer durch Teilung mit der Länge in cm ergibt (Formel 36). Ist der angenommene Wert zu klein, dann bekommt man für $q_i = 250000$ kleinere wirkliche Ausschläge nach Abb. 4 und kleinere

¹ Süß, a. a. O. S. 286, Abb. 5.

Spannungen nach Abb. 5 im gleichen Verhältnis, d. h. die angegebenen Größen sind mit 200000:250000 = 0,8 malzunehmen. Der Wert q_1 ist als unveränderlich für alle Eigenschwingungen vorausgesetzt worden. Dies wird aber kaum zutreffen, denn es ist nicht ausgeschlossen, daß er für höhere Schwingungszahlen abnimmt, so daß hierfür die gemachten Angaben zu günstig wären (dies läßt sich durch Versuche feststellen). Für die vorliegende Arbeit ist eine Annahme nötig gewesen, damit sich die verschiedenen Eigenschwingungszahlen in ihrem Einfluß auf die zusätzlichen Seilbelastungen durch Längsschwingungen miteinander vergleichen lassen.

Die Kenntnis der Schwingungsbilder gewährt besondere Vorteile bei der Ermittlung von Beschleunigungen bei fester Treibscheibe (Abb. 1 und 2) sowie bei der Berechnung der wirklichen Ausschläge der verhältnismäßigen und tatsächlichen Spannungen. Außerdem sind Beschleunigungsmessungen in den Körben oder an der Treibscheibe erst mit dem Schwingungsbild zur Beurteilung der auftretenden Spannungen voll zu verwenden, da die Belastungen der sonst ganz unzugänglichen Seilteile hierdurch ermittelt werden können, die mitunter noch größer sind, als die am Korb gemessenen (Abb. 5).

Bei der 1. Eigenschwingung ergeben sich für 1 vollen WK und 1 leeren OK beim Beginn der Förderung größere Seilbeanspruchungen, da auch die erregenden Kräfte der 1. und 3. Harmonischen für die Beschleunigung a nach Abb. 11 etwas größer werden, jedoch ist der Unterschied nicht allzu groß. Für eine größere Treibscheibenmasse würden sich kleinere Ausschläge an dieser ergeben und damit kleinere Spannungen im Oberseil. Der Unterschied ist aber sehr gering, so daß es nicht gerechtfertigt erscheint, die Nachteile der größeren Masse in Kauf zu nehmen.

Abb. 13 zeigt die Spannungen im Ober- und Unterseil beim Beginn der Förderung mit zwei vollen Körben, wobei noch die 1. Eigenschwingungszahl angeregt wird. In Abb. 13a sind die Spannungen dünn eingezeichnet, die sich durch das Seilgewicht ergeben, und dabei kleine Abweichungen in der Nähe der Treib-

scheibe unberücksichtigt geblieben. Wenn mit einer Beschleunigung von 1 m/s^2 angefahren wird, ergeben sich für den westlichen Strang größere und für den östlichen kleinere Spannungen, wie stark ausgezogen angedeutet. In Abb. 13b sind die Spannungen für das Oberseil allein gezeichnet, wie sie sich aus der Korbbelastung ergeben, dünn in Ruhe und stark ausgezogen bei Beschleunigung. Dazu kommen die Be- und Entlastungen durch Längsschwingungen nach der 1. Eigenschwingung, Korbstellung A in Abb. 13c. An den schon hoch belasteten Stellen in der Nähe der Treibscheibe sind auch die zusätzlichen Spannungen durch Schwingungen am größten, so daß sich in Abb. 13d stark ausgezogen und gestrichelt die maßgebenden Spannungen ergeben. Hierbei ist die größte Spannung bei Abb. 13c nur mit 250 kg/cm^2 eingesetzt worden, da beim Durchgang durch das Resonanzgebiet nicht die volle Höhe erreicht werden kann. Wenn allerdings etwa für die Korbstellung B bei 825 m Teufe oder für die Korbstellung M bei 100 m Teufe mehrere Eigenschwingungszahlen gleichzeitig angeregt werden, dann können wohl zusätzliche Spannungen entstehen, die zu besonders häufigen Drahtbrüchen an einer Stelle beitragen. Dadurch wird die Aufliegezeit des Oberseiles unter Umständen wesentlich verkürzt. Der große Spannungswechsel führt aber durch Werkstoffermüdung und Abreiben benachbarter Drähte auch zu größerem Seilverschleiß, so daß die Seilsicherheit weiter herabgesetzt wird.

Zur Verhütung der schädlichen Längsschwingungen bevorzugt man elektrischen Antrieb oder Dampfmaschinen mit mehreren Zylindern und hoher Umlaufzahl, so daß die niedrigsten Eigenschwingungen nicht angeregt werden können. Der Einbau von Schwingungsdämpfern kann nur dann Erfolg haben, wenn die Entstehung größerer Korbausschläge durch Reibung unmöglich gemacht wird, wie z. B. bei der 1. und 2. Eigenschwingung, wo die Körbe verhältnismäßig große Ausschläge machen. Bei den höhern Eigenschwingungen sind Schwingungsdämpfer von geringerer Wirkung, da die größten Ausschläge, die in der ganzen Schwingungsgruppe vorkommen, vom Ober- und Unterseil ausgeführt werden (Abb. 4c-e), die schweren Massen aber fast in Ruhe bleiben. Durch besondere Massen, die schwingend mit den Körben verbunden sind und große Ausschläge machen können, sind wirksame Verbesserungen möglich, falls auch hier durch Reibung Arbeit vernichtet werden kann. Die gelegentlich auftretenden Stöße am Korb, die durch Anecken entstehen, sind kaum als Dämpfung anzusehen, sondern vielmehr als Anregungen zu überlagerten Schwingungen. Da die innere Reibung des Seiles nicht unbedeutend ist, erscheint es für die Bekämpfung von schädlichen Schwingungen richtig, wenn man solche Förderseile bevorzugt, die durch Flechtart und besonders hohe Dämpfungsfähigkeit der Drähte große innere Reibung aufweisen. Diese verhindert größere Seilspannungen, die bei einem doppelt so großen Wert q_1 auf die Hälfte herabgesetzt würden. Es ist auch denkbar, daß durch die Behandlung mit Koepeseillack wegen der Vergrößerung der inneren Reibung die Lebensdauer und damit auch die Sicherheit des hochbeanspruchten Förderseiles erhöht wird.

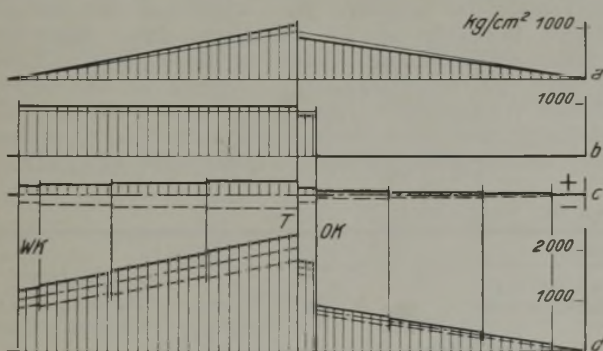


Abb. 13. Spannungen im Ober- und Unterseil bei der Korbstellung A.

- a Spannung durch das Eigengewicht der Seile, dünn ausgezogen für den Ruhezustand, stark ausgezogen beim Anfahren.
- b Spannungen im Oberseil bei zwei vollen Körben, dünn für den Ruhezustand, stark beim Anfahren.
- c Zusätzliche Be- und Entlastungen durch die 1. Eigenschwingungszahl bei Längsschwingungen.
- d Summe der Spannungen unter a bis c.

Die bergbauliche Gewinnung des Ruhrbezirks im Jahre 1936.

Mit dem Jahre 1936 ist in Erfüllung des ersten Vierjahrsplans ein bedeutender Abschnitt in der Entwicklung des deutschen Wirtschaftslebens beendet worden. Im Verlauf der vier Jahre ist es dank der Maßnahmen der Reichsregierung gelungen, die in der Krise fast erstarrten Wirtschaftskräfte wieder zu beleben —, sie zur vollen Entfaltung zu bringen und die Arbeitslosigkeit bis auf einen Restbestand zu beseitigen. Durch die 1933 einsetzende umfassende Investitionstätigkeit auf allen möglichen Gebieten, die in den letzten zwei Jahren durch die Wehrhaftmachung des Volkes eine bedeutende Erweiterung erfahren, hat die industrielle Gütererzeugung, besonders der Eisen- und Stahlindustrie, einen gewaltigen Aufschwung genommen. Die Roheisengewinnung ist z. B. auf fast das Vierfache, die Erzeugung von Rohstahl und Walzwerkserzeugnissen auf mehr als das Dreifache gestiegen. Auch der Kohlenbergbau ist von dem allgemeinen Wirtschaftsaufstieg erfaßt worden, jedoch nicht in dem Maße wie die Industrie, da der industrielle Kohlenbedarf nur einen Teil des Kohlenabsatzes ausmacht, während der Bedarf für den Hausbrand, der Verkehrsmittel und der Versorgungsbetriebe unbeweglicher ist und deshalb auch eine bedeutend geringere Zunahme zu verzeichnen hat. Gegenüber einer Steigerung der gesamten industriellen Produktion auf das Doppelte stieg die Förderung des Ruhrbezirks in den vier Jahren nur um 46,68%. Trotzdem ist die Erholung von dem Rückgang in der Krise beim Ruhrbergbau im Vergleich zu andern Bergbaubezirken noch am größten. Oberschlesien weist in der gleichen Zeit eine Zunahme um 37,88% auf, der Braunkohlenbergbau eine solche um 31,55%, während die übrigen Steinkohlenbezirke, abgesehen von Niedersachsen, noch nicht über 20% hinausgekommen sind. Allerdings ist zu berücksichtigen, daß das Saarland nach der Rückgliederung mit einem bedeutend größeren Anteil an der Inlandversorgung beteiligt wurde als vorher und die übrigen Bezirke sich Zurückhaltung auferlegen mußten. Die vergleichsweise günstigere Entwicklung des Ruhrbergbaus ist bei seiner engen Verflechtung mit der Eisenindustrie auf den erheblichen Mehrbedarf an Koks zurückzuführen, dessen Erzeugung in dem oben genannten Zeitraum um 78,35% zugenommen hat. Allerdings hat Oberschlesien etwa die gleiche Steigerung aufzuweisen, doch benötigt der Ruhrbergbau für die Kokserzeugung mehr als ein Drittel, Oberschlesien dagegen nur etwa 10% der Förderung.

Zahlentafel 1 unterrichtet über die Entwicklung von Förderung und Belegschaft im Ruhrbergbau. Die Förderung erreichte im Berichtsjahr 107,48 Mill. t, das bedeutet gegen das Vorjahr eine Zunahme um 10%, während der Höchststand des Jahres 1929 zu 87% wieder erreicht war. Die monatliche Entwicklung, bei der wegen der verschiedenen Zahl der Arbeitstage nur die arbeitstägliche

Zahlentafel 1. Förderung und Belegschaft im Ruhrkohlenbergbau.

Jahr bzw. Monat	Arbeits- tage	Förderung		Belegschaft Angelegte Arbeiter ¹
		insges. t	arbeits- täglich t	
1913	301,63	114 225 657	378 695	424 627
1920	302,50	88 097 433	291 231	530 890 ²
1925	302,68	104 339 483	344 719	433 900
1930	303,60	107 178 801	353 026	336 061
1931	303,79	85 627 590	281 864	252 150
1932	305,50	73 274 919	239 852	203 730
1933	302,62	77 800 762	257 091	210 598
1934	302,83	90 387 557	298 478	225 022
1935	303,19	97 668 201	322 135	235 329
1936:				
Januar	25,79	9 273 988	359 596	238 639
Februar	25,00	8 663 194	346 528	238 841
März	26,00	8 609 397	331 131	239 187
April	24,00	8 071 654	336 319	239 769
Mai	24,00	8 254 930	343 955	241 416
Juni	24,54	8 379 705	341 471	241 985
Juli	27,00	8 976 513	332 463	242 502
August	26,00	8 775 691	337 527	242 986
September	26,00	9 007 735	346 451	244 156
Oktober	27,00	9 890 242	366 305	247 692
November	24,00	9 427 933	392 831	253 689
Dezember	24,94	10 146 955	406 855	260 263
Ganzes Jahr	304,27	107 477 932	353 232	244 495
1937:				
Januar	25,00	10 281 025	411 241	267 144
Februar	24,00	9 899 855	412 494	271 799
März	25,00	10 518 778	420 751	275 513
April	26,00	10 904 604	419 408	284 009
Mai	22,82	9 740 683	426 849	287 964

¹ Abweichend von den amtlichen Angaben sowie von den monatlichen Erhebungen schließen die Jahreszahlen auch die in Hauptverwaltungen beschäftigten Arbeiter mit ein. Bei den jährlichen Angaben handelt es sich um Durchschnittszahlen, bei den Monatszahlen um die Auszahlungen vom viertletzten Arbeitstag. — ² Ende Dezember.

