

# GLÜCKAUF

## Berg- und Hüttenmännische Zeitschrift

77. Jahrgang

9. August 1941

Heft 32

### Die deutschen Kunststoffe und ihre Anwendung in der Technik.

Von Dozent Dr.-Ing. habil. Herbert Knaust, Breslau.

Dieser Abhandlung liegt nicht das Ziel zugrunde, Neues über die Kunststoffe zu bringen. Sie will nur dem Ingenieur in gedrängter Form einen Gesamtüberblick über die bisherige Entwicklung und den heutigen Stand der Kunstharz- und Kunststoffherzeugung vermitteln und die vielseitige Anwendungsmöglichkeit aufzeigen. Bei der ständig zunehmenden Ausweitung dieses Sondergebietes und der großen Anzahl vielseitigster Erzeugnisse ist es für den Nichtfachmann schwer, die Herkunft der einzelnen Kunststoffe klar auseinanderzuhalten.

Der Begriff »Kunststoff« umfaßt heute bereits eine Unzahl der verschiedensten Werkstoffe, und es kann mit Sicherheit angenommen werden, daß uns im Verlaufe der sich im besten Fluß befindlichen Weiterentwicklung noch manche überraschende Neuschöpfungen bevorstehen. Daß auch Länder ohne Devisennot und ohne Rohstoffknappheit, wie z. B. Amerika, planmäßig auf die Schaffung synthetischer hochmolekularer Verbindungen hinarbeiten, ist nur ein weiterer Beweis für die große Bedeutung dieser Erzeugnisse. In Deutschland hat die zielbewußt gesteuerte Rohstoffverteilung im Rahmen des Vierjahresplanes es mit sich gebracht, daß die Anwendungsgebiete für die Kunststoffe in der allgemeinen Maschinentechnik und im chemischen Apparatebau wie auch im Hütten- und Walzwerkswesen immer vielseitiger und umfangreicher geworden sind.

Verfolgt man die Geschichte der Kunstharzstoffe bis zu ihren ersten Anfängen zurück, so muß man feststellen, daß die Entwicklung nicht leicht gewesen ist und daß der Weg zu unseren heutigen neuen Werkstoffen einen sehr sprunghaften Verlauf genommen hat. Schon im Jahre 1872 entdeckte der deutsche Chemiker von Bayer, daß sich aus Phenolen und Aldehyden unter Mitwirkung von geringen Mengen einer Säure harzähnliche Körper bilden. Er wußte allerdings mit diesen Massen noch nichts anzufangen, da sie entsprechend der damaligen Anschauung sozusagen alle nur denkbaren schlechten Eigenschaften in sich vereinigten. Sie waren nämlich nicht nur unlöslich und unschmelzbar, sondern auch spröde, porös und blasig, und schließlich war ihre Herstellung noch sehr kostspielig. Als es zu Beginn dieses Jahrhunderts den Chemikern Bäckeland und Lebach gelang, ein technisch brauchbares Kunstharz herzustellen, ahnten sie sicher ebenfalls nicht, daß damit der erste praktische Schritt in einer Entwicklung getan war, die in steter wissenschaftlicher Kleinarbeit zur Schaffung so vieler neuartiger Kunststoffe geführt hat.

In den ersten zwei bis drei Jahrzehnten nach 1900 ging die treibende Kraft zur Herstellung von Kunststoffen von der technischen Seite in erster Linie von der Elektroindustrie aus. Diese verlangte nämlich zwecks Steigerung der elektrischen Leistungen besonders feste und gut isolierende Stoffe. An derartigen Stoffen mangelte es aber seinerzeit in empfindlicher Weise, und man kann mit Recht behaupten, daß ohne die Schaffung geeigneter künstlicher Isolierstoffe die Elektrotechnik und der Elektromaschinenbau nie in so kurzer Zeit den Aufschwung erlebt hätten, den sie tatsächlich genommen haben. Die natürlich

vorkommenden Baustoffe weisen zwar hinsichtlich Isolation, Wasserbeständigkeit, Wärmebeständigkeit, chemischer Beständigkeit und mechanischer Festigkeit jeweils einzelne gute Eigenschaften auf, sie genügen aber keineswegs den allgemeinen an sie zu stellenden technischen Ansprüchen. Solche Naturprodukte sind Asbest, Bein, Glimmer, ferner die Harze, Holz, Horn und schließlich Kautschuk, Marmor, Pech sowie Schiefer. Abgesehen von Marmor und Schiefer an Schalttafeln wird man in der Elektrotechnik daher reine Naturprodukte in der Regel nicht finden. Die Verhältnisse werden aber sofort günstiger, wenn aus natürlichen Stoffen Vereinigungen bzw. Umwandlungen geschaffen werden. So führt denn auch der Weg zu den heutigen Kunststoffen über das aus dem Rohstoff Holz gewonnene Papier sowie den aus Kautschuk hergestellten vulkanisierten Gummi und den Hartgummi, der lange Zeit das Feld als Isolierstoff beherrschte. Da aber die Herstellung von Isolierkörpern aus Hartgummi langwierig und teuer war, schuf man weiter die ersten plastischen Massen, indem man Naturharze bzw. Asphalte und Peche mit Fasern und Mineralmehlen mischte. Diese Massen waren wohl billiger als Hartgummi, hatten aber eine geringere Festigkeit und wiesen eine sehr geringe Wärmebeständigkeit auf. Von diesem Entwicklungsabschnitt, der ungefähr bis zum Jahre 1920 andauerte, rührt noch die heutzutage allerdings immer mehr verschwindende Ansicht her, daß unter Kunststoffen etwas Minderwertiges zu verstehen sei. Es ist natürlich vollkommen abwegig, zwischen den »Ersatzstoffen« des Weltkrieges bzw. der damaligen Nachkriegszeit und den heutigen hochwertigen »Austauschstoffen« im Rahmen des Vierjahresplanes und der Kriegswirtschaft etwa einen Vergleich anstellen zu wollen. Nachstehend sollen nun zunächst die wesentlichen Grundlagen der Kunstharz- und Kunststoffherstellung gezeigt werden.

Die Ausgangsprodukte für die Herstellung der Phenoplaste sind die Phenole bzw. Kresole und Formaldehyd (Abb. 1). Die Phenole für die Kunstharze sind wichtige Bestandteile des bei der Steinkohlendestillation entstehenden Teeres sowie der Gasabwässer. Formaldehyd wird industriell aus den Abgasen der Kohlehydrierung über Methanol durch katalytische Dehydrierung gewonnen. Dabei werden Methanoldämpfe vermischt mit Luft über ein als Katalysator wirkendes vorgeheiztes Netz aus Silberdrähten geleitet. Die Reaktion ist exotherm, der Kontakt bleibt daher weiter im Glühen. Als Produkt ergibt sich eine 40%ige wässrige Lösung des Formaldehyds, welche unter dem Namen Formalin in den Handel kommt. Bei entsprechend abgestimmter Vermischung von Phenolen bzw. Kresolen und Formalin bildet sich nun unter Mitwirkung eines Katalysators, z. B. Ammoniak, die Vorstufe des Harzes in sirupartiger Beschaffenheit, und nach erfolgter Eindickung liegt dann die erste Stufe des Phenol- bzw. Kresolharzes vor. Die übliche Bezeichnung hierfür ist heute Resol. Resol ist fest, läßt sich aber schmelzen. Bei längerer Erwärmung geht es jedoch in ein anderes Stadium über, in dem es nicht mehr schmelzbar und auch nicht löslich ist. In dieser Stufe führt das Harz den Namen Resitol. Dieses Erzeugnis quillt

nur noch in Flüssigkeiten und wird in der Wärme gummiartig plastisch. Bei genügend langer und genügend hoher Erwärmung ändert auch Resitol seine Beschaffenheit und geht schließlich in Resit über, einen unschmelzbaren, unlöslichen, sehr korrosionsfesten und nicht mehr erweichbaren Stoff. Der Übergang von Resol in Resit wird mit Härtung bezeichnet.