Förderung ein richtiges Bild ergibt, zeigt im Berichtsjahr den üblichen jahreszeitlich bedingten Rückgang in den Frühjahrs- und Sommermonaten, dem im Herbst wieder ein sprunghafter Anstieg folgte. Im Jahresdurchschnitt war die arbeitstägliche Förderung um 31000 t höher als im Vorjahr. Im laufenden Jahr ist festzustellen, daß der übliche Rückgang in den Frühjahrsmonaten nicht eingetreten ist, sondern der Anstieg sich weiter fortgesetzt hat, so daß die arbeitstägliche Gewinnung im Mai bereits 427000 t verzeichnete. Darin zeigen sich schon die Auswirkungen des neuen Vierjahrsplans, der eine Verbreiterung der Rohstoffgrundlage vorsieht, wobei allein für die

Zahlentafel 2. Verbleib der Ruhrkohle.

Jahr	Kohlenabsatz								Zu- bzw. Abnahme der Kohlenbestände t
	an Kokereien		an Brikettfabriken		an sonstige Verbraucher ¹		insgesamt		
	t	von der Förderung %	t	von der Förderung %	t	von der Förderung %	t	von der Förderung %	
1925	26 543 884	25,44	3 184 604	3,05	74 779 455	71,67	104 507 943	100,16	— 168 460
1926	28 873 931	25,74	3 685 933	3,29	81 420 251	72,57	113 980 115	101,59	+ 1 787 996
1927	36 665 198	31,07	3 319 140	2,81	77 536 154	65,71	117 520 492	99,60	+ 473 433
1928	37 499 289	32,73	3 116 780	2,72	73 398 260	64,07	114 014 329	99,52	+ 552 351
1929	45 136 698	36,52	3 507 133	2,84	75 121 832	60,79	123 765 663	100,15	— 185 960
1930	37 006 818	34,53	2 957 284	2,76	65 058 847	60,70	105 022 949	97,99	+ 2 155 852
1931	25 334 130	29,59	2 912 890	3,40	57 818 613	67,52	86 065 633	100,51	— 438 043
1932	20 730 355	28,29	2 622 254	3,58	50 305 657	68,65	73 658 266	100,52	— 383 347
1933	22 633 621	29,09	2 752 212	3,54	52 503 818	67,48	77 889 651	100,11	— 88 889
1934	27 020 098	29,89	2 976 739	3,29	60 665 923	67,12	90 662 760	100,30	— 275 203
1935	30 973 967	31,71	3 167 667	3,24	63 955 969	65,48	98 097 603	100,44	— 429 402
1936	36 838 280	34,28	3 494 854	3,25	68 105 983	63,37	108 439 117	100,89	— 961 180

¹ Einschl. Zechenselbstverbrauch und Deputate.

Zahlentafel 3. Ergebnisse
des niederrheinisch-westfälischen Bergbaus.

	1932 t	1933 t	1934 t	1935 t	1936 t
A. Bergwerksgewinnung					
1. Steinkohlenbergbau					
Steinkohle	73274919	77800762	90387557	97668201	107477932
Koks	15369812	16771432	19975464	22962324	27412147
<i>Davon Hüttenkoks</i>	<i>536557</i>	<i>584611</i>	<i>877029</i>	<i>1035575</i>	<i>1138800</i>
<i>Schwelkoks</i>					<i>5908</i>
Preßkohle	2823447	2966091	3203796	3399895	3749231
Ammoniak, Stickstoffinhalt	47861	49689	58173	67681	77937
Rohteer	614383	662112	781150	902451	1050943
Rohbenzol	162562	183396	216140	251799	301723
2. Sonstige bergbauliche Betriebe					
Eisenerz	6725	3682	6383	10321	51981
Blei- und Zinkerz					1454
Siedesalz	14289	17695	20601	19593	20325
Steinsalz	528351	480413	399100	358121	448072
Salzsole			128844	113945	160455
B. Ergebnisse der Teerdestillationen und Benzolreinigungsanlagen¹					
Leichtöl	5427	4653	5959	5598	5749
Treiböl				4230	4017
Waschöl	24126	21293	24045	34308	41717
Heizöl	71909	56729	131773	108911	108257
Imprägnieröl	28134	23645	17197	44104	68579
Anthrazenöl	12156	16899	10595	17331	17331
Teerfettöl	2159	2281	3192	26000	17331
I. G.-Öl				50340	42327
Sonstige Öle	19519	26796	35110	2766	5414
Rohnaphthalin	8419	11828	13924	12255	23240
Naphthalin					
Warmpreßgut	6403	8834	8606	11778	22413
Reinnaphthalin	9951	11015	10504	7030	7376
Naphthalinschlamm	2199	523	624		31
Rohanthrazen	233	1195	6577	6984	6464
Reinanthrazen				261	
Anthrazen- Rückstände	7079	6385	8643	11354	21820
Pech	301722	322683	364731	426156	470141
Pechkoks	12195	17962	22389	29355	38172
Straßenteer	60365	82335	84377	74552	75617
Stahlwerksteer	5515	9526	12555	17157	19423
Sonstig. präpar. Teer	1073	1142	289	8725	17459
Destillierter Teer			14	71	190
Imprägnier- und Klebemasse	111	62	5		
Wagenfett	4	4	2		
Rohe Phenole und Kresole	125	60	102	792	
Reinphenol				3135	3485
Kresole (Feinprodukte)	4996	3490	5390	5677	5957
Rohe Karbolsäure					6
Acenaphthen				20	43
Carbazol				153	85
Reinpyridin				8	
Teerlack			1		
Benzolvorlauf	233	60	31	48	28
Flugbenzol					3979
Motorenbenzol	132004	134022	173932	220761	250287
1930er Handelsbenzol	12023	17640	9985	490	4285
Reinbenzol	141	141	133	141	145
Rohtoluol					1657
Gereinigtes Toluol	2820	5298	5998	3150	9095
Reintoluol	175	1831	7950	7598	6664
Gereinigtes Xylol	402	259	249	717	1322
Reinxylol	58	164	463	302	1059
Rohe Lösungsbenzole				153	56
Gereinigtes Lösungsbenzol I	1887	1791	1908	3898	2824
Gereinigtes Lösungsbenzol II	2647	2295	2797		
Schwerbenzol	3234	3012	3734	4294	3642
Cumaronöl	542	112	135	31	
Cumaronharze	2741	2203	3699	4177	4693
Phenolnatronlauge		30		50	770
Pyridin und Pyridinbasen	213	95	349	408	578
Säurepech	117	134	309	332	730
C. Erzeugung an Koks ofengas (in 1000 m³) (berechnet auf 4330 WE)					
Gesamterzeugung an Koks ofengas	6412778	7066819	8290421	9748852	11650748
<i>Davon</i>					
a) verwendet für Unterfeuerung	2907765	3159401	3499180	4028552	4761152
b) verwendet als Überschußgas	3505013	3907418	4765695	5667342	6777544
c) Verluste			25546	52958	112052
Aufteilung des Überschußgases: ²					
a) Kesselgas	1013021	1025215	1058977	1126677	1339338

	1932 t	1933 t	1934 t	1935 t	1936 t
b) Großgasmaschinen	81422	79277	76401	90213	162203
c) Sonstiger	133661	173061	31984	43790	55553
Abgabe an Stickstoffwerke	208174	207920	255432	234317	5220450
Abgesetztes Gas	1970313	2320810	3060901	4172345	
D. Elektrische Arbeit (in 1000 kWh)					
Erzeugung	1837318	1872187	1957023	2165840	2462162
Bezug ¹	179589	198620	193401	206693	241230
Abgabe ¹	416168	447181	456595	532802	669780
Verbrauch	1600739	1623626	1693829	1839731	2033612
E. Synthetische Stickstoffherzeugung					
Synthetische Erzeugnisse Stickstoffinhalt	62583 ²	54507 ²	73609 ³	95438 ³	102524 ³
F. Sonstige Ergebnisse					
Ziegelsteine 1000 Stück	31841	64856	68057	59631	113119
Grubenschiefersteine 1000 Stück	21177	21864	38325	46474	49016
Kaminsteine 1000 Stück				264	745
Hohl- und Deckensteine 1000 Stück		643	1001	1356	2457
Klinker, Verblender u. Vormauersteine 1000 Stück	96	223	510	215	480
Formsteine 1000 Stück				124	
Betriebene Koksöfen	6890	6972	7750	8436	9688
Betriebene Brikkettpressen	136	140	131	134	137
G. Belegschaft					
1. Steinkohlenbergbau					
Angelegte Arbeiter (Jahresdurchschn.)	203730	210598	225022	235329	244495
<i>Davon</i>					
bergm. Belegschaft	190009	195712	209077	217998	225193
Techn. Beamte	11704	11213	11598	11996	12418
Kaufm. Beamte	5635	5662	5929	6369	6613
2. Erzbergbau					
Angelegte Arbeiter	14	9	16	14	232
Techn. Beamte	2	2	2	2	10
Kaufm. Beamte	2	2	2	2	2
3. Salzbergbau					
Angelegte Arbeiter	377	323	350	351	350
Techn. Beamte	21	20	20	20	21
Kaufm. Beamte	16	17	17	18	20
4. Salinenbetrieb					
Angelegte Arbeiter	140	134	172	163	166
Techn. Beamte	7	7	8	8	8
Kaufm. Beamte	10	11	11	12	13
5. Sämtliche bergbaulichen Betriebe					
Angelegte Arbeiter	204261	211064	225560	235857	245243
Techn. Beamte	11729	11242	11628	12026	12457
Kaufm. Beamte	5659	5692	5959	6401	6648

¹ Bezug und Abgabe der Ruhrzechen untereinander sind in diesen Zahlen nicht eingeschlossen. — ² Ohne Erzeugung des Stickstoffwerkes der Gew. Victor. — ³ Teilweise geschätzt.

synthetische Erzeugung von Benzin und Gummi erhebliche Mengen Kohle benötigt werden. Damit ist dem Bergbau auf lange Zeit ein hoher Beschäftigungsstand gesichert.

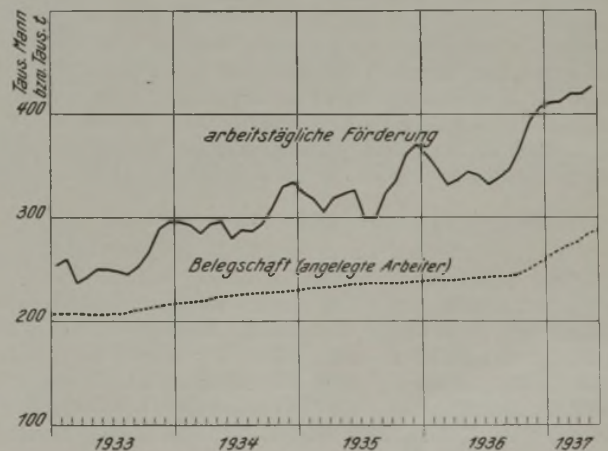


Abb. 1. Entwicklung von Förderung und Belegschaft im Ruhrbergbau.

¹ Einschließlich der Mengen, die von andern Werken als Zechen im Ruhrbezirk hergestellt wurden (Gesellschaft für Teerverwertung und Rütgerwerke). — ² Von 98422000 m³ in 1932 und 101135000 m³ in 1933 ist die Verwendungsart nicht nachgewiesen.

Die erfreuliche Aufwärtsentwicklung erfordert natürlich eine dauernde Einstellung von neuen Arbeitskräften. Im Laufe des Berichtsjahres erhöhte sich die Belegschaftszahl von 238000 auf 260000 und erreichte Ende Mai des laufenden Jahres bereits 288000. Während die Belegschaftserhöhung in den früheren Monaten nur allmählich vorstatten ging, ist es bezeichnend für die neuere Entwicklung des Ruhrbergbaus, daß im Oktober vorigen Jahres die Neueinstellungen plötzlich stärker wurden und bis zum letzten Berichtsmonat erheblich angestiegen sind. In den acht Monaten (Oktober bis Mai) sind mit 44000 weit mehr Arbeiter eingestellt worden als in den vorausgegangenen $3\frac{1}{3}$ Jahren seit der Machtübernahme, wobei die vielen Ersatzeinstellungen für die zum Heeres- oder Arbeitsdienst einberufenen Bergleute unberücksichtigt geblieben sind. Ein anschauliches Bild über die monatliche Entwicklung von Förderung und Belegschaft seit 1933 vermittelt die vorstehende Abbildung.

Der gesamte Kohlenabsatz hat im Berichtsjahr mit der Förderung nicht nur Schritt gehalten, sondern übertraf diese zeitweise noch um ein geringes. Er bezifferte sich auf 108,44 Mill. t gegen 98,10 Mill. t im Vorjahr, das bedeutet eine Zunahme um mehr als 10 Mill. t oder 10,54%. Die größte Steigerung verzeichnet der Absatz von Kokssteine an die Kokereien, der bei 36,84 Mill. t um 5,86 Mill. t oder 18,93% zugenommen hat. Demgegenüber weist der sonstige Absatz an eigene Werke (einschließlich Selbstverbrauch und Deputate) und durch Verkauf, der sich insgesamt auf 68,11 Mill. t belief, nur eine Zunahme um 4,15 Mill. t oder 6,49% auf. Die Belieferung der Brikettfabriken (3,49 Mill. t) ist hierin nicht enthalten. Eine Übersicht über den Verbleib der Ruhrkohle bietet Zahlentafel 2.

Die Steigerung des Gesamtabsatzes ist überwiegend auf die umfangreiche Nachfrage des Inlandes zurückzuführen; der Inlandabsatz an Ruhrkohle erhöhte sich von 58,47 Mill. t 1935 auf 66,55 Mill. t im Berichtsjahr oder um 13,81%. Auf die Eisen- und Stahlindustrie entfielen davon allein 34,6%, deren Bezüge mit 23,02 Mill. t gegen das Vorjahr um 3,30 Mill. t oder 16,76% und im Ver-

gleich zu 1932 bereits um das Anderthalbfache gestiegen sind. Die übrigen Industriegruppen (insgesamt genommen) verzeichneten einen Mehrbezug um 13,40%; die Gas-, Wasser- und Elektrizitätswerke erhielten 13,33% und die Verkehrsmittel 10,69% mehr als im Vorjahr. Auch beim Hausbrand ist erstmalig eine nennenswerte Steigerung festzustellen, die sich auf 1,23 Mill. t oder 11,19% belief. Trotzdem ist der Anteil dieser Gruppe am gesamten Inlandabsatz weiter gesunken, und zwar von 18,86 auf 18,42%, während er 1933 noch 24,39% betragen hat.

Der Bedarf an Brennstoffen hat auch im Ausland, namentlich in den europäischen Industriegebieten, erheblich zugenommen. Infolge der allseitigen mehr oder weniger starken Aufrüstung und der damit verbundenen Anspannung der Eisenindustrie ist besonders die Nachfrage nach Koks dringlich geworden. Die Koksabfuhr des Ruhrbezirks erhöhte sich infolgedessen gegen das Vorjahr um fast 11%, während die Ausfuhr an Steinkohle um etwa 2% zugenommen hat. Die Besserung auf dem Weltmarkt, die in der Hauptsache in den letzten Monaten des Berichtsjahres erst zum Durchbruch kam, hat sich im laufenden Jahr in verstärktem Maße fortgesetzt, so daß die Gesamtausfuhr des Ruhrbezirks im April um fast 30% höher war als im letzten Monat des Berichtsjahres.

Zahlentafel 3 bietet für die letzten fünf Jahre eine Übersicht über sämtliche Gewinnungsergebnisse des niederrheinisch-westfälischen Bergbaus, der Hüttenkokereien, der synthetischen Stickstoffwerke sowie der wichtigsten Werke im Ruhrbezirk, die eine Weiterverarbeitung der Erzeugnisse des Steinkohlenbergbaus vornehmen. Sie ist der Statistik: »Die Bergwerke und Salinen im niederrheinisch-westfälischen Bergbaubezirk« entnommen und stellt eine Zusammenfassung der dort veröffentlichten Gewinnungsergebnisse der einzelnen Zechen und Gesellschaften des Ruhrbergbaus dar, die durch die Ergebnisse der Hüttenkokereien und größeren Teerdestillationen vervollständigt ist. (Schluß f.)

¹ Die Statistik ist als Teil V in dem im Verlag Glückauf soeben erschienenen »Jahrbuch für den Ruhrkohlenbezirk« 35 (1937) veröffentlicht.

U M S C H A U.

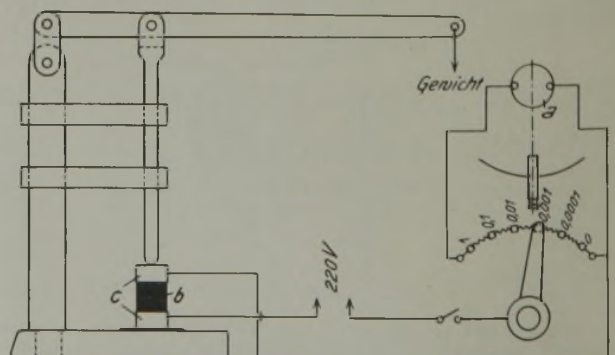
Die Entzündung der Kohle durch elektrischen Strom.

Die zunehmende Verwendung von elektrischen Geräten im Kohlenbergbau hat die Frage auftauchen lassen, in welchem Maße ein elektrischer Strom von genügend großer Stärke die Kohle zu entzünden vermag. Bekannt ist, daß Zusammenballungen von bituminösem Kohlenstaub durch elektrische Funken gezündet werden können. Da Kohlenstoff eine hohe elektrische Leitfähigkeit hat, liegt der Gedanke nahe, daß durch Berührung mit elektrischen Leitungen eine Zündung der Kohle erfolgen und diese sich bei Luftzufuhr zu einem Grubenbrand entwickeln kann. Um über die Beziehungen zwischen Stromstärke und Entzündbarkeit der Kohle nähere Aufschlüsse zu erhalten, hat das U. S. Bureau of Mines Untersuchungen angestellt, über deren wichtigste Ergebnisse im folgenden berichtet wird¹.

Der spezifische Widerstand der Kohle.

Wegen der meist stark verschiedenartigen Beschaffenheit der Kohle muß man sich darauf beschränken, für einige kennzeichnende Probestücke des zu untersuchenden Flöztes den spezifischen Widerstand zu bestimmen. Dieser wird im wesentlichen vom Gehalt der Kohle an Kohlenstoff abhängen, so daß man für anthrazitische Kohle und den Fusitbestandteil der bituminösen Kohle infolge ihres hohen Kohlenstoffgehaltes verhältnismäßig niedrige Werte annehmen kann.

Die Untersuchung des spezifischen Widerstandes wurde an insgesamt 9 Probestücken vorgenommen, und zwar handelte es sich bei drei Proben um bituminöse Kohle, bei zwei um halbbituminöse, bei drei weiteren um anthrazitische Kohle und bei einer um Fusit. Für die Messung verwendete man Würfel von etwa 25 mm Kantenlänge, deren Flächen sorgfältig und möglichst rechtwinklig zueinander bearbeitet worden waren. In der nachstehenden Abbildung ist die Versuchsanordnung wiedergegeben. Für die Probestücke mit niedrigerem Widerstand wurde an Stelle des Galvanometers *a* eine Wheatstonesche Brücke benutzt. Zur Bestimmung der Galvanometerkontakte schaltete man zunächst statt der Kohlenprobe *b* einen



Versuchsanordnung.

¹ Freeman: Hazard of igniting coal by electric circuits in mines, Bur. Mines Techn. Pap. Nr. 568.

Widerstand von 1 Megohm ein. Beim Versuch selbst wurde das Probestück zwischen die beiden Messingkontakte *c* gebracht und nach Schließung des 220-V-Stromkreises der Galvanometeraussschlag abgelesen. Die Berechnung erfolgte nach der Gleichung $R = \frac{G \cdot N}{D}$, worin

D den Galvanometeraussschlag, G die Galvanometerkonstante, N die Nebenschlußstellung und R den Widerstand zwischen zwei Würfelflächen in Megohm bedeutet.

Für die weitere Rechnung gilt die Gleichung $P = \frac{R \cdot A}{L}$. Hier bezeichnet P den gesuchten spezifischen Widerstand, A den Querschnitt in cm² und L den Abstand zwischen den Würfelflächen in cm. Alle neun Probestücke wurden trocken in bestimmten Abständen und außerdem in feuchter Luft untersucht.

In der Zahlentafel 1 sind die Ergebnisse der Versuche mit trockner Kohle und in den Zahlentafeln 2 und 3 die Ermittlungen in feuchter Luft zusammengestellt. Man ersieht daraus, daß der spezifische Widerstand senkrecht zur Schichtung ganz erheblich höher liegt als waagrecht dazu, was offenbar zum großen Teil auf den Einfluß der immer schichtförmig eingelagerten Fusitbestandteile zurückzuführen ist. Die an den einzelnen Tagen festgestellten Unterschiede erklären sich durch die verschieden starke Feuchtigkeitsaufnahme in diesen Zwischenzeiten. Aus der Zahlentafel 3 geht hervor, daß der Widerstand bei den anthrazitischen Kohlen in sehr viel geringerem Maße abnimmt als bei den bituminösen.

Aus den Versuchen zieht der Verfasser den Schluß, daß es zwar nicht möglich ist, den tatsächlichen spezifischen Widerstand von ungleichartigen Stoffen, wie Kohle, festzustellen, daß aber die Versuchsergebnisse die verschiedenen Kohlenarten hinsichtlich ihres elektrischen Widerstandes und der Zündgefahr durch den elektrischen Strom zu vergleichen gestatten. Die bei der Untersuchung der bituminösen Kohlen senkrecht zur Schichtung gefundenen Werte liegen so hoch, daß man die Kohle in dieser Richtung als guten Isolator ansehen kann. Dagegen sind die Widerstandswerte parallel zur Schichtung sehr viel niedriger. Eine Zwischenstellung nehmen die Werte der anthrazitischen Kohle ein.

Zahlentafel 1. Spezifischer Widerstand der trocknen Kohlenproben.

Probe Nr.	Widerstand in Megohm/cm ³						
	10. Febr.	21. Febr.	25. Febr.	27. Febr.	1. März	3. März	6. April
1	3,300 530,000 4,500	2,600 73,000 4,100	—	8,600	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	0,000306 ¹ 0,00477 ¹ 0,00272 ¹
3	—	3,100 0,041 0,380	—	—	3,300 3,000	3,300 800	40,000 — 16,000
4	—	52,000 1,500 1,300	39,000 0,850 1,200	900	—	24,000 700 1,200	180,000 9,900 —
5	—	—	40,000 39,000 41,000	—	110,000	—	250,000 — 170,000
6	—	—	0,088 ¹ 0,310 0,090 ¹	—	—	—	—
7	—	—	—	—	4,300 5,200 140,000	—	12,000 — 260,000
8	—	—	—	—	—	—	0,0170 0,0077 0,0073
9	—	—	—	—	—	—	0,0830 0,0111 0,0053

¹ Mit Wheatstonescher Brücke gemessen.

Entzündung der Kohle durch den elektrischen Strom.

Die für bituminöse Kohle gefundenen Widerstandswerte lassen den Schluß zu, daß die Gefahr der Entzündung durch den untertage üblichen Gleichstrom von 250 und 500 V sehr gering ist, dagegen bei anthrazitischer Kohle unter den gleichen Bedingungen durchaus bestehen kann. Um die untertage auftretenden Entzündungsmöglichkeiten nachzuahmen, hat der Verfasser die verschiedenartigsten Versuche durchgeführt.

Unmittelbare Untersuchungsverfahren.

Eine zwischen zwei Kupferelektroden angeordnete Kohlenprobe wurde durch zwei über Rollen laufende Gewichte stets in enger Verbindung mit den Elektroden-

Zahlentafel 2. Widerstandswerte von bituminösen Kohlen nach verschieden langem Aufenthalt in dampfhaltiger Luft.

Probe Nr.	Verlauf zur Schichtung	Widerstand in Megohm/cm ³ nach							
		—	1 Tag	3 Tagen	6 Tagen	12 Tagen	23 Tagen	34 Tagen	149 Tagen
1	senkrecht	280,000	340,000	58,000	32,000	21,000	25,000	15,000	29,000
	waagrecht	160	120	7,500	5,800	4,900	4,700	3,200	54
3	senkrecht	44,000	5,600	1,400	530	120	66	28	4
	waagrecht	16,000	2,500	730	300	71	38	14	1,4
4	senkrecht	180,000	24,000	37,000	22,000	13,000	26,000	6,300	4,2
	waagrecht	990	330	240	180	100	80	33	1,0
5	—	250,000	250,000	40,000	22,000	15,000	820,000	9,200	32,000
	—	170,000	170,000	41,000	25,000	15,000	75,000	9,600	36,000
7	senkrecht	260,000	3,100	45,000	21,000	18,000	47,000	9,400	3,100
	waagrecht	12,000	290	640	210	310	90	17	0,7

Zahlentafel 3. Widerstandswerte von anthrazitischer Kohle und Fusit in dampfhaltiger Luft.