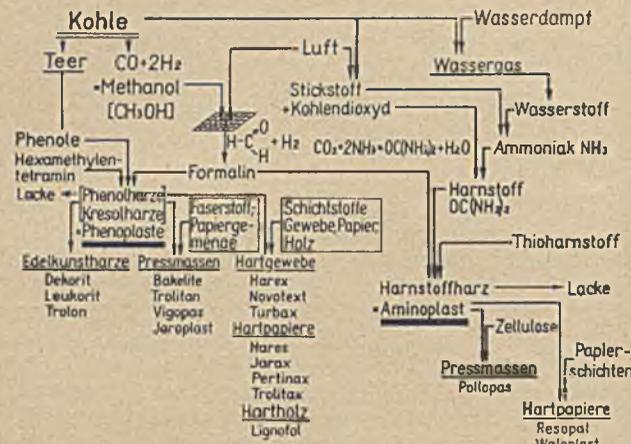


Abb. 1. Härtbare Kunststoffe (Pheno- und Aminoplaste) auf Kohlegrundlage.

Nachdem diese Forschungsergebnisse erzielt waren, schien das Verfahren zur Herstellung von Kunststoffen festzuliegen, denn man war nun in der Lage, durch Vermischen von Resol mit Füllstoffen verschiedenster Art Teile aus Kunststoff in geheizten Formen herzustellen. Es zeigte sich jedoch bald, daß das Kunstharz wegen der beim Vermischen mit den Füllstoffen notwendigen Wärmezufuhr entweder vorzeitig oder ungleichmäßig erhärtete und infolgedessen einen Teil seiner Bindekraft verlor. Ferner wirkte sich die Länge der Härtezeit in der Form im Hinblick auf die Wirtschaftlichkeit der Fabrikation ungünstig aus. Diese Nachteile wurden durch die Einführung der »Schnellpreßmassen« beseitigt, die eine entscheidende Wendung in der Kunststoffherstellung herbeiführten. Bei diesem Verfahren geht man nicht vom Resol, sondern von einer anderen Harzform, dem sogenannten Novolack, aus. Werden nämlich Phenole bzw. Kresole mit weniger Formaldehyd, als zur Resolherzeugung notwendig ist, unter Mitwirkung eines geringen Anteiles einer Säure, z. B. Chlorwasserstoff = Salzsäure, als Katalysator miteinander vermischt, dann entsteht ein Kunstharz, das auch bei weitgehender und mehrmaliger Erwärmung nicht härtbar ist. Es führt den Namen Novolack. Um Novolack zu härten, muß man ihm erst bestimmte Chemikalien zusetzen, welche das fehlende Formaldehyd im entscheidenden Augenblick abgeben und so eine schnelle Härtung in der Form, also einen Übergang von Novolack über Resol, Resitol in Resit bewirken. Als Härtmittel wird Hexamethylen-tetramin benutzt, eine Verbindung von Ammoniak und Formaldehyd  $N_4(C_6H_{12}) + 6H_2O$ , welche erst bei einer Temperatur wirksam wird, die wesentlich über dem Schmelzpunkt von Novolack liegt. Jetzt kann also Novolack ohne Gefahr einer vorzeitigen Härtung geschmolzen und mit den Füllstoffen und dem Härtmittel vermischt werden; denn erst bei der hohen Temperatur in der Preßform wird infolge Wirksamwerdens des Hexamethylen-tetramin der Novolack auf schnellste Weise in Resit umgewandelt. Wegen der für die Härtung erforderlichen kurzen Zeit führen diese Massen den Namen »Schnellpreßmassen«. Ihre erste Anwendung fällt etwa in das Jahr 1927. Erst durch diese Schnellpreßmassen war eine wirtschaftliche Massenanfertigung möglich. Die bisher üblichen von Hand zu öffnenden und zu schließenden Formen wurden hierbei durch halb-selbst-tätige Formen ersetzt, die, an der Presse befestigt, von ihr geöffnet und geschlossen werden (Abb. 2). Bei kleineren

Preßstücken werden diese Formen bis etwa 120teilig ausgeführt, d. h. mit einem Preßdruck gleichzeitig 120 Teile hergestellt. Die Preßformen sind besonders bei größeren Abmessungen sehr kostspielig, da als Formwerkstoff nur hochwertiger rostfreier bzw. verchromter Stahl in Betracht kommt. Eine Grundbedingung für die Herstellung einwandfreier Preßerzeugnisse ist außerdem die ständige Pflege der Preßformen durch Säuberung und Nachpolieren. Die Kosten der Formpressung werden neben den Form- und Preßstoffkosten noch durch die Preß- und Härtezeit sowie durch die Preßtemperatur und den Preßdruck beeinflusst. Diese drei Faktoren sind in gewissem Sinne voneinander abhängig und müssen miteinander in Einklang gebracht werden. Je höher beispielsweise die Temperatur getrieben wird, desto kürzer ist die Härtezeit, wobei jedoch eine obere Grenze durch die erforderliche Formungszeit und durch das Auftreten von Blasen und Rissen gegeben ist. Diese Grenze liegt erfahrungsgemäß bei etwa 180° C.



Abb. 2. 1000-t-Pressen für große Werkstücke. Herausnehmen des fertigen Preßteils.

Andererseits wird die Härtezeit um so länger, je niedriger man die Temperatur wählt. Unterhalb von 114° C findet jedoch bei den Schnellpreßmassen eine Härtung überhaupt nicht mehr statt, und auch zwischen 114° und 150° C erhält man noch keine guten Festigkeitseigenschaften. Als günstigste Temperatur haben sich etwa 165° C erwiesen. Die erforderliche Preßzeit bis zur genügenden Aushärtung läßt sich aber selbst bei dieser Temperaturgrenze von 165° nicht etwa mathematisch festlegen, sondern muß auf Grund von Erfahrungen durch den Fachmann von Fall zu Fall bestimmt und kann nur beim Pressen selbst berichtigt werden. Aus diesem Grunde ist bei der Kunstharzpresserei auch eine einwandfreie Vorkalkulation äußerst schwierig durchzuführen, zumal die Härtezeit nicht nur von der Temperatur, sondern außerdem noch von der Stärke des Preßteiles und dem Verhältnis »Oberfläche zu Volumen« abhängig ist. Bei der äußerst geringen Wärmeleitfähigkeit der Kunstharzpreßmassen, welche etwa nur 1/300 von der des Stahles beträgt, ist nämlich eine entsprechende Zeit für die vollkommene Durchhitzung erforderlich. Ebensowenig wie die Härtezeit ist der dritte Herstellungsfaktor, der Preßdruck, auf mathematische Weise erfassbar. Seine Größe wird nämlich einmal von den Eigenschaften der Massen selbst, dann aber auch durch die Preßtemperatur und durch die Form des Arbeitsstückes entscheidend beeinflusst. Die Betriebsdrücke schwanken zwischen 150 bis 600 kg/cm<sup>2</sup>, wobei im allgemeinen die größeren Preßteile höhere spezifische Drücke verlangen. Das wird ohne weiteres verständlich, wenn man bedenkt, daß beim Verarbeiten der Schnellpreßmassen die Randschichten schon

vor dem Abschluß der Verformung härter werden als die Kernteile, und zwar infolge der unmittelbaren Berührung mit den heißen Formwänden. Hier muß die ungleichmäßige Plastizität durch einen großen Preßdruck ausgeglichen werden. Die Form wird dann in kürzester Zeit von der Preßmasse ausgefüllt. Diese Kräfte können beträchtliche Größen annehmen. Abb. 3 veranschaulicht beispielsweise eine 5000-t-Presse.

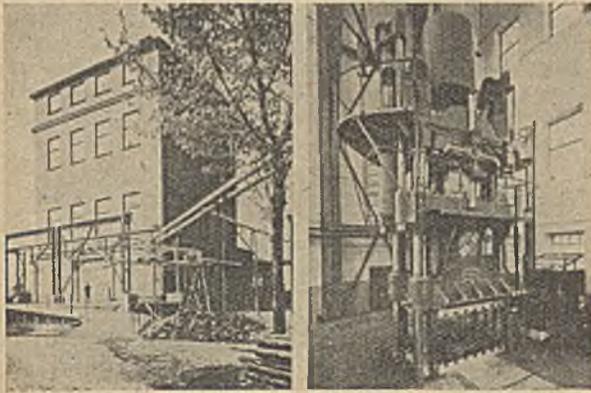


Abb. 3. 5000-t-Presse.

Die Abhängigkeit des erforderlichen Preßdruckes von der Form des Arbeitsstückes geht aus folgendem einfachen Beispiel hervor. Ein Werkstück mit geneigten Wänden etwa in der Form, wie es in Abb. 4b dargestellt ist, wird mit einem geringeren Preßdruck herzustellen sein als ein gleich großes und gleich schweres Werkstück mit senkrecht zum Boden geführten Wänden nach Abb. 4a. Im zweiten Fall muß nämlich die Preßmasse bereits vom Beginn des Preßvorganges an in die gleichbleibenden engen Schlitze gedrückt werden. Bei der schrägen Anordnung der Wände dagegen entsteht die dünne Wandung erst bei vollkommenem Schluß der Form, und die Masse ist daher hier leichter verpreßbar. Derartige Einflüsse der Formgebung auf den Preßdruck sind mannigfaltiger Art. Die preßgerechte Gestaltung von Kunstharzteilen setzt deshalb eine große praktische Erfahrung voraus. Auf Grund der gewonnenen Erkenntnisse hat sie schließlich zu einer werkstoffeigenen Formgebung geführt, die sich allerdings nicht nur auf die Verarbeitung, sondern auch auf die zulässigen Beanspruchungsarten des fertigen Werkstückes in der Konstruktion bezieht.

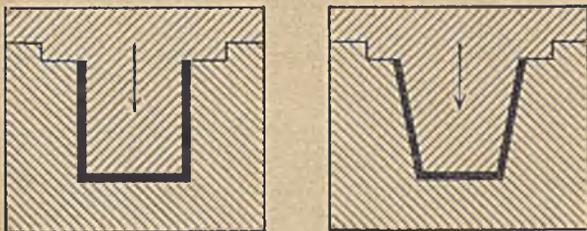


Abb. 4a und 4b. Abhängigkeit des Preßdruckes von der Form des Werkstücks.

Eine wertvolle Erweiterung erfuhr die Verarbeitung der härtbaren Kunstharze durch die Herstellung von Rohren und Profilen mit Hilfe von Strangpressen. Die Preßstoffmischung wird hierbei gemäß Abb. 5 nach jedem Rückgang des Preßstempels in die Form der Presse gefüllt, darauf zusammengepreßt und gegen den bereits hergestellten Preßling gedrückt. Der Temperaturverlauf in der Form und die abgestimmte Vorschubgeschwindigkeit führen eine gute Erhärtung des Kunststoffes beim Durchgang durch die Form herbei, wobei sich der neu hinzukommende Preßling innerhalb der Form mit dem vorhandenen verschweißt.

Trotz der unterbrochenen Herstellungsweise erhält man also durchlaufende Profile. In einer einfachen Form können bis etwa 30 cm Länge je min hergestellt werden. Neben vollen Profilen lassen sich nach diesem Verfahren nahtlose Röhre, U-, L- und andere Formprofile sowie schmale Platten von mehreren Metern Länge erzeugen.

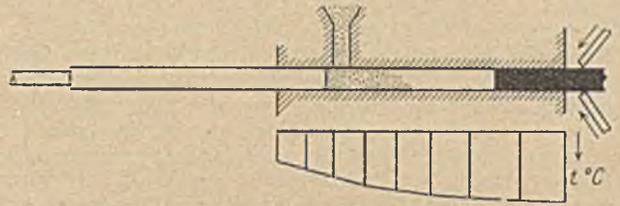


Abb. 5. Arbeitsweise einer Strangpresse.

Hand in Hand mit der Verfeinerung der Arbeitsverfahren und der werkstoffeigenen Formgebung ging entsprechend den sich steigernden Anforderungen eine ständige Verbesserung der Mischungen für die Preßmassen vor sich. Hatten die ersten Isolationsstoffe aus Teer bzw. Asphalt und Asbestfasern z. B. eine Biegefestigkeit von nur  $150 \text{ kg/cm}^2$ , so weisen die Kunststoffe mit Gewebefasern heute eine solche bis zu  $1200 \text{ kg/cm}^2$  auf. Die »geschichteten« Kunststoffe gehen in der Biegefestigkeit sogar bis zu  $3000 \text{ kg/cm}^2$ . Außerdem sind die neueren Stoffe z. T. auch kerbzäh, sehr wärmebeständig und fast durchweg widerstandsfähig gegen chemische Einflüsse.

Ab 1919 setzte die Typisierung der auf dem Markte befindlichen Kunststoffe ein. Sie wurde von der »Technischen Vereinigung der Fabrikanten gummifreier Isolierstoffe« durchgeführt, die unter ständiger Überwachung des staatlichen Materialprüfamt in Berlin-Dahlem steht. Die verschiedenen Kunststoffe wurden nunmehr in Typenlisten erfaßt, nach denen sie bestimmte Mindestwerte der Biegefestigkeit, Schlagbiegefestigkeit, ferner der Kerbzähigkeit, Wärmebeständigkeit, Glutfestigkeit und der elektrischen Eignung aufweisen müssen. Es wurden damit zum ersten Male bestimmte gewährleisteteste Mindestwerte für die Kunststoffe herausgestellt, mit denen der Verbraucher bzw. der Konstrukteur ohne Gefahr rechnen konnte. Die Typisierung führte schließlich zu der beabsichtigten Ausweitung der Anwendungsgebiete. Die sogenannten Schichtstoffe sind allerdings in diesen Listen nicht enthalten. Diese Schichtstoffe, welche aus zusammengepreßten, harzgebundenen Papier-, Gewebe- oder Holzfurnierlagen bestehen, wurden ab 1924 neben den Kunstpreßstoffen entwickelt und erlebten ihren Aufschwung ebenfalls mit der Schaffung der schnellhärtenden Harze. Ein heute mechanisch guter Kunststoff ist beispielsweise ein Schichtholz mit Namen Lignofol, das eine Biegefestigkeit von etwa  $2500\text{--}3000 \text{ kg/cm}^2$  aufweist. Es ist der gegebene Werkstoff für geräuscharme Zahnräder. Die Schichtung ist in Abb. 6 gut erkennbar.

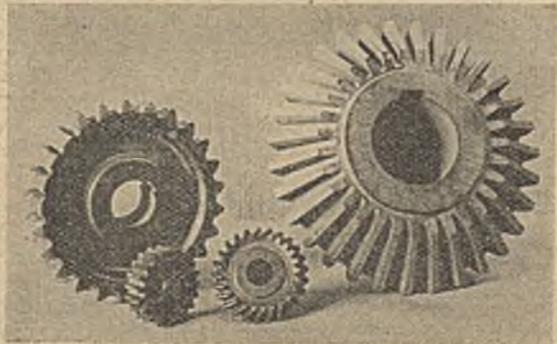


Abb. 6. Zahnräder aus Lignofol.

Infolge seiner annähernd homogenen Festigkeitseigenschaften erfordert Lignofol keine Büchsen und keine seitlichen Einfassungen, wie es bei Rohhaut der Fall ist. Es

kann genau so wie ein Gußeisenrad montiert werden. Die Bearbeitung des Lignofols erfolgt spanabhebend am besten mit Widiastahl. Für die Zahnradberechnung können die Werte für Gußeisen zugrunde gelegt werden, wie das Diagramm in Abb. 7 erkennen läßt, in welchem der Wert  $c = \frac{P}{b \cdot t} = \frac{P}{\psi \cdot t^2}$  in  $\text{kg/cm}^2$  in Abhängigkeit von der Umfangsgeschwindigkeit in  $\text{m/s}$  für Rohhaut, Novotext, Lignofol und Gußeisen aufgetragen ist. Lignofol wurde gegenüber den hierfür ebenfalls angewendeten Hartgeweben solange als besonders wertvoll bevorzugt, bis es gelungen war, bei der Herstellung der Hartgewebe die Baumwolle durch Zellwolle zu ersetzen. Heute können auch die Hartgewebe aus Zellwolle als vollwertig bezeichnet werden und haben ihre Eignung in jeder Beziehung erbracht.