Probe Nr.	Verlauf zur Schichtung	Widerstand in Ohm/cm ³ nach							
		—	1 Tag	3 Tagen	6 Tagen	12 Tagen	23 Tagen	34 Tagen	149 Tagen
2	unbestimmt	306	334	252	326	301	293	288	247
	"	477	454	532	483	485	398	380	213
	"	272	275	314	278	231	226	282	205
6	senkrecht	270,000	180,000	150,000	130,000	117,000	78,500	71,000	37,600
	waagrecht	—	—	—	—	—	23,500	15,700	7,530
8	senkrecht	16,800	15,900	13,900	11,300	11,400	8,070	7,820	5,500
	waagrecht	7,670	7,750	7,030	6,200	5,780	4,550	4,110	3,030
	"	7,270	6,720	6,220	5,200	4,820	3,420	3,310	2,400
9	senkrecht	83,000	—	—	—	—	—	—	—
	waagrecht	11,150	—	—	—	—	—	—	—
	"	5,350	—	—	—	—	—	—	—

platten gehalten, so daß sich bei Stromdurchgang ein verkokter Streifen innerhalb des Kohlenstückes bildete. Zur Messung der Stromstärke diente ein Ampèremeter, während zwei Voltmeter die möglichst gleichmäßig gehaltene Spannung des Stromkreises und den Spannungsabfall nach Durchgang durch das Probestück erkennen ließen. Das Auftreten von Rauch- und Flammenbildung wurde sorgfältig beobachtet. Zwei Proben wurden parallel und eine Probe senkrecht zur Schichtung untersucht. Die Versuchsergebnisse sind in den Zahlentafeln 4 und 5 zusammengestellt. Diese Versuche haben in erster Linie theoretischen Wert, da eine entsprechende Koksbildung untertage kaum zu erwarten ist.

Zahlentafel 4. Koksstreifen parallel zur Schichtung.

Stromstärke A	Spannung V	Widerstand Ω	Zeit		Bemerkungen
			min	s	
0	110	—	0	0	—
2	110	55,0	1	0	Rauch
2	110	55,0	1	30	Rauch
3	110	36,0	2	30	Flammen und Rauch
5	110	22,0	3	0	—
8	110	13,7	3	30	Flammen und Rauch
10	110	11,0	4	0	Flammen und Rauch
13	110	8,4	4	30	Flammen und Rauch
17	110	6,5	5	0	Flammen
29	110	3,8	5	30	Flammen 25 mm hoch
75	80	1,7	6	0	—

Zahlentafel 5. Koksstreifen senkrecht zur Schichtung.

Stromstärke A	Spannung V	Widerstand Ω	Zeit	
			min	s
0	250	—	0	0
19	250	13,20	0	30
95	100	1,05	1	0

Bei Versuchen mit Bogenlicht wurde die Kohlenprobe ebenfalls zwischen zwei Kupferplatten angeordnet, deren Entfernung voneinander sich verstellen ließ. Eine Stromquelle lieferte Strom von 250 V Spannung. Sobald die für den jeweiligen Versuch gewählte Stromstärke und ein bestimmter Abstand zwischen den Kupferplatten eingestellt worden waren, erfolgten die Ablesungen an Volt- und Ampèremeter bei dem 20 min dauernden Versuch in Zeitabständen von 5 min. Auftreten von Rauch und Flammen wurde genau beobachtet. Man arbeitete mit Längen des Bogenlichtes von 3, 6 und 12 mm. Bei acht von diesen Versuchen, bei denen die Platten nicht mit einer besondern Auflage von Kohlenstaub o. dgl. versehen waren, erlosch das Bogenlicht unmittelbar wieder. Für die übrigen Versuche erhielten die Platten eine besondere Auflage von Kohle, und hier konnte bei Stromstärken von 40 und 80 A Rauch- und Flammenbildung beobachtet werden. Dagegen zeigte sich bei einer Stromstärke von 20 A und einer Bogenlichtlänge von 3 mm keine Flamme mehr. Aus diesen Versuchen wird gefolgert, daß das Auftreten von Bogenlicht allein schwerlich eine Entzündung der Kohle hervorzurufen vermag, wenn nicht gleichzeitig gewisse Leitungsteile abschmelzen.

Weiterhin suchte man festzustellen, ob Drähte von verschiedenem Durchmesser und aus verschiedenem Werkstoff, die mit Stromstärken bis zu 100 A erhitzt wurden, instande waren, die umliegende Kohle zu entzünden.

Verwendet wurden Eisendrähte, zwei Kupferdrähte von verschiedener Stärke und kaltgewalzte Stahlstäbe von 3 mm Dmr. Bei der Versuchsvornahme legte man teils die Drähte auf die Kohle und teils die Kohle auf die Drähte; schließlich wurden die Drähte noch völlig mit Kohle umgeben. Die Erhitzung der Drähte erfolgte bei den Stahldrähten und Stäben auf Dunkelrotglut, Hellrotglut und Weißglut. Bei den Kupferdrähten mußte die letzte Stufe wegfallen, weil die Drähte bereits bei niedrigerer Temperatur schmolzen. Der Versuch wurde jeweils solange

fortgesetzt, bis der Draht schmolz oder derart in eine Koksschicht eingehüllt war, daß sich eine Entzündung nicht mehr feststellen ließ. Bei einem Versuch war eine Erhaltungsdauer von 40 min erforderlich.

Eine Flammenbildung konnte nur bei einem der sechs auf Dunkelrotglut erhitzten, bei fünf der sieben auf Hellrotglut erhitzten und bei dreien der vier auf Weißglut erhitzten Drähte beobachtet werden. Die Versuche haben gelehrt, daß eine Entzündungsgefahr der Kohle durch Drähte, die durch elektrischen Strom bis zur Weißglut erhitzt werden, verhältnismäßig gering ist. Im besondern gilt dies für Drähte mit geringem Durchmesser und für Kupferdrähte. Um die erhitzten Drähte herum bildet sich meist schnell eine Kokshülle, die der Wärmeableitung in die Kohle hinderlich ist.

Mittelbare Untersuchungsverfahren.

Der Säure- und Salzgehalt des Grubenwassers trägt zur Erhöhung der elektrischen Leitfähigkeit des Wassers bei und läßt die Vermutung zu, daß ein Gemisch von Staub und Grubenwasser infolge dieser erhöhten Leitfähigkeit eine Möglichkeit für die Bildung und Ableitung von Wärme bietet, die bei genügender Höhe umliegende Kohlentelchen entzünden kann. Zur Klärung dieser Fragen sind Versuche mit Kohlen- und Gesteinstaub vorgenommen worden.

Eine bituminöse Kohle des Pittsburgflözes wurde so weit vermahlen, daß 88,7% durch ein 200-Maschen-Sieb gingen. Der Kalksteinstaub hatte die für Gesteinstaubstreuung übliche Korngröße. Zur Erhöhung des freien Säuregehaltes in dem verwendeten Grubenwasser fällt man vorher das Eisensulfat aus. Dann wurde auf einer Kupferplatte die Kohlenprobe angeordnet, auf deren Oberfläche das Staub-Wassergemisch aufgetragen und darauf eine zweite Kupferplatte gelegt. Für den Stromdurchgang wählte man Gleichstrom mit einer Spannung bis zu 500 V. Die Stärke des Staubbreis betrug 3 und 6 mm. Die Abstände der beiden Elektrodenplatten wurden von 12 bis 125 mm verändert und im Zusammenhang damit verschiedene Spannungen gewählt.

Die Versuche ergaben, daß bei der stärkern Staubschicht die Entzündungsgefahr größer war als bei der schwächern, bei der die sich bildenden Flammen fast stets sofort wieder erloschen. Die Gefahr, daß untertage durch ein Gemisch aus Kohlenstaub und Grubenwasser eine Entzündung der Kohle erfolgt, ist sehr gering, da nur in den seltensten Fällen ein Zusammentreffen der für die Zündung geeigneten Bedingungen, wie man sie beim Versuch hergestellt hatte, zu erwarten sein wird. Bei Verwendung von Gesteinstaub konnte überhaupt keine Flammenbildung erzielt werden.

Bei der Bestimmung des spezifischen Widerstandes der bituminösen Kohle hatte man beobachtet, daß sich der Widerstand in dampfhaltiger Luft erheblich verringerte. Daher lag die Vermutung nahe, daß die Oberfläche eines Kohlenstoßes hereinbrechen würde, wenn man bei Vorhandensein von dampfhaltiger Luft einen Strom mit entsprechender Spannung genügend lange durch diese Kohlenoberfläche leitete. Zur Klärung dieser Fragen fanden drei Versuche statt, bei denen die Spannung bis zu 660 V gesteigert wurde. Man wählte Versuchsstücke, die keine sichtbaren Risse enthielten. Die Versuchsdauer betrug $3\frac{1}{2}$, 5 und 6 Monate ohne jegliche Unterbrechung.

Das Ergebnis war bei allen drei Versuchen übereinstimmend; in keinem Fall brachen irgendwelche Oberflächenteile der Kohlenproben ab. Da die Spannung untertage höchstens 500 V beträgt, ist hier erst recht kein Herinbrechen der Kohle zu erwarten. Die Verringerung des Widerstandes, welche die Kohle durch die Einwirkung von Dampf erleidet, ist nicht so groß, daß die durchgelassene Strommenge zur Verkokung der Kohle ausreicht.

Besondere Versuche mit Anthrazit und Fusit.

Einige Anthrazitproben mit niedrigem Widerstand wurden bereits bei Spannungen von weniger als 110 V

entzündet, während bei solchen mit höherem Widerstand viel stärkere Spannungen zur Entzündung erforderlich waren; verschiedene Proben konnten mit den untertage üblichen Spannungen überhaupt nicht entzündet werden. Wenn die Kohle durch den Strom erst einmal erhitzt ist, wird der Widerstand des Koksstreifens sehr niedrig, was eine erhebliche Flammenbildung zur Folge haben kann. Der Widerstand stimmt in diesem Falle etwa mit dem der bituminösen Kohle bei gleicher Länge des Koksstreifens überein, jedoch ist die Flammengröße geringer.

Unter Berücksichtigung dieser Feststellungen und der Tatsache, daß anthrazitische Kohle leicht entzündlich ist, muß man annehmen, daß sie bei höherem Widerstand ebenso leicht wie bituminöse entzündet werden kann. Da sich manche anthrazitischen Kohlen ohne vorherige Erwärmung entzünden, ist bei ihnen die Gefahr erheblich größer als bei bituminöser Kohle. Als wirksame Maßnahme gegen diese Gefahren wird eine gute Anordnung der Stromkreisunterbrecher in Verbindung mit einwandfreier Zuführungsleitung und Erdung genannt.

Die Ermittlungen über den Widerstand der verschiedenen Kohlen hatten ergeben, daß der Fusitbestandteil eine gute elektrische Leitfähigkeit und annähernd die gleichen Widerstandswerte wie Anthrazit aufwies. Da in allen bituminösen Kohlen Fusiteinlagerungen von verschiedener Größe auftreten, suchte man durch eine Anzahl von Versuchen festzustellen, in welchem Maße die niedrigen

Widerstandswerte des Fusits zu einer Entzündung der Kohle durch elektrischen Strom führen können. Hierbei wurden Stromstärken von 0,01 bis 5 A angewendet. Die Dauer des Stromdurchganges betrug bei jedem Versuch 15 min. Da nur ein Probestück von entsprechender Größe zur Verfügung stand, mußte nach jedem Versuch während der Dauer von 1 h eine vollständige Abkühlung erfolgen, so daß der nächste Versuch dann stets bei Raumtemperatur begann.

Man stellte fest, daß der Widerstand des Fusitstückes ganz beträchtlich abfiel, sobald es sich einmal erwärmt hatte. Eine Flammenbildung trat bei den meisten Versuchen auch bei geringer Stromstärke — die Spannung betrug 250 V — auf, jedoch war die Flammenhöhe durchweg niedriger als bei den Versuchen mit Anthrazit. Hervorhebung verdient, daß bei den untertage üblichen Spannungen eine unmittelbare Entzündung des Fusits möglich ist. Allerdings muß dabei berücksichtigt werden, daß sich der Fusit im allgemeinen nur in schwachen Schichten oder kleinern Nestern im Flöz eingelagert findet, so daß er durch die umliegende bituminöse Kohle meist in genügendem Maße isoliert wird. Dagegen können zusammenhängende stärkere Fusitschichten eine Gefahrenquelle bilden, obwohl auch hier die Flammen keine beträchtliche Höhe erreichen, so daß die entwickelte Hitze für die Entzündung der umliegenden Kohle meist nicht ausreichen wird.

Dr.-Ing. H. Wöhlbier, Spremberg.

WIRTSCHAFTLICHES.

Absatz der im Rheinisch-Westfälischen Kohlen-Syndikat vereinigten Zechen im Juli 1937.

Die Lage am Kohlenmarkt war im Juli gegenüber dem Vormonat im allgemeinen unverändert. Da jedoch der Juli

einen Arbeitstag mehr hatte, ergab sich infolge der höhern Förderung eine etwas größere Beweglichkeit. Insgesamt gesehen war die Nachfrage bei allen Kohlengruppen unvermindert lebhaft.

Zahlentafel 1. Gesamtabsatz¹ des Syndikats.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Absatz						Gesamtabsatz						Davon nach dem Ausland					
	auf die Verkaufs-beteiligung			auf die Verbrauchs-beteiligung			insges.			arbeitstäglich			insges.			in % des Gesamtabsatzes		
	in % des Gesamtabsatzes						(1000 t)			(1000 t)			(1000 t)					
	Ruhr	Aachen ²	Saar ²	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar
1934 . . .	70,46	.	.	20,66	.	—	7 491	.	.	298	.	.	2236	.	.	29,85	.	.
1935 . . .	68,83	91,14	.	22,39	0,32	—	8 105	610	.	322	24	.	2437	111	.	30,07	18,15	.
1936 . . .	68,14	90,25	93,22	23,53	0,80	—	8 914	641	974	353	25	39	2539	93	268	28,48	14,51	27,49
1937: Jan.	72,19	89,97	93,08	19,63	0,81	—	10 350	660	1103	420	27	45	3113	94	340	30,08	14,31	30,81
Febr.	72,85	90,04	93,28	19,16	0,86	—	9 890	621	1061	412	26	44	3250	89	318	32,86	14,25	29,95
März	71,94	94,61	93,17	19,89	0,09	—	10 477	618	1066	419	25	43	3516	76	308	33,56	12,29	28,88
April	71,68	89,47	92,87	20,54	0,77	—	10 432	622	1093	401	24	42	3729	121	324	35,75	19,39	29,64
Mai	71,63	90,04	93,35	20,70	0,84	—	9 719	612	1002	432	27	45	3353	107	318	34,50	17,49	31,73
Juni	72,83	90,52	93,57	19,73	0,69	—	10 451	673	1098	406	26	43	3565	121	362	34,11	17,99	33,01
Juli	72,62	90,44	93,77	20,08	0,71	—	10 689	695	1101	396	26	41	3728	124	307	34,87	17,80	27,87
Jan.-Juli	72,25	90,71	93,30	19,96	0,68	—	10 287	643	1075	412	26	43	3465	104	325	33,68	16,25	30,26

¹ Einschl. Koks und Preßkohle, auf Kohle zurückgerechnet. — ² Auf den Beschäftigungsanspruch (Aachen und Saar) und auf die Vorbestandsmenge der Saar in Anrechnung kommender Absatz.

Zahlentafel 2. Arbeitstäglicher Absatz¹ für Rechnung des Syndikats.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Unbestrittenes Gebiet						Bestrittenes Gebiet						Zusammen		
	t			von der Summe %			t			von der Summe %			t		
	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar	Ruhr	Aachen	Saar
1934 . . .	97 858	.	.	49,46	.	.	100 001	.	.	50,54	.	.	197 859	.	.
1935 . . .	98 470	15 850	.	47,39	77,03	.	109 307	4727	.	52,61	22,97	.	207 777	20 577	.
1936 . . .	110 621	17 079	7695	49,11	80,56	43,83	114 650	4122	9 863	50,89	19,44	56,17	225 271	21 201	17 558
1937: Jan.	134 442	17 900	9218	47,49	79,88	41,23	148 642	4509	13 137	52,51	20,12	58,77	283 084	22 409	22 355
Febr.	128 471	17 539	8752	45,92	80,89	39,68	151 325	4143	13 304	54,08	19,11	60,32	279 796	21 682	22 056
März	126 936	18 264	8239	44,92	83,80	39,92	155 669	3531	12 400	55,08	16,20	60,08	282 605	21 795	20 639
April	118 805	14 796	7399	43,52	75,05	36,59	154 186	4920	12 824	56,48	24,95	63,41	272 991	19 716	20 223
Mai	133 250	17 228	8519	45,17	75,74	37,28	161 752	5519	14 333	54,83	24,26	62,72	295 002	22 747	22 852
Juni	130 442	16 875	7640	45,93	76,30	36,03	153 547	5243	13 567	54,07	23,70	63,97	283 989	22 118	21 207
Juli	124 408	16 698	8006	45,17	76,69	40,89	151 023	5075	11 575	54,83	23,31	59,11	275 431	21 773	19 581
Jan.-Juli	127 933	17 018	8234	45,44	78,34	38,81	153 616	4705	12 984	54,56	21,66	61,19	281 549	21 723	21 218

¹ Einschl. Koks und Preßkohle, auf Kohle zurückgerechnet.

In Fettkohle war der Absatz im wesentlichen unverändert. Auch in Gas- und Gasflammkohle waren in der Absatzlage keine merklichen Abweichungen gegenüber dem Vormonat festzustellen. Der Bedarf in Feinkohle war nach wie vor beträchtlich. Bei Eß- und Anthrazitkohle hielt die gute Nachfrage nach Hausbrandkohle an, für kleine Sorten für Industriezwecke war sie weiter rege. In Koks waren alle Sorten sehr gefragt.

Über die Verkehrsverhältnisse ist zu berichten, daß im Eisenbahnverkehr in den ersten Tagen des Monats Verzögerungen und Ausfälle in der Wagenstellung zu verzeichnen waren. Die Wagenstellungsziffer selbst hielt sich im Juli im Rahmen der Vormonate. Der Wasserstand war günstig, so daß volle Abladungen möglich waren. Kahnraum war bei beträchtlicher Nachfrage ausreichend verfügbar.

Anteil der krankfeiernden Ruhrbergarbeiter an der Gesamtarbeiterzahl und an der betreffenden Familienstandsgruppe.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Es waren krank von 100							
	Ar-beitern der Gesamt-belegschaft	Ledigen	Verheirateten					
			ins-ges.	ohne Kind	mit Kindern			
				1 Kind	2	3	4 und mehr	
1933	4,17	3,58	4,35	4,16	4,01	4,37	4,99	5,75
1934	4,07	3,73	4,15	3,96	3,86	4,22	4,84	5,34
1935	4,36	3,92	4,45	4,17	4,11	4,53	5,31	6,28
1936	4,50	4,10	4,56	4,32	4,16	4,66	5,50	6,63
1937: Jan.	4,92	4,46	4,98	4,85	4,50	5,09	5,98	6,64
Febr.	4,96	4,62	5,00	4,90	4,58	4,92	6,04	6,89
März	4,85	4,45	4,91	4,81	4,52	4,86	5,64	6,91
April	4,19	3,75	4,22	4,04	3,94	4,26	4,84	5,81
Mai	4,27	3,86	4,29	4,17	4,01	4,24	4,95	5,96
Juni	4,85	4,41	4,91	4,72	4,49	4,94	5,92	6,97
Juli	5,01 ¹	4,42	5,17	4,83	4,69	5,28	6,51	7,57

¹ Vorläufige Zahl.

Gliederung der Belegschaft im Ruhrbergbau nach dem Familienstand im Juli 1937.

Monats-durchschnitt bzw. Monat	Von 100 angelegten Arbeitern waren		Von 100 verheirateten Arbeitern hatten				
	ledig	ver-heiratet	kein Kind	1	2	3	4 und mehr
1933	24,83	75,17	27,02	33,05	22,95	10,07	6,91
1934	24,09	75,91	28,20	33,54	22,56	9,48	6,22
1935	22,15	77,85	28,98	33,99	22,23	9,09	5,71
1936	21,44	78,56	29,59	34,50	21,92	8,72	5,27
1937: Jan.	21,16	78,84	29,41	34,38	22,08	8,77	5,36
Febr.	21,30	78,70	29,31	34,25	22,23	8,82	5,39
März	21,16	78,84	29,21	34,21	22,31	8,85	5,42
April	21,69	78,31	29,62	34,25	22,07	8,72	5,34
Mai	21,92	78,08	29,83	34,18	22,02	8,69	5,28
Juni	21,90	78,10	29,92	34,18	21,98	8,68	5,24
Juli	21,97	78,03	29,98	34,03	21,98	8,72	5,29

Reichsindexziffern¹ für die Lebenshaltungskosten (1913/14 = 100).

Jahres- bzw. Monats-durchschnitt	Gesamt-lebens-haltung	Er-nährung	Woh-nung	Heizung und Be-leuchtung	Beklei-dung	Ver-schiedenes
1933	118,0	113,3	121,3	126,8	106,7	141,0
1934	121,1	118,3	121,3	125,8	111,2	140,0
1935	123,0	120,4	121,2	126,2	117,8	140,6
1936	124,5	122,4	121,3	126,0	120,3	141,4
1937: Jan.	124,5	121,4	121,3	126,6	124,2	141,8
Febr.	124,8	121,9	121,3	126,6	124,4	141,8
März	125,0	122,3	121,3	126,6	124,5	141,9
April	125,1	122,3	121,3	125,8	124,8	142,0
Mai	125,1	122,4	121,3	124,6	125,1	142,0
Juni	125,3	122,9	121,3	123,7	125,2	142,4
Juli	126,2	124,5	121,3	123,7	125,5	142,5
Aug.	126,0	124,0	121,3	124,0	125,8	142,6

¹ Reichsanzeiger Nr. 201.

Beiträge der Arbeitgeber und Arbeiter zur Sozialversicherung im polnischen Steinkohlenbergbau¹ je t Förderung.

	Kranken-kasse		Pensions-kasse		Invaliden-versicherung		Arbeitslosen-versicherung		Arbeits-beschaffungs-beiträge ²		Unfall-versicherung		Insges.	
	Zł	ℳ	Zł	ℳ	Zł	ℳ	Zł	ℳ	Zł	ℳ	Zł	ℳ	Zł	ℳ
1933	0,41	0,19	0,53	0,25	0,20	0,10	0,11	0,05	—	—	0,28	0,13	1,53	0,72
1934	0,33	0,15	0,53	0,25	0,30	0,14	0,09	0,05	—	—	0,24	0,11	1,49	0,70
1935	0,31	0,15	0,52	0,24	0,30	0,14	0,09	0,04	—	—	0,22	0,11	1,44	0,68
1936: 1. Vierteljahr	0,31	0,15	0,54	0,25	0,30	0,14	0,09	0,04	0,06	0,03	0,21	0,10	1,51	0,71
2. „	0,34	0,16	0,59	0,27	0,30	0,14	0,09	0,04	0,10	0,05	0,20	0,10	1,62	0,76
3. „	0,29	0,14	0,49	0,23	0,29	0,14	0,09	0,04	0,09	0,04	0,20	0,09	1,45	0,68
4. „	0,26	0,12	0,42	0,20	0,26	0,12	0,08	0,04	0,09	0,04	0,18	0,09	1,29	0,61
Ganzes Jahr	0,30	0,14	0,50	0,24	0,28	0,13	0,09	0,04	0,08	0,04	0,20	0,09	1,45	0,68
1937: 1. Vierteljahr	0,28	0,13	0,46	0,22	0,27	0,13	0,09	0,04	0,09	0,04	0,19	0,09	1,38	0,65
2. „	0,30	0,14	0,50	0,23	0,30	0,14	0,09	0,05	0,10	0,05	0,21	0,10	1,50	0,71

¹ Nach Angaben des Bergbau-Vereins in Kattowitz. — ² Bestimmt für Beschäftigung Arbeitsloser mit Straßen- und Wegebauten.

Englischer Kohlen- und Frachtenmarkt

in der am 3. September 1937 endigenden Woche¹.