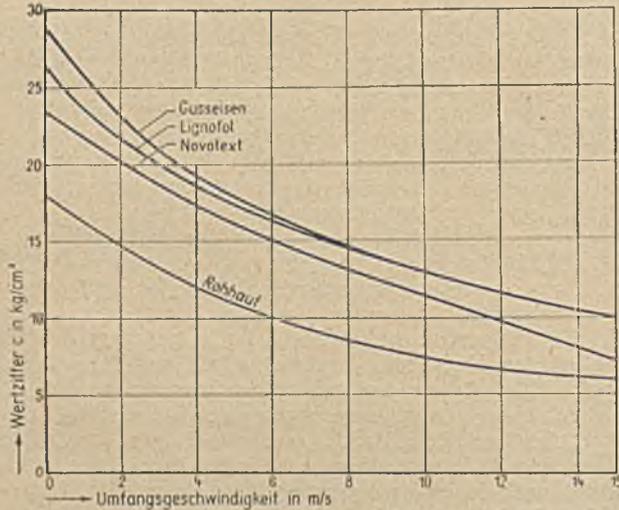
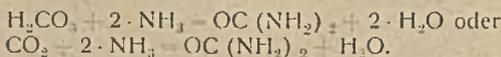


Abb. 7. Wertziffer c für Zahnräder aus verschiedenen Werkstoffen.

Neben den »Phenoplasten«, das sind also alle jene Kunststoffe, die auf der Verbindung Phenol + Formaldehyd basieren, bestehen noch sogenannte »Aminoplaste«. Ihre Entdeckung geht auf das Jahr 1909 zurück. In diesem Jahre wurde ermittelt, daß auch Harnstoff und Formaldehyd unter bestimmter Behandlung ein Kunstharz ergeben, das zudem vollkommen farblos ist. In Abb. 1 ist die Entstehung des Harnstoffes kurz angedeutet. Seine Gewinnung erfolgt auf synthetischem Wege. Im Generator reagiert Kohle mit Wasserdampf zu Kohlenoxyd und Wasserstoff.  $C + H_2O \rightarrow CO + 2H$ . Dieser Vorgang ist das sogenannte Kaltblasen. Beim Heißblasen des Generators verbrennt Kohle mit Luft zu Kohlendioxyd, wobei Stickstoff gewonnen wird.  $C + \text{Luft} \rightarrow CO_2 + N$  oder bei Gegenwart von grober Feuchtigkeit:  $C + \text{Luft} + H_2O \rightarrow H_2CO_3 + N$ . Stickstoff und Wasserstoff werden der Ammoniaksynthese zugeführt, es wird  $NH_3$  gebildet. Die technische Gewinnung des Harnstoffes geht nun darauf hinaus, daß Kohlendioxyd und Ammoniakdampf unter Druck bei etwa  $130^\circ C$  vereinigt werden:



Unter Mitwirkung von Thioharnstoff  $SO(NH_2)_2$  lassen sich ebenfalls schnellhartende und wasserfeste Kunstharze herstellen. Nach einer längeren Entwicklungszeit kamen im Jahre 1927 schließlich Kunststoffe unter dem Namen Pollopas und Resopal auf den Markt, die sich dadurch auszeichnen, daß sie sich infolge der Farblosigkeit des Harnstoffharzes in den reinsten und hellsten Farben erzeugen lassen. Da aber die Aminoplaste mehr als doppelt so teuer sind wie die Phenoplaste, werden sie in der Technik nur erst dort verwendet, wo es auf möglichst schöne und lichtbeständige Farben ankommt, also in erster Linie bei der Herstellung von Gebrauchsgegenständen (Abb. 8).

Eine besondere Verwendung finden die reinen Harnstoffharze noch zur Herstellung von Schaumkörpern für die Wärmeisolierung bis  $150^\circ C$  sowie zur Schalldämpfung. Die Schaumkörper erhält man dadurch, daß man dem Harz bei der Kondensation Schaumstoffe zusetzt. Das spezifische Gewicht des Schaumes beträgt je nach seiner Herstellung  $10\text{--}300 \text{ kg/m}^3$ , und seine Wärmeleitfähigkeit liegt bei etwa  $0,03 \text{ kcal/m}^2, ^\circ C, h$ . Kieselerde besitzt bei einem Raumgewicht von  $100 \text{ kg/m}^3$  eine Wärmeleitfähigkeit von etwa  $0,037$ . Aus diesem Vergleich läßt sich schon die Güte des Schaumkörpers erkennen. Der Schaumstoff kommt sowohl als Schwamm wie in Flocken oder zusammengepreßt in Form von Platten zur Verwendung. Erwähnt sei, daß die Knitterfreiheit der Kunstseide auf einem geringen Zusatz von Harnstoffharz beruht.



Abb. 8. Preßteile aus Pollopas.

Die phenoplastischen und die aminoplastischen Massen sind also härtere Kunststoffe, welche bei Erwärmung nicht mehr weich werden, sondern bei Überhitzung verkohlen. Im Gegensatz zu ihnen stehen die thermoplastischen Stoffe, die bei unzulässig hoher Temperatur plastisch erweichen. Damit sind nicht nur die älteren, noch heute in besonderen Fällen verwendeten Kunststoffe gemeint, sondern auch viele der neuesten, vom Äthylen und Azetylen abgeleiteten Stoffe. Diese neuesten Kunststoffe stehen zwar heute erst am Beginn einer Entwicklung, welche die pheno- und aminoplastischen Massen bereits hinter sich haben. Es hat sich aber schon jetzt erwiesen, daß auch diese Stoffe die denkbar vielseitigsten Verwendungsmöglichkeiten bieten.

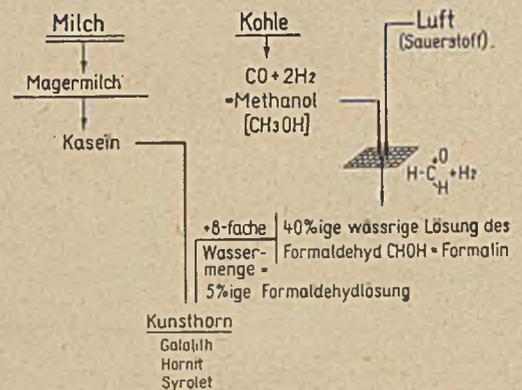


Abb. 9. Kunststoffe auf Milchgrundlage (Kasein).

Über das Herkommen der wichtigsten Kunststoffe, die außer den Pheno- und Aminoplasten zur Zeit noch bestehen, geben die schematischen Darstellungen Aufschluß. Abb. 9 handelt von der Erzeugung des Kunsthornes. Seine Herstellung geht von der Magermilch aus. Die Milch wird hierbei zunächst auf  $35^\circ$  erwärmt und dann Lab zugesetzt, ein Ferment aus dem Kälbermagen, welches die Gerinnung der Milch herbeiführt. Nach einer gewissen Zeit fällt das Kasein aus, das dann von der Molke getrennt, getrocknet und gebrochen wird. In dieser Form gelangt es zu den Kunsthornfabriken, um dort fein

gemahlen zu werden. Für die Verarbeitung wird das Kaseinpulver in Wasser aufgequollen und mit besonderen Zusätzen, wie Härtebeschleuniger, Weichmacher und Farbstoff, vermischt. Anschließend findet dann eine gute Durchknetung sowie die Verarbeitung in Formen statt. Das Ende des Fabrikationsganges bilden die Härtung in einer etwa 5%igen wässrigen Formaldehydlösung und die Trocknung des zunächst noch 20–40% Wasser enthaltenden Kunsthornes auf 10–12%. Kunsthorn ist für technische Zwecke jedoch wenig brauchbar, weil der Werkstoff leicht Wasser aufnimmt und quillt, also stark arbeitet.

Abb. 10 zeigt im Schema den Entwicklungsgang der verschiedensten Kunststoffe auf Holzgrundlage. Bekanntlich ist im Holz Zellulose als Gerüstsubstanz in größtem Ausmaße enthalten. Um Zellstoff industriell zu gewinnen, müssen zunächst die hauptsächlichsten Fremdstoffe, wie Lignin, Holzgummi und Harze, vom Zellstoff getrennt werden. Die Aufschließung der Zellulose geschieht heute hauptsächlich durch Kalziumbisulfat  $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ . Holz wird dabei in zersäuerter Form mit einer Lösung von Kalziumbisulfat längere Zeit durch überhitzten Dampf bei einem Druck von mehreren Atmosphären erhitzt. Der sich im Verlauf dieses Vorganges absetzende Zellstoffbrei wird gründlich gewaschen, darauf mit Chlorkalk gebleicht und schließlich zur Trocknung auf Drahtgewebe aufgetragen. Aus Zellstoff als Ausgangsprodukt können nun die verschiedensten Kunststoffe hergestellt werden, wie z. B. Vulkanfaser. Geschichtete Bahnen aus ungeleimtem Papier werden hierbei unter Druck durch eine warme Zinkchloridlösung bzw. Schwefelsäure gezogen. Nach erfolgter Quellung und Bindung des Stoffes muß das überschüssige Zinkchlorid bzw. die Schwefelsäure gut ausgewaschen werden. Dieser Waschprozeß und die sich anschließende Trocknung erfordern je nach Stärke der Platten mehrere Wochen bis zu mehreren Monaten. Die Verwendungsmöglichkeit von Vulkanfaser ist sehr vielseitig. Allgemein bekannt ist z. B. die Herstellung von Koffern aus Vulkanfaser. Abb. 11 zeigt Behälter für die Textilindustrie.

Über die Entstehung der weiteren Kunststoffe sei noch folgendes kurz angegeben. Der Weg zu Zelluloid führt über Zellulosenitrat, das mit Alkohol und Kampfer verarbeitet wird. Auch der Werkstoff Trolit entsteht aus Zellulosenitrat, welches mit Gips und anderen Mineralien zusammen mit Lösungsmitteln verknetet wird. Weiter ist noch Cellon zu erwähnen, das aus einer Vereinigung von Zelluloseazetat mit Benzol, Alkohol und Kampfer entsteht. Die Triazetatfolien schließlich, die als isolierende Kabelummantelung Verwendung finden, werden aus Zellulose-Triazetat hergestellt.

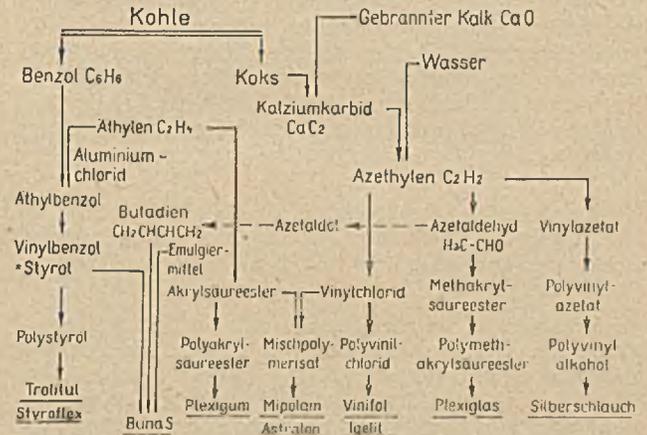


Abb. 12. Thermoplastische Kunststoffe auf Kohlegrundlage.

Die neuesten und bekanntesten Kunststoffe thermoplastischer Art sind in Abb. 12 schematisch aufgeführt. Vorausgeschickt sei, daß die Prozesse, welche sich bei der Entstehung dieser Kunststoffe abspielen, mit zu den schwierigsten und auch teilweise zu den noch nicht völlig geklärten chemischen Vorgängen gehören. Im Rahmen dieser allgemeinen Übersicht sollen daher die einzelnen Entwicklungsgänge nur angedeutet werden. Die Erzeugung aller dieser Kunststoffe wird von dem einen Vorgang beherrscht, den man mit Polymerisation bezeichnet. Darunter ist, einfach ausgedrückt, die Zusammenlagerung monomerer Moleküle zu Makromolekülen zu verstehen. Während die niedermolekularen Moleküle nur aus wenigen hundert Atomen aufgebaut sind, bestehen die hochmolekularen organischen Moleküle aus vielen Tausenden bis zu Millionen von Atomen. Zum Vergleich sei bemerkt, daß durch Polymerisation Molekulargewichte bis zu 800000 hergestellt worden sind, während man durch Polykondensation, die z. B. der Bildung der Pheno- und Aminoplaste bei der Härtung zugrunde liegt, bis jetzt Molekulargewichte bis etwa 30000 zustande gebracht hat. Von der Größe der Moleküle und ihrem Aufbau hängen unter anderem die Löslichkeit, die Wärmebeständigkeit, die Zähigkeit, die Elastizität, die Härte und die Zerreißfestigkeit der Verbindung ab.

Der eine Weg zu diesen thermoplastischen Kunststoffen führt von den Ausgangsprodukten Kohle und gebrannter Kalk über Azetylen. (Abb. 12.) Durch Anlagerung von Salzsäure an Azetylen mit Hilfe eines Katalysators entsteht Vinylchlorid, welches durch Polymerisation in Polyvinylchlorid, ein weißes Pulver, übergeführt wird. Die daraus hergestellten Produkte, wie Igelit und Vinifol, dienen als Isolierstoffe. Unter Mitwirkung von Blausäure erhält man aus Azetylen über Azetaldehyd Methakrylsäureester und schließlich Polymethakrylsäureester, aus dem unter anderem Plexiglas hergestellt wird. Die vielseitige Anwendung dieses Kunststoffes ist heute allgemein bekannt.

Durch Anlagerung von Essigsäure an Azetylen und später Alkohol ergibt sich ferner Polyvinylalkohol als feines Pulver, das zur Herstellung des benzinfesten »Silberschlauches« dient. In Abb. 12 sind außerdem noch einige

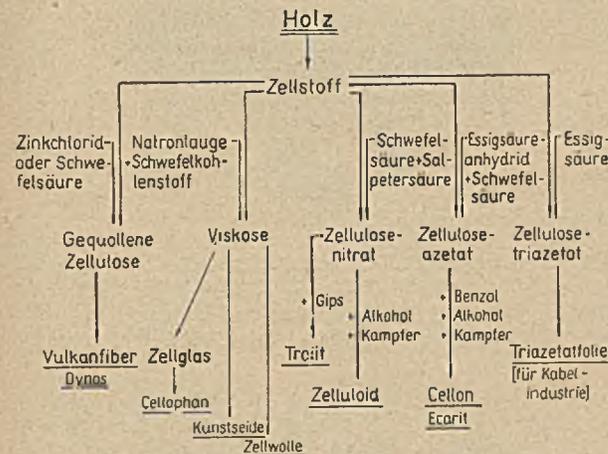


Abb. 10. Kunststoffe auf Holzgrundlage (Zellstoff).

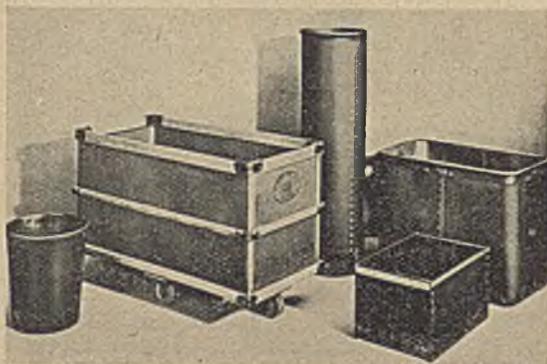


Abb. 11. Behälter aus Vulkanfaser für die Textilindustrie.