1. Kohlenmarkt (Börse zu Newcastle-on-Tyne). Die günstige Entwicklung des britischen Kohlenmarkts hat in der vergangenen Woche weitere Fortschritte gemacht, die zum Teil wesentlich über das für diese Jahreszeit übliche Maß hinausgingen und sowohl in den unvermindert starken Anforderungen der inländischen Industrie als auch vor allem in der regen Nachfrage der nordischen Länder ihren Grund hatten. Recht störend machten sich dagegen wieder der übliche Mangel an Schiffsraum sowie die verhältnismäßig hohen Frachtkosten bemerkbar, unter denen besonders das Sofortgeschäft ernstlich zu leiden hatte. Die Kesselkohlen zeichnen in Northumberland konnten für diesjährige Lieferungen nur wenig neue Aufträge entgegennehmen. Die Preise blieben fest, und zwar wurden beste Blyth mit 23—24 s und beste Durham-Kohle mit 24 s notiert, während kleine Blyth sich auf 18—18/6 und kleine Durham-Sorten auf 19/6 s behaupten konnten. Von den schwedischen Staatsbahnen lag eine Nachfrage nach 3000 t bester Kesselkohle für baldige Lieferung vor. Einen

¹ Nach Colliery Guardian und Iron and Coal Trades Review.

Haupterfolg hatte in der Berichtswoche Gaskohle, die von den großen Werken vielfach in Ermangelung von Kokskohle abgenommen wurde und sowohl im Inland als auch von ausländischen Verbraucherkreisen derart stürmisch gefragt war, daß die Zechen für die nächste Zeit mit Aufträgen voll eingedeckt sind. Eine Anzahl ausländischer Gaswerke bemühte sich schon jetzt um nächstjährige Belieferungen, so auch die Gaswerke von Malmö, deren Nachfrage auf Lieferung in der zweiten Hälfte 1938 lautete. Mit den Gas- und Elektrizitätswerken von Aarhus kam ein Vertrag über 6000 t beste Wear-Gaskohle zustande, die im Oktober und November dieses Jahres verschifft werden sollen. Die Preise sind nicht bekannt geworden, sie sollen jedoch den augenblicklichen Notierungen entsprechen. Von denselben Werken wurden vermutlich noch weitere vier Schiffs-ladungen gekauft. In Kokskohle kamen mangels Angebots erwähnenswerte Geschäfte kaum zustande. Auf Grund des starken Inlandbedarfs dürfte der größte Teil der Förderung bereits auf Monate hinaus verkauft sein. Auch für Bunkerkohle ist das Interesse in letzter Zeit gestiegen. Wengleich die Reeder sich auch weiterhin über die hohen Preise beklagen, die jedoch um nichts mehr als alle andern Kohlenpreise gestiegen sind, so wurden dennoch vor allem

bessere Sorten flott abgenommen, während zweitklassige Kohle immer noch weit weniger Berücksichtigung fand und daher reichlicher angeboten blieb. Das Koksgeschäft gestaltete sich auch in der Berichtswoche sehr günstig. Die Preise für Gaskoks konnten sich dank der stürmischen Nachfrage mit Leichtigkeit behaupten. Gießerei- und Hochofenkoks begannen bereits wieder knapp zu werden, auch die durch den Schiffsraummangel hervorgerufenen Lagerbestände sind wieder fast restlos geräumt. Die Anforderungen der inländischen Industrie waren derart groß, daß trotz erhöhter Produktion nur geringe Mengen für die ausländischen Verbraucher zur Verfügung gestellt werden konnten. Die Preise blieben für alle Kohlen- und Koksarten unverändert.

Die Entwicklung der Kohlennotierungen in den Monaten Juli und August 1937 ist aus der nachstehenden Zahlentafel zu ersehen.

Art der Kohle	Juli		August	
	niedrigster Preis	höchster Preis	niedrigster Preis	höchster Preis
s für 1 t (fob)				
beste Kesselkohle: Blyth . . .	22/—	23/—	23/—	24/—
Durham . . .	24/—	24/—	24/—	24/—
kleine Kesselkohle: Blyth . . .	17/—	18/—	18/—	18/6
Durham . . .	19/—	19/—	19/6	19/6
beste Gaskohle	22/—	22/—	22/6	22/6
zweite Sorte Gaskohle	21/—	21/—	21/—	21/—
besondere Gaskohle	22/—	23/—	23/—	24/—
gewöhnliche Bunkerkohle	20/—	21/—	21/—	21/—
besondere Bunkerkohle	22/—	22/6	22/6	22/6
Kokskohle	23/—	24/—	23/—	23/—
Gießereikoks	40/—	42/—	38/6	42/—
Gaskoks	35/—	41/—	38/6	42/6

2. Frachtenmarkt. Der britische Kohlenchartermarkt zeigte ungeachtet der verhältnismäßig hohen Frachtsätze, die auch weiterhin von den Reedern gefordert wurden, einen befriedigenden Verlauf. Die Kohlen- und Koksverschieffungen haben sich vor allem in den nördlichen und nordöstlichen Häfen wesentlich gehoben, während Südwales damit nicht gleichen Schritt halten konnte. Im Handel mit dem Baltikum herrschte rege Nachfrage, auch das Geschäft mit dem Mittelmeer hat sich gebessert, der Küsten-

handel blieb unverändert günstig. Naturgemäß haben die ausländischen Verwicklungen besonders auf den Handel mit den britischen Kohlenstationen einen nachteiligen Einfluß ausgeübt, der sich im Sichtgeschäft stärker bemerkbar machte. Angelegt wurden für Cardiff-Genua 11 s 4 1/2 d, -Alexandrien 12 s 6 d und für Tyne-Elbe 5 s 3 d.

Über die in den einzelnen Monaten erzielten Frachtsätze unterrichtet die folgende Zahlentafel.

Monat	Cardiff-				Rotterdam	Tyne-		Stockholm
	Genua	Le Havre	Alexandrien	La Plata		Ham-burg	s	
1914: Juli	7/2 1/2	3/11 3/4	7/4	14/6	3/2	3/5 1/4	4/7 1/2	
1933: Juli	5/11	3/3 3/4	6/3	9/—	3/1 1/2	3/5 3/4	3/10 1/2	
1934: Juli	6/8 3/4	3/9	7/9	9/1 1/2	—	—	—	
1935: Juli	7/9	4/0 3/4	8/3	9/—	—	—	—	
1936: Jan.	—	4/2 3/4	7/—	8/9 1/4	—	4/—	—	
April	—	3/5 3/4	5/9	8/10 1/4	—	—	—	
Juli	—	3/11	6/1 1/2	9/7 3/4	—	—	—	
Okt.	—	4/3 3/4	7/3 3/4	9/7 1/2	—	—	—	
1937: Jan.	7/7 3/4	5/10	8/2	12/2 3/4	—	—	—	
Febr.	8/7 1/2	5/4 1/2	8/0 3/4	11/3 1/2	—	5/3 3/4	7/1 1/2	
März	8/5 1/2	5/1 3/4	8/1 3/4	10/—	5/—	—	—	
April	9/5	5/—	10/1 1/4	—	—	5/5 1/4	—	
Mai	11/6	5/3 1/2	14/—	13/6	—	6/—	—	
Juni	—	6/6	14/—	14/3	—	6/9	—	
Juli	12/5 1/2	5/7 3/4	13/9	13/8 1/2	—	6/3 1/4	—	
Aug.	11/11 1/2	5/3	14/—	13/11	—	—	—	

Londoner Preisnotierungen für Nebenerzeugnisse¹.

Auf dem Markt für Teererzeugnisse ergab sich keine bemerkenswerte Änderung. Das Geschäft in Pech war ruhig, aber behauptet. Für Kresot herrschte eine günstige Nachfrage vom Festland für Lieferungen im kommenden Frühjahr. Auch Solvent- und Rohnaphtha waren rege gefragt, während Motorenbenzol leicht abschwächte. Das fortdauernde trockene Wetter wirkte sich für den Absatz an Straßenteer vorteilhaft aus und hat die sonst zu dieser Jahreszeit übliche Abschwächung hinausgezögert.

Der Inlandpreis für schwefelsaures Ammoniak stellte sich auf 7 £ 5 s, während im Außenhandel weiterhin 5 £ 17 s 6 d bezahlt wurden.

¹ Nach Iron and Coal Trades Review.

Förderung und Verkehrslage im Ruhrbezirk¹.

Tag	Kohlenförderung	Koks-erzeugung	Preß-kohlen-herstellung	Wagenstellung zu den Zechen, Kokereien und Preß-kohlenwerken des Ruhrbezirks (Wagen auf 10 t Ladegewicht zurückgeführt)		Brennstoffversand auf dem Wasserwege				Wasserstand des Rheins bei Kaub (normal 2,30 m)
				rechtzeitig gestellt	gefehlt	Duisburg-Ruhrorter ²	Kanal-Zechen-Häfen	private Rhein-	insges.	
August 29	Sonntag	82 156	—	7 406	—	—	—	—	—	2,23
30	422 927 ³	82 156	12 923	25 613	681	55 541	43 874	22 703	122 118	2,18
31.	400 860	89 731	16 098	26 909	348	52 136	56 227	21 742	130 105	2,10
Sept. 1.	395 815	84 168	14 218	27 286	87	49 256	41 232	12 022	102 510	2,06
2.	386 992	83 575	14 866	27 387	69	47 962	47 991	16 922	112 875	2,03
3.	398 494	83 808	15 250	27 754	152	49 831	34 439	15 644	99 914	2,01
4.	410 838	84 246	13 010	27 074	209	53 655	43 431	11 822	108 908	2,04
zus.	2 415 926	589 840	86 365	169 429	1546	308 381	267 194	100 855	676 430	—
arbeitstäg.	402 654 ⁴	84 263	14 394	28 238	258	51 397	44 532	16 809	112 738	—

¹ Vorläufige Zahlen. — ² Kipper- und Kranverladungen. — ³ Einschl. der am Sonntag geförderten Mengen. — ⁴ Trotz der am Sonntag geförderten Mengen durch 6 Arbeitstage geteilt.

PATENTBERICHT.

Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 26. August 1937.

1c. 1414099. Diplom-Bergingenieur Peter Biesel, Baesweiler (Bez. Aachen). Vorrichtung zur Kohleveredelung. 9. 8. 35.

1c. 1414101. Diplom-Bergingenieur Peter Biesel, Baesweiler (Bez. Aachen). Schaum-Aufschwimm-Aufbereiter, besonders zur Gewinnung aschearmer Kohle. 27. 2. 36.

10a. 1413802. Fried. Krupp Grusonwerk AG., Magdeburg-Buckau. Hohlfüllkörper, besonders für Trommeln zum Schwelen. 29. 1. 37.

10a. 1413974. Didier-Kogag Koksofenbau und Gasverwertung AG., Essen. Brenner. 8. 5. 37.

81e. 1414061. Pfingstmann-Werke AG., Recklinghausen-Süd. Laufradsatz für Schüttelrutschen. 7. 5. 37.

Patent-Anmeldungen,

die vom 26. August 1937 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

5c, 9 10. F. 80263. August Foß, Saarbrücken. Offener bogenförmiger Grubenausbaurahmen. 22. 11. 35.

5c, 9/20. Sch. 108321. Hermann Schwarz Komm.-Ges., Wattenscheid. Bogen- oder Vieleckausbaurahmen für Strecken o. dgl. mit aus je zwei Schuhen bestehenden Gelenken. 25. 10. 35.

10a, 12/01. O. 21915. Dr. C. Otto und Comp. G. m. b. H., Bochum. Selbstdichtende Koksofenfür. Zus. z. Zus. Anm. O. 22387. 9. 7. 35.

35a, 25/02. W. 95516. Georges Wechsler, Antwerpen. Bewegungsvorrichtungen für Schacht- und Fahrkorbtüren von Aufzügen. 5. 12. 34. Belgien 6. 2. 34.

Deutsche Patente.

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

5c (9₁₀). 648857, vom 8. 12. 35. Erteilung bekanntgemacht am 22. 7. 37. Heinrich Toussaint in Berlin-Lankwitz und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co. in Bochum. *Blechauskleidung für Streckenausbau in Stahl.*

Die zum Auskleiden der Strecken dienenden Blechtafeln greifen mit an ihren Rändern vorgesehenen Rinnen ineinander und in die Rinnen der Rahmenträger. Die Blechtafeln können sich in der Längsrichtung und in der Querrichtung der Strecke überdecken. Zwecks Erzielung einer der Nachgiebigkeit der Ausbaurahmen entsprechenden Nachgiebigkeit der Blechauskleidung werden die Stoßstellen der Blechtafeln um den Betrag der zu erwartenden Nachgiebigkeit in der Umfangsrichtung verlegt und die Überdeckungen der Blechtafeln in der Längs- und Querrichtung so bemessen, daß die Tafelenden übereinander weggleiten können. Außerdem können die Bleche zwischen den Rinnen mit in der Längsrichtung der Strecke verlaufenden Wellen versehen sein. Die Rinnen der Blechtafeln werden in den Rinnen der Ausbaurahmen durch Pflöcke, Klemmstücke, Keile o. dgl. verspannt. Als Klemmstücke können auch Druckschrauben dienen, die in die Rinnen der Blechtafeln eingesetzt werden. Diese lassen sich durch Bleche abdecken und zwei übereinanderliegende, mit Rinnen versehene Blechtafeln zur Auskleidung der Strecke verwenden, wobei die Rinnen der inneren Blechtafeln in die Rinnen der Rahmenträger eingreifen, während die Rinnen der äußeren Blechtafeln von außen um die Rahmenträger greifen.

10a (19₀₁). 648858, vom 28. 6. 36. Erteilung bekanntgemacht am 22. 7. 37. Kohle- und Eisenerforschung G. m. b. H. in Düsseldorf. *Vorrichtung und Verfahren zur Verkokung.* Zus. z. Pat. 648094. Das Hauptpatent hat angefangen am 16. 2. 36.

Erfinder: Dr. Walther Ter-Nedden in Dortmund.

Die Vorrichtung gemäß dem Hauptpatent ist ein waagrecht Kammerofen mit einem in der Ofendecke angeordneten Deckenkanal, der mit dem Gassammelraum der Ofenkammern durch Öffnungen in Verbindung steht, die mit in den Gassammelraum ragenden Verlängerungen versehen sind. Die Erfindung besteht darin, daß in den Wandungen der Verlängerungen der Öffnungen Kanäle vorgesehen sind, die eine Kühlung der Verlängerungen durch Gase gestatten. Die Verlängerungen werden nach dem geschützten Verfahren durch Gase auf unter 650° C liegende Temperaturen gekühlt, wobei die Temperatur im Deckenkanal der Ofendecke entsprechend niedrig gehalten wird. Zwecks Schonung der Entgasungserzeugnisse kann zum Kühlen der Verlängerungen leichtöl- und teerfreies Koks- ofengas verwendet werden. Dabei können dadurch, daß man die Mündungen der Kühlkanäle in der Nähe der Ofendecke anordnet, Gaspolster aus den Kühlgasen gebildet werden.

10a (26₀₂). 648935, vom 29. 12. 34. Erteilung bekanntgemacht am 29. 7. 37. Hastings John Holford in Southampton (England). *Vorrichtung zum Schwelen von kohlehaltigem Gut.* Priorität vom 5. 1. und 27. 11. 34 ist in Anspruch genommen.

Die Vorrichtung hat zwei achsgleiche, den Schwelraum bildende Zylinder, von denen der äußere feststeht und der innere umläuft, sowie mehrere in den ringförmigen Schwelraum ragende, mit Durchtrittsöffnungen versehene ringförmige Querwände, über die das zu schwelende Gut in dünnem Strom herabrieselt. Dem Innenraum des inneren Zylinders wird ein Heizmittel zugeführt und in den ring-

förmigen, von den beiden Zylindern gebildeten Schwelraum mittels regelbarer Düsen, die an dem äußeren feststehenden Zylinder übereinander und versetzt zueinander angebracht sind, überhitzter Dampf eingeführt. Ferner sind in dem inneren Zylinder mehrere aus einem hitzebeständigen Stoff von großer Wärmeaufnahmefähigkeit bestehende Körper ortsfest angeordnet, die den umlaufenden inneren Zylinder an mehreren Stellen berühren und durch das dem Innenraum zugeführte Heizmittel in heißem Zustande gehalten werden.

10a (35). 648980, vom 9. 8. 35. Erteilung bekanntgemacht am 29. 7. 37. Julius Pintsch Komm.-Ges. in Berlin. *Einrichtung zum Schwelen von Brennstoffen.*

Die Einrichtung hat Kammern, in denen Brennstoffe durch mittelbare Beheizung geschwelt werden, während auf sie durch verschiebbare, nach beendeter Schwelung zwecks Entfernung des Schwelkokes zurückziehbare Wandungen der Schwelkammer ein Druck ausgeübt wird. Diese Wandungen bilden die Seitenwandungen der Heizkammern und sind mit den feststehenden Wandungen dieser Kammern durch einen harmonikaartigen Balg nachgiebig verbunden. Die Wandungen werden während des Schwelens auf mechanischem Wege oder durch Einleiten eines Druckmittels (Dampf oder Gas) in die Heizkammern auseinandergespreizt, so daß sie einen Druck auf das Schwelgut ausüben, und ebenso in den Heizkammern einander genähert, so daß sie keinen Druck mehr ausüben und das verschwelte Gut aus den Schwelkammern fällt. Die zum Zuführen des Heizmittels zu den Heizkammern und zum Abführen aus ihnen dienenden Leitungen sind an den feststehenden Wandungen der Kammern vorgesehen. Die Verschiebbarkeit der Wandungen der Kammern ist durch Anschläge o. dgl., z. B. durch an ihnen versetzt zueinander angeordnete Bleche, begrenzt, die gleichzeitig eine Führung für das Heizmittel bilden. Die verschiebbaren Wandungen lassen sich in ihrer äußersten Stellung verriegeln.

35c (3₀₅). 648456, vom 16. 12. 27. Erteilung bekanntgemacht vom 15. 7. 37. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Einrichtung zur Erhöhung der Sicherheit von Förderanlagen.* Zus. z. Pat. 512471. Das Hauptpatent hat angefangen am 19. 12. 23.

Erfinder: Franz Josef Mosch in Berlin-Siemensstadt und Hugo Mau in Berlin.

Die durch das Hauptpatent geschützte Einrichtung soll die Sicherheit von Förderanlagen erhöhen, die durch mehrere voneinander unabhängige Ursachen in Gefahr geraten können. Alle diese Ursachen wirken bei der Einrichtung so auf ein Glied ein, daß dieses Glied eine Bewegung ausführt, durch die eine Bremsvorrichtung ausgelöst wird. Dabei macht das Glied die Fahrbremse und die Sicherheitsbremse gleichzeitig wirkungsbereit. Beide Bremsen stützen sich an einem gemeinsamen Hebel so ab, daß nur die Fahrbremse einfällt so lange die Zuführung des Betriebsmittels zu dieser Bremse aus dem Netz in Ordnung ist. Die Erfindung besteht darin, daß in der Bewegungsbahn des Einstellhebels für die Fahrbremse der von dem Glied im Gefahrenfall verstellte wird, eine Vorrichtung vorgesehen ist, welche die Bewegung des Hebels auf einen Druck begrenzt, der kleiner ist als der durch den Fahrbremshebel einstellbare höchste Bremsdruck. Die Vorrichtung wird so eingestellt, daß die Verzögerung die sie dem Einstellhebel für die Fahrbremse erteilt, höchstens der Grenze des Seilrutsches entspricht. Ein Teil der Vorrichtung läßt sich beim Einstellen der Fahrbremse von Hand so verstellen, daß der im Gefahrenfall wirksam werdende Bremswert entsprechend der Größe des eingestellten Fahrbremswertes vermindert wird. Die Bewegung des Fahrbremshebels begrenzende Vorrichtung kann aus einem lose auf einer Welle sitzenden Hebel bestehen, der mit dem zum Bewegen der Fahrbremse dienenden Glied gekuppelt ist, und das Glied, das im Gefahrenfall den Bremsdruckregler auslöst, mit Hilfe eines gegenüber dem Hebel einstellbaren Anschlagessperrt.

35c (3₀₅). 648822, vom 16. 2. 29. Erteilung bekanntgemacht am 22. 7. 37. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse für Schachtfördermaschinen.*

Erfinder: Karl Schmale in Berlin.

Die Bremse hat einen durch ein Druckmittel (Druckluft oder Dampf) beeinflusste Fahrbremse und eine unter

der Wirkung eines Fallgewichtes stehende Sicherheitsbremse. Das die Fahrbremse beeinflussende Druckmittel wird durch einen Bremsdruckregler gesteuert und erzeugt auf dem mit der Fahrbremse verbundenen Kolben einen Bremsdruck. Das Fallgewicht der Sicherheitsbremse wird durch eine Vorrichtung in der höchsten Lage verriegelt, die das Gewicht im Gefahrenfall freigibt. Die Erfindung besteht darin, daß in das die Sicherheitsbremse mit den Bremsbacken verbindende Gestänge ein Fahrbremszylinder mit einem Kolben so eingeschaltet ist, daß im Gefahrenfall nach Lösung der Verriegelungsvorrichtung durch den vom Fallgewicht der Sicherheitsbremse erzeugten Bremsdruck der Fahrbremszylinder und dessen Kolben verstellbar werden. Die Erfindung macht ein großes Fundament und einen zum Verankern der Zylinder dienenden Grundrahmen überflüssig.

35c (3₀₃). 649174, vom 12. 1. 36. Erteilung bekanntgemacht am 5. 8. 37. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Vereinigte Fahr- und Sicherheitsbremse für Fördermaschinen.*

Erfinder: Franz Josef Mosch in Berlin-Siemensstadt.

Die Bremse hat einen Fahrbrems- und einen Lüftungskolben für das Fallgewicht der Sicherheitsbremse, die gleichschichtig angeordnet sind. Der eine der beiden Kolben ist so ausgebildet, daß er den Zylinder für den anderen Kolben bildet. Falls der Lüftungskolben als Zylinder für den Fahrbremskolben ausgebildet wird, kann die Fläche

des Lüftungskolbens, auf die das zum Lüften des Fallgewichtes der Sicherheitsbremse dienende Druckmittel wirkt, den Zylinder ringförmig umgeben. Im Gefahrenfall wird daher der Fahrbremskolben zum Erzeugen des Sicherheitsbremsdruckes verwendet, so daß die beim Wirken des Fallgewichtes auftretenden Bremsdruckspitzen vermieden werden. Zum Überleiten des Druckmittels aus dem Zylinderraum für den Lüftungskolben in dessen Zylinderraum kann eine ringförmige Aussparung des Kolbens dienen, die durch Kanäle mit dem Zylinderraum für den Fahrbremskolben verbunden ist.

81e (106). 648170, vom 4. 12. 35. Erteilung bekanntgemacht am 8. 7. 37. Société Venot & Cie. in Onnaing, Nord (Frankreich). *Um eine waagrechte und senkrechte Achse schwenkbarer Entspeicherungskratzer.* Priorität vom 26. 12. 34 ist in Anspruch genommen.

Der Kratzer, durch den ein unter dem Speicherflur und längs den Kratzerfahrstienen angeordnetes Förderband beschickt wird, hat eine die Höhenschwenkbewegung des den Kratzer tragenden Auslegers um eine waagrechte Achse und die Seitenschwenkbewegung des Auslegers um eine senkrechte Achse gleichzeitig und selbsttätig sichernde Steuervorrichtung. Diese Vorrichtung regelt die Speisung der die genannten Bewegungen des Auslegers erzeugenden Motoren derart, daß der Böschungswinkel des Fördergutes (Lagergutes) auch am Scheitel des Speicherhaufens unterhalb einer bestimmten Größe bleibt.

Z E I T S C H R I F T E N S C H A U ¹.

(Eine Erklärung der Abkürzungen ist in Nr. 1 auf den Seiten 23–27 veröffentlicht. * bedeutet Text- oder Tafelabbildungen.)

Mineralogie und Geologie.

Magnetitforekomster i Mellaneuropa. Von Frank. (Forts.) Tekn. T., Bergsvetenskap 67 (1937) S. 61/66*. Besprechung von Magnetitvorkommen in der Tschechoslowakei und in Jugoslawien.

Bergwesen.

Stripping practices at Merriam and other pits. Coal Age 42 (1937) S. 242/45*. Bagger mit 110 Fuß langem Ausleger zum Abräumen des Deckgebirges und gleichzeitigen Anschütten der Bergehalde.

Mechanized mining with cutting machines and conveyors in heavily pitching seams. Von Murphy. Coal Age 42 (1937) S. 183/87*. Beispiele für den Abbau steilstehender Flöze unter Einsatz von Schrämmaschinen und mechanischen Förderern.

Slusher rock handling for conveyor mine development. Coal Age 42 (1937) S. 143/44*. Verwendung einer Beladevorrichtung in Verbindung mit Schrappförderer beim Wegfüllen der Berge aus einer Abbauförderstrecke.

Mobile loaders and conveyors at Ohio truck mine. Von Edwards. Coal Age 42 (1937) S. 187/90*. Erläuterung des angewandten Abbaufahrens. Verwendungsweise von Schrämmaschinen, Ladeeinrichtungen und Förderern.