Athylenpolymerisate angegeben. Wie ersichtlich, entsteht aus der Anlagerung von Athylen an Benzol über Aluminiumchlorid als Katalysator Athylbenzol. Durch Dehydrierung bildet man hieraus das Vinylbenzol Styrol, das zu Polystyrol polymerisiert. Aus Polystyrol werden u. a. das durchsichtige Trolitol und das Styroflex gewonnen, die beide gute elektrische Eigenschaften aufweisen. Eine besondere Gruppe bilden noch die sogenannten Mischpolymerisate, hier z. B. aus Akrylsäureester und Vinylchlorid abgeleitet. Eines dieser Erzeugnisse ist das Produkt Mipolam, welches sich als bestverwendungsfähig in der chemischen Verfahrenstechnik überall dort erwiesen hat, wo nicht zu hohe Temperaturen auftreten. Besonders in seiner Eigenschaft als Ausfütterungswerkstoff gestattet es im chemischen Apparatebau in vielen Fällen zum Teil sehr teure und im Hinblick auf die Rohstoffwirtschaft knappe Werkstoffe durch andere und auch billigere zu ersetzen, welche nur den entsprechenden Festigkeitsansprüchen genügen müssen.

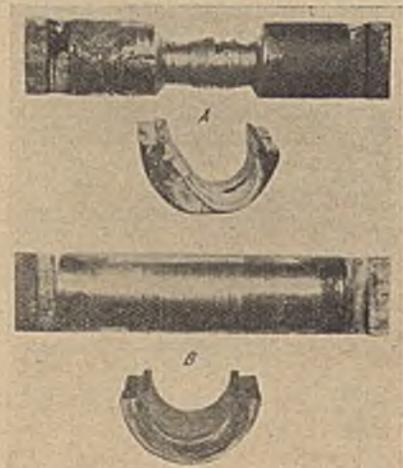
Der Vollständigkeit halber ist in Abb. 12 noch der Entwicklungsgang einer Bunasorte, Buna S, als Mischpolymerisat aus dem vom Azetylen abgeleiteten Butadien und Styrol angegeben.

Die meisten in der Maschinentechnik verwendeten Kunststoffe sind phenoplastische Preßmassen, Hartgewebe, Hartpapiere und Kunstharz-Schichthölzer. Namen wie Trolitax, Novotext, Turbax, Trolitan, Turbonit, Pertinax und Lignofol sind heute schon bekannte Begriffe. Unglückseligerweise haben sich die einzelnen die Kunstharzstoffe verarbeitenden Pressereien jeweils besondere Phantasienamen erdacht, welche schließlich zu einer heillosen Verwirrung geführt haben. So gibt es z. B. an 200 Namen für Kunstharzpreßstoffe, an 20 für Hartpapiere und etwa 15 Bezeichnungen für Hartgewebe. Es sind daher Schritte eingeleitet worden, die zu einer einheitlichen Bezeichnung gleichartiger Stoffe führen sollen.

Die Anwendung der Kunststoffe in der Praxis läßt eine außerordentliche Vielfaltigkeit in der Formgebung erkennen. Während die Preßmassen und die Hartpapiere bei der Verarbeitung in Preßformen bzw. auf Wickelmaschinen ihre endgültige Form erhalten, werden die Hartgewebe zum Teil noch einer spanabhebenden Bearbeitung unterworfen. Die geschichteten Füllstoffe bei diesen Hartgeweben lassen nur eine begrenzte Formgebung durch Pressen zu. Dort, wo auch bei Aussparungen und Einziehungen ein Durchschneiden der Gewebesichten vermieden werden soll, werden besondere Herstellungsverfahren angewendet, welche durch Einlagen und Vorformung einzelner Schichtungen die gewünschte Formgebung durch Pressung ermöglichen. Die aus Hartgewebe hergestellten Schrauben sollen nicht etwa schlechthin die Stahlschrauben ersetzen, sondern sie finden als isolierendes und korrosionsfestes Maschinenelement dort Anwendung, wo es die vorliegende Beanspruchung zuläßt. Das gleiche gilt für ähnliche Teile.

Die Güte der einzelnen Kunststoffe und ihr gutes Verhalten in besonderen Anwendungsfällen werden dazu führen, daß sie auch nach Beendigung der Rohstoffwirtschaft an vielen Stellen weiter verwendet werden, an denen dies früher für ganz unmöglich gehalten wurde. Ein kennzeichnendes Beispiel für die gute Eignung der Kunstharz-Preßstoffe ist der Ersatz der Bronzelagerschalen durch Kunstharz-Preßstofflagerschalen bei Walzwerken, der ja schon lange Zeit vor dem zweiten Vierjahresplan nach eingehenden Untersuchungen an einzelnen Stellen durchgeführt wurde. Diese Lager erweisen sich bei den vorliegenden Verhältnissen den Bronzelagern nicht nur gleichwertig, sondern hinsichtlich Lebensdauer und Wirtschaftlichkeit sogar überlegen. Die Eigenart der neuen Werkstoffe erfordert aber, wie bereits hervorgehoben, eine angepaßte Formgebung der Lagerschale sowie eine besondere Kühlvorrichtung. Während nämlich bei den Bronzeschalen die in der Lagerauflage entstehende

Reibungswärme und die in den Zapfen geleitete Wärme durch die Lagerschale nach außen abgeführt wird, ist dies bei der Lagerschale aus Kunststoff wegen der schlechten Wärmeleitfähigkeit nicht möglich. Hier muß jegliche Wärmestauung durch eine stärkere, besonders angepaßte Kühlung vermieden werden. Hinsichtlich der Formgebung der Schalen seien hier nur einige kurze Hinweise gegeben. Man darf die Lagerschalen einmal nicht zu lang ausführen, um Kantenpressungen zu vermeiden und dadurch örtliche Überhitzungen zu unterbinden. Zum andern ist durch reichliches Abrunden der Kanten jede Biegungsbeanspruchung nach Möglichkeit auszuschalten. Bei richtiger Formgebung und einer zweckmäßigen Anordnung der Wasserkühlung erfüllt das Kunstharz-Preßstofflager dann alle Bedingungen, welche beispielsweise an ein Walzenzapfenlager hinsichtlich Unempfindlichkeit gegen raue Behandlung sowie im Hinblick auf eine möglichst lange Lebensdauer gestellt werden. Die Kunststoff-Lagerschalen bestehen dabei fast durchweg aus Preßmassen mit breiten Gewebe- oder Papierschnitzeln als Füllstoffe. Sie besitzen gute Festigkeitseigenschaften und geringe Reibungswerte, die in der Regel in den Grenzen zwischen 0,01 und 0,02 liegen. Die günstige Wirkung des Kunstharzpreßstoffes auf die Herabsetzung des Verschleißes auch beim Auftreten größerer Verunreinigungen veranschaulicht besonders eindrucksvoll Abb. 13<sup>1</sup>. Einige gebräuchliche Formen der Lagerschalen zeigt schließlich Abb. 14.



A - Stahlzapfen und Gußlagerschale, B - Stahlzapfen und Kunstharz- und Gußlagerschale.

Abb. 13. Stahlzapfen und Lager einer Zementtransportschnecke nach 500 Betriebsstunden.

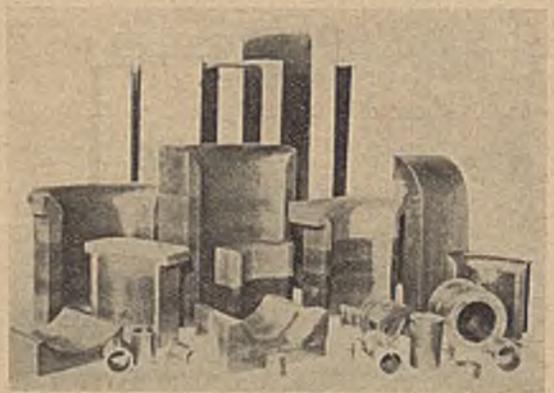


Abb. 14. Lagerschalen und Lagerbuchsen.