Untersuchungen über die Verwendungsmöglichkeit von Sprengstoffen mit verschiedener Brisanz in einer Erzgrube. Von Salzmann. Metall u. Erz 34 (1937) S. 415/18*. Lagerungs- und Abbauverhältnisse. Verbrauch an Sprengmitteln. Durchführung von Versuchen mit verschiedenen Sprengstoffen an verschiedenen Betriebspunkten. Feststellung der Anwendungsgrenzen für die einzelnen Sprengstoffe.

Open-ending blocks cuts cost and improves conditions at W. J. Rainey mines. Coal Age 42 (1937) S. 209/11*. Kennzeichnung des angewandten Abbaufahrens mit Rückbau der Pfeiler. Setzen der Hartholzpfeiler auf eine Feinkohlenunterlage. Erläuterung des eingeführten Ausbaufahrens.

Sicherheit gegen Seilrutsch bei Klemmkäusen. Von Schönfeld und Döderlein. Glückauf 73 (1937) S. 801/04*. Ermittlung der in Betracht kommenden Reibungszahl sowie der Haltekräfte als Funktion der Seil-

belastung bei einer für den Betrieb bestimmten Klemmkäusenbauart.

The »Vasceal« pump for handling slurries. Iron Coal Trad. Rev. 135 (1937) S. 250/51*. Beschreibung einer neuen Bauart von Schlammumpen.

Mining research in Belgium. Colliery Guard. 155 (1937) S. 288/89*. Kurzbericht über neue Untersuchungen in Belgien über Sprengstoffe, Beleuchtung, Wetterführung und das Vorkommen von Schlagwettern.

Bestimmung des günstigen Streckenquerschnitts unter Berücksichtigung der Wetterführung. Von Lowenz. Glückauf 73 (1937) S. 793/801*. Kosten für die Auffahrung und für die Wetterführung. Zusammenfassung der Kosten. Bestimmung des günstigen Streckenquerschnitts. Auswertung des Untersuchungsergebnisses.

Electrical accidents in collieries. Von Horsley. Colliery Guard. 155 (1937) S. 289/92*. Analytische Betrachtung der Unfälle durch den elektrischen Strom im englischen Bergbau. Maßnahmen zu ihrer Verhütung.

Ein Beitrag zur Walzenstuhlarbeit. Von Gründer und Schönwälder. Metall u. Erz. 34 (1937) S. 418/21. Änderungen der Korngröße und Kornzusammensetzung bei verschiedenen Spaltweiten und Aufgabengrößen. Beurteilung der Walzenstuhlarbeit in einer Aufbereitung. Vermeidung sekundärer Schlämme durch stufenweise erledigte Walzenstuhlarbeit.

Compact rescreener and ring power system underground added at Sunshine Nr. 3 mine. Coal Age 42 (1937) S. 245/49*. Vom Schacht aus strahlenförmig vorrückender Abbau. Ringartige Führung der Kraftverteilung. Sieberei. Mechanische Förderer.

New preparation plant tops off modernization program at reopened Rachel mine. Coal Age 42 (1937) S. 148/51*. Technische Einrichtungen im Grubenbetrieb. Lösung der Wasserhaltungsfragen. Sieberei und Kohlenaufbereitung.

All coal washed after being crushed to 6in at Little John stripping. Coal Age 42 (1937) S. 199/205*. Lesebänder, Brecheranlage, Sieberei und Kohlenwäsche. Einzelheiten der Naßaufbereitung.

Cameron breaker cleans coal before breaking to domestic sizes. Von Jones. Coal Age 42 (1937) S. 145/48*. Stammbaum der Aufbereitung und Brecheranlage. Einzelheiten.

Glen Lyon breaker establishes precedents in cleaning and lighting. Von Weineck. Coal Age 42 (1937) S. 205/08*. Beschreibung eines neuzeitlichen

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

Kohlenbrechers für eine Leistung von 2800 t in 7 stündiger Schicht. Gesamtaufbau und Besonderheiten der Brecheranlage.

Zur Mehrgewichtsotung. Von Schneider. Mitt. Markscheidewes. 48 (1937) S. 43/84*. Möglichkeiten und Entwicklung. Das Zeißsche Lotgerät nach Wilski-Hornoch. Versuchsergebnisse. Fehler der Richtungsübertragung. Folgerungen für Mehrgewichtsotungen. Berechnung des mittlern Fehlers. Vergleich der zentrischen und der exzentrischen Lotung. Schrifttum.

Entwicklungsmöglichkeiten des Grubenbildes. Von Nehm. Mitt. Markscheidewes. 48 (1937) S. 28/42*. Lage nach Einführung der Normen für das Markscheidewesen. Zeichengrundstoffe. Technik des Gebrauchs. Maßhaltigkeit, Lagerbeständigkeit und Preise. Richtlinien für die Neuanfertigung von Grubenbildern.

Zur Frage der Senkungsvorausberechnung beim Abbau von Steinkohlenflözen in geneigter Lagerung. Von Schleier. Mitt. Markscheidewes. 48 (1937) S. 16/27*. Aufstellung einer für jede beliebige Flözneigung gültigen Formel zur Vorausberechnung von Senkungen. Konstruktion eines Senkungsdiagrammes bei einem Flözeinfallen von 50°. Praktische Anwendung. Schrifttum.

Genauigkeitsbestimmungen des Lattenmeters. Von Niemczyk und Emschermann. Mitt. Markscheidewes. 48 (1937) S. 1/15*. Größe der Unsicherheit, die der Bestimmung des Lattenmeters anhaftet. Untersuchungsergebnisse. Zusammenstellung von Lattenvergleichen. Schrifttum.

Dampfkessel- und Maschinenwesen.

Die Abhängigkeit des Widerstandes einer Brennstoffschicht von ihrer Belastung. Von Arbatzky. Feuerungstechn. 25 (1937) S. 233/35*. Der Widerstand einer ungleichartigen Schüttung folgt keiner klaren Gesetzmäßigkeit, da Umlagerungen in der Schicht stattfinden. Ausnutzung dieser Erscheinung zur Verminderung des Schichtwiderstandes in Rostfeuerungen usw.

Die Steigerung der Gasgeschwindigkeiten und ihre Bestwerte in Röhrenbündeln. Von Schmidt. (Schluß.) Wärme 60 (1937) S. 527/32*. Wärmetechnische Zusammenhänge. Günstigste Gasgeschwindigkeiten bei Parallel- und Kreuzstrom. Anwendungsbeispiele.

Normung von Kranersatzteilen unter Berücksichtigung des Vierjahresplans. Von Fischer. Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 937/45*. Verminderung der Kosten von Ersatzteilen durch ihre Normung. Kennzeichnung der genormten Teile, wie Laufräder, Buchsen, Lasthaken, Seile, Seilrollen, Seiltrommeln usw.

Elektrotechnik.

Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb. Von Schulze. Elektrotechn. Z. 58 (1937) S. 921/25*. Gleichrichterschaltungen. Meßgrößen und Meßverfahren. Verhalten der Zwölfphasen-Gleichrichter im Betrieb. (Schluß f.)

Hüttenwesen.

Works of Dorman, Long & Company, Ltd. V/VI. Iron Coal Trad. Rev. 135 (1937) S. 253/56*. Beschreibung der Hallen für Bleche und Baustahl. Drahtziehereien.

Beiträge zur neuern Entwicklung elektrometallurgischer und verwandter elektrochemischer Verfahren in den Vereinigten Staaten. Von Eger. Metall u. Erz 34 (1937) S. 421/32. Schilderung einiger Beispiele der neuern Entwicklung auf Grund einer Studienreise. Betrachtungen über Kupfer- und Zinkelektrolyse. Bedeutung der Frage der Alt- und Abfallmetalle. Oxydationsverfahren zum Oberflächenschutz von Aluminium.

Chemische Technologie.

Einfluß der Oxydation auf die Verkokungseigenschaften der Kohle. Von Wöhlbier. Glückauf 73 (1937) S. 804/06*. Bericht über englische Versuche zur Ermittlung des von der Kohle aufgenommenen Sauerstoffes sowie des Einflusses der Sauerstoffaufnahme auf das Verkokungsergebnis und die Eigenschaften des Kokses.

Wäschen für Kohle- und Koksgase. Von Thau. Feuerungstechn. 25 (1937) S. 236/42*. Turmwäscher mit Drehberieselung von Hinselmann. Staubwäscher von Bischoff. Intos-Wäscher von Dr. Otto. Statischer Wäscher von Wilton. Drehwäscher von Martini-Hünecke-Weindel.

Feld-Wäscher. Theisen-Wäscher. Stufen-Wäscher von Koppers. Hochdruck-Naphthalin-Waschanlage von Dr. Otto.

Beitrag zur trocknen Kokskühlung. Von Siebel. Gas u. Wasserfach 80 (1937) S. 619/25*. Praktisch möglicher Wärmegewinn. Beschreibung und Vergleich der beiden Anlagen in Hattingen und Kiel. Wassergaserzeugung in den Kühlkammern der Kieler Anlage. Koksbeschaffenheit bei der trocknen Kokskühlung. Betriebserfahrungen. Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

Cutting and welding in the coke oven industry. Gas Wld. Coking Sect. 25 (1937) H. 2770 Suppl. S. 10/12*. Beispiele von Schneid- und Schweißarbeiten bei der Unterhaltung und Instandsetzung einer englischen Kokskohlenanlage.

Die Großtechnik der Benzin- und Ölsynthese aus Wassergas. Von Martin. Petroleum 33 (1937) H. 33, S. 1/6*. Entwicklung des Syntheseverfahrens von Fischer und Tropsch. Darstellung der neuerrichteten Großanlagen.

Einfluß der Viskosität des Kraftstoffes auf das Förder- und Einspritzsystem bei Dieselmotoren. Von Heinrich. Öl u. Kohle 13 (1937) S. 802/08*. Betrachtung des Einflusses der Viskosität auf Förderpumpe, Filter, Einspritzpumpe und Düse.

Synthetische Versuche in der Richtung der Naphtensäuren. Von v. Braun. Öl u. Kohle 13 (1937) S. 799/802*. Darlegung der neuern Erkenntnisse über die sauren Bestandteile des Erdöls. Aufbau der Naphtensäuren.

Experimentelle Bestimmung und Berechnung der Verbrennungstemperatur und ihre Anwendung auf das Stadtgas. Von Ribaud. Schweiz. Ver. Gas- u. Wasserfachm. Monatsbull. 17 (1937) S. 185/93*. Begriff der Verbrennungstemperatur. Verfahren zur unmittelbaren Messung. Optische Messung der Flammentemperaturen. Berechnung der Verbrennungstemperatur.

Chemie und Physik.

Registrierende Wasserbestimmung von Brikettierkohle. Von Velten. Braunkohle 36 (1937) S. 565/69*. Grundlagen des Meßvorganges. Beschreibung des Geräts. Ergebnisse.

The sampling of industrial dusts by means of the »labyrinth«. Von Briscoe und andern. Colliery Guard. 155 (1937) S. 283/88*. Das Salicylsäurefilter und die Grenzen seiner Verwendbarkeit. Das ursprüngliche und das zylindrische Labyrinth. Praktische Anwendung beim Entnehmen von Staubproben. Einfluß der Luftgeschwindigkeit auf den Wirkungsgrad des Labyrinthes.

Ausstellungs- und Unterrichtswesen.

Bergmännische Werkschule und Bergschule. Von Heyer. Braunkohle 36 (1937) S. 369/70. Drohender Mangel an Nachwuchs. Aufgaben der Werkschule und ihre Zusammenarbeit mit der Bergschule.

PERSÖNLICHES.

Versetzt worden sind:

der Erste Bergrat Weinmann vom Bergrevier Weilburg an das Bergrevier Koblenz,

der Bergrat Heinke vom Bergrevier Essen 2 an das Bergrevier Werden unter gleichzeitiger Beauftragung mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Ersten Bergrats daselbst,

der Bergrat Isert vom Bergrevier Düren in Aachen an das Bergrevier Weilburg unter gleichzeitiger Beauftragung mit der Wahrnehmung der Geschäfte des Ersten Bergrats daselbst.

Überwiesen worden sind:

der bisher beim Oberpräsidium Hannover beschäftigte Bergassessor Keller dem Bergrevier Düren in Aachen,

der bisher im Reichs- und Preußischen Wirtschaftsministerium kommissarisch beschäftigte Bergassessor Grimm dem Bergrevier Hannover.

Der dem Bergassessor Rahlenbeck erteilte Urlaub ist vom 1. August an auf seine Tätigkeit bei den Rohstoffbetrieben der Vereinigten Stahlwerke G. m. b. H., Bergverwaltung Siegerland in Siegen, ausgedehnt worden.