Nicht ganz so günstig wie bei den Walzenzapfenlagern liegen die Verhältnisse bei anderen Lagern, bei denen nicht in so reichlichem Maße oder überhaupt nicht

<sup>1</sup> Demag-Nachr. 13 (1939), Nr. 1.

mit Wasserkühlung gearbeitet werden kann. Hier muß die entstehende Wärme durch Drucköl abgeführt werden. So hat das Kunstharz-Preßstofflager z. B. im Elektromotorenbau noch keine Verbreitung gefunden. Ganz abgesehen davon, daß die hier üblichen Wälzlager die denkbar geringste Wartung verlangen, sind die Kunstharz-Preßstofflager bei den Motoren, bei denen Gleitlager in Frage kommen, auch aus einem anderen Grunde bis jetzt nicht anwendbar. Die Erreichung eines geräuschlosen Laufes erfordert nämlich die Innehaltung eines kleinstmöglichen Lagerspiels. Dieser Forderung stehen aber die Bedingungen für ein einwandfreies Verhalten der Kunstharz-Preßstofflager entgegen, welche ausreichendes Lagerpiel verlangen. Daher muß zur Zeit die Anwendung der Kunststofflager auf dem Gebiet des Elektromotorenbaues

noch zurückgestellt werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse im Präzisionsgetriebebau.

Abgesehen von den angedeuteten Fällen und noch einigen anderen Ausnahmen haben aber die Kunststoffe heute schon eine große Verbreitung gefunden. Sie bewähren sich durchweg, nachdem man es vor allem auch verstanden hat, ihren Eigenarten durch konstruktive Maßnahmen weitestgehend Rechnung zu tragen.

Die zur Zeit stattfindende Errichtung eines Vierjahresplan-Institutes der Kunststofforschung in Frankfurt (Main) läßt das Bestreben erkennen, die Anwendungsgebiete der Kunstharzstoffe zu vergrößern und die Erkenntnisse über ihr Verhalten durch eingehendere wissenschaftliche Forschung zu vertiefen.

## Diesel- und Akkumulatorlokomotiven für den Betrieb untertage.

### Zuschriften an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortlichkeit der Schriftleitung.)

(Schluß.)

Stellungnahme des Oberingenieurs K. Dariusz zu der Entgegnung von Dr.-Ing. H. Koch.

Die Antwort auf meine Entgegnung zeigt ein recht befriedigendes Ergebnis. Besonders eingangs wird unter Anführung von Stellen der Urschrift nachzuweisen versucht, wie gut man es mit der Beurteilung der Diesellokomotive gemeint habe. Man kann diese Zugeständnisse, weil sie vom Autor selbst herausgestellt wurden, wörtlich nehmen und zugunsten der Diesellokomotive verbuchen.

Was aber sollen schon diese nachträglichen Herausstellungen bedeuten, wenn man sie im Rahmen und in der »Tonart« des Ursprungstextes wertet? Sicher ist, daß sich meine Zuschrift erübrigt hätte, wenn das Für und Wider von vornherein unzweideutig und nicht so ausschließlich für die Speicherlokomotive dargestellt worden wäre. Aber es sind der Seitenhiebe und Voreingenommenheiten in der Urschrift so viele, daß das Bild von der Diesellokomotive beim Leser ein entstelltes werden mußte. Dr. Koch wollte, wie er selbst sagt, die Auffassung über die Akkumulatorlokomotive richtigstellen. An sich ist dagegen in keiner Weise etwas einzuwenden, wenn sich die Darlegungen im objektiven Rahmen halten. Die Ausführungen der Urschrift sind aber weit über das Ziel hinaus geschossen. Denn es kommt nicht nur darauf an, was man sagt, sondern auch, wie man es sagt.

Zu diesem in das psychologische Gebiet hinreichenden Moment ließen sich außerordentlich interessante Beispiele anführen, die zwar zur Sache gehören, in diesem Zusammenhang aber zu weit führen würden. Deshalb kann die Angelegenheit mit einigen »belobigenden Anerkennungen« nicht abgetan sein. Es steht nicht zur Debatte, wie die Urschrift ausgelegt oder verstanden werden sollte, sondern wie die Ausführungen, ausschließlich ihrem Texte gemäß, verstanden werden mußten. In meiner Zuschrift habe ich ausdrücklich gesagt, daß ich meine Darlegungen auf Grund einer Rundfrage zusammenstellte. Zu diesem Zweck habe ich in mühsamer Kleinarbeit eine große Anzahl Betriebe des hiesigen Bezirks besucht und die Meinungen über die Arbeit Kochs gehört. Wenn ich deshalb in meiner Entgegnung das Ergebnis der Rundfrage als Urteil dahin zusammenfaßte, »... daß mit allen Mitteln versucht wird, die Akkumulatorlokomotive auf Kosten der Diesellokomotive unter Außerachtlassung aller betrieblichen Belange günstig herauszustellen«, so war das nichts anderes als ein Spiegelbild dessen, wie die Arbeit von der Leserschaft aufgefaßt und verstanden wurde. Und das ist einzig und allein das Ausschlaggebende!

An sich wäre der Umstand zu ertragen gewesen. Gegen falsche Meinungen kann man sich immerhin akquisitorisch zur Wehr setzen. Eigentümlicherweise hat aber auch die Behörde denselben Sinn aus der Arbeit herausgelesen und hat es bei dieser Auffassung keineswegs bewenden lassen. Es ist meine feste Auffassung, daß die Arbeit Kochs die Ursache für das gegenwärtig bestehende behördliche Verbot gegen die Neueinführung von Diesellokomotiven und für die gleichzeitige Einengung bei der Vergrößerung der Lokomotiv-Stückzahlen in bereits bestehenden Diesello-

betrieben ist. Die einzelnen Erwägungen, die hierzu führten, sind dabei belanglos.

Meine bisherigen Ausführungen gaben ausschließlich das Urteil der direkt Interessierten, d. h. des Bergbaues, wieder. Es hat sich aber auch die übrige Fachpresse in kommentierenden Auszügen mit der Arbeit von Koch befaßt. Die »Rundschau Deutscher Technik« bringt in Nr. 23 vom 5. Juni 1941 eine Zusammenfassung unter der Überschrift: »Akkumulator-Lokomotiven untertage«. In der Zeitschrift »Elektrizität im Bergbau«, Heft 1 vom Februar 1941 wird in dem Aufsatz: »Stand und neuere Entwicklung der elektrischen Energiewirtschaft im Bergbau« von Dr.-Ing. H. Bohnhoff ebenso Bezug auf die Arbeit genommen wie auch in dem Artikel »Hilfsmittel für fördertechnische Spitzenleistungen« von Dr.-Ing. H. R. Müller in »Anzeiger für Maschinenwesen« Nr. 16 vom 25. Februar 1941. Bei allen diesen Kommentaren kann man die interessante Feststellung machen, daß man auch von dieser Seite aus die Arbeit als das gewertet hat, was sie ist: eine starke Propaganda zugunsten der Speicherlokomotive!

Es wäre deshalb viel besser gewesen, sich der allgemeinen Auffassung zu beugen und einzugestehen, daß der Sinn der Arbeit das Ziel nicht getroffen hat, als jetzt mit Entrüstung den Beweis führen zu wollen, daß der Diesellokomotive dennoch Recht widerfahren wäre. Wenn man nämlich die mehr als weitschweifigen Erklärungen und gesuchten Wendungen beiseite läßt, dann kann man sich des Eindrucks nicht erwehren, als ob die Gegenseite sich zu erheblichen Zugeständnissen hätte bequemen müssen.

Ich betrachte es nämlich als Zugeständnis, wenn in dem ersten Zitat der Antwort die Diesellokomotive neben der Akkumulatorlokomotive ohne nachherige Einschränkung als Hauptstrecken-Fördermittel der Zukunft gestellt wird. Wenn ohne weitere Anfeindung keiner der beiden Lokomotivarten ein merkliches wirtschaftliches Übergewicht gegenüber der anderen zugestanden wird, wenn kommentarlos als wichtigstes Ergebnis der Untersuchung anzusehen sei, daß bei Ansatz einer zehnjährigen Abschreibung die Akkumulatorlokomotive mindestens gleichwertig neben der Rohöllokomotive steht, wozu allerdings die Einschränkungen zugunsten der Diesellokomotive kommen, daß: a) die Zahl der Akkumulatorlokomotiven nicht größer gewählt wird als betrieblich erforderlich, b) die Batterie-Kapazität der Akkumulatorlokomotive zu wenigstens 50% ausgenutzt wird. Außer anderem findet sich etwa am Schluß der Antwort noch die gewichtige Folgerung: »... daß es berechtigt ist, bei Neuplanung von untertägigen Lokomotiv-Förderanlagen, falls die betrieblich und wirtschaftlich allen überlegene Fahrdrahtanlage grundsätzlich ausscheidet, sowohl Diesellokomotiven als auch Speicherlokomotiven in Betracht zu ziehen und durch einen Vergleich, der sowohl den betrieblichen wie auch den wirtschaftlichen Belangen gerecht wird, sich für die eine oder andere zu entscheiden.«

Diese in der Entgegnung reichlich spät kommende gerechte Schlußfolgerung hätte, der Ursprungsarbeit zu Grunde gelegt, die vielen Einseitigkeiten von vornherein

ausgeschlossen. In diesem Falle hätte auch der von mir erhobene Vorwurf der »Rollenvertauschung« nicht zu Recht bestanden, der aber im Hinblick auf die Urschrift in vollem Maße bestehen bleiben muß.

Der in Rede stehende persönliche Angriff wurde auch nur in bezug auf meine Akquisition gewertet. Die von mir gebrauchte Wendung sollte ausdrücken, daß ich, gestützt auf den bei weitem größten Anteil an allen in Ruhrbezirk eingesetzten Diesellokomotiven, in erster Linie das Recht für mich in Anspruch nehmen muß, unberechtigte Angriffe gegen diese Maschinenart als gegen meine Arbeit gerichtet aufzufassen und dagegen Stellung zu nehmen. Das Recht und die Erfahrung hierzu glaube ich mir durch den Einsatz und die dauernde Betriebsüberwachung von mehreren hundert Gruben-Diesellokomotiven erworben zu haben. Ich habe also nicht vom grünen Tisch aus, ohne selbst auch nur eine Maschine persönlich projiziert zu haben, die Arbeit anderer kritisiert.

Wenn mir an einer Stelle der Vorwurf gemacht wird, daß ich in meiner Zuschrift lediglich Sätze aus dem Zusammenhang gerissen hätte, um deren Sinn entstellt wiederzugeben, so möchte ich wünschen, die Gegenseite hätte sich strenger an den Wortlaut meiner Darlegungen gehalten.

Als Beispiel sei die Gegenbeweisführung herausgegriffen, die sich mit der möglichen Verringerung der Herstellungskosten beider Maschinenarten befaßt. Ich hatte in meiner Entgegnung aus akquisitorischen Gründen nur angedeutet, daß eine Verbilligung und wenn man will, eine Verbesserung der Diesellokomotive genau so möglich ist, wie man es bei der Akkumulatorlokomotive für die Zukunft in Aussicht stellte. Den absoluten Beweis zugunsten der Diesellokomotive könnte man im übrigen jederzeit erbringen. Weiter wurde die Behauptung als unrichtig festgestellt, daß die Einzylinder-Maschinen billiger seien als die Mehrzylinder-Lokomotiven. Anstatt diese Tatsache zuzugeben, wird in der Wiedergabe der »Hauptthesen« ohne den geringsten Bezug auf meine Entgegnung die irgendwo gebrauchte Wendung herausgestellt, »... daß auch unter dieser Voraussetzung der Diesellokomotive immer noch der Vorzug der geringeren Anschaffungskosten bliebe. Auf diese Wendung kommt es aber gar nicht an. Es wird doch hierdurch nur der Tatbestand von vornherein abzuschwächen versucht, daß etwa in der Mitte der Antwort im gleichen Zusammenhange »der Anlaß zu einem Mißverständnis« zugegeben werden muß. Betrachtet man nun noch das Argument, das für die Verbilligung der Akkumulatorlokomotive herangezogen wird, wonach einer »Spezialfirma« beim Bezuge von einigen 10 Elektromotoren ein Rabatt von 20% zugestanden worden sei, so scheint es sich doch wohl um eine sehr kleine Firma gehandelt zu haben, deren Einkaufstechnik keine besondere Tradition besaß, sonst hätte sich eine so hohe verfügbare Rabattschance schon eher bemerkbar machen müssen!

An mehreren Stellen der Antwort wird von vornherein und grundsätzlich darauf hingewiesen, daß in der Ursprungsarbeit nur »reine« Akkumulatorlokomotiven, ausschließlich im Hauptstreckendienst eingesetzt, untersucht und behandelt worden wären. Ich habe eine Anzahl von Betriebsleuten, von denen ich wußte, daß sie sich mit der Arbeit Kochs eingelend befaßt hatten, um ihre Meinung in diesem Sinne befragt. Man vertritt ganz allgemein die Ansicht, daß man keineswegs den Eindruck einer so starken Begrenzung des Gegenstandes gehabt habe und ist deshalb über die nachträgliche Einengung des Themas mehr als verwundert. An einer Stelle neigte man sogar zu der Annahme, daß es einem glücklichen Zufall zu verdanken sei, daß sich unter den betrachteten Betrieben keiner befunden hätte, in dem Verbundlokomotiven eingesetzt waren. Allgemein ist aber die Urschrift so verstanden worden, als ob Akkumulatorlokomotiven schlechthin zur Verhandlung standen. Die Auffassung über die Problemstellung ist jedoch an sich nicht ausschlaggebend. Bei einer erneut gehaltenen Rückfrage wurden mir allein bei zwei Besuchen so viele Fälle vorgekommener Knallgasexplosionen an reinen Akkumulatorlokomotiven und außerhalb des Laderaumes in dem von mir behaupteten Zusammenhange benannt, daß ich weitere Ermittlungen eingestellt habe. Die zahlreichen mit Nachdruck geführten Hinweise zu dieser Sache sind also mit dieser Feststellung hinfällig geworden.

Auch die vielen Worte über die geschichtliche Entwicklung der Akkumulatorlokomotiven und deren Batterien

und über die zu erwartenden sicherheitlichen Erfolge bei Neukonstruktionen gehen durchweg an den Tatsachen vorbei. Es war von mir auf die Vergangenheit der Akkumulatorlokomotive aus dem Grunde hingewiesen worden, um damit der mehrfachen Behauptung entgegenzutreten, als ob man die sicherheitstechnische Seite nur so aus dem Ärmel schütteln könne. Um zu einer gerechten Wertung des sicherheitlichen Werdeganges dieser Lokomotivart zu kommen, müßte man zweckmäßig die unmittelbar Beteiligten zur Sache vernehmen. Man würde dann wegen dieser Meinungsverschiedenheit sehr bald einiggehen. Zur Klärung des Tatbestandes ist es notwendig, darauf hinzuweisen, daß in keiner Weise beabsichtigt war, die schlagwetter sichereren Kapselungen in ihrem Werte herabzusetzen. Es wurde ausdrücklich von Knallgasexplosionen gesprochen, die sich normalerweise im Batteriebehälter und nicht im Motor- oder Schaltergehäuse abspielen.

Auch die Auslassungen über die Entwicklung der Batterien treffen nicht den Kern der Sache. Ich kenne keine Firma, zumal keine kleinere, die sich sowohl mit dem Bau von Batterien als auch von Lokomotiven befaßt. Selbst die größten Lokomotivfabriken beziehen ihre Akkumulatoren von zwei, höchstens drei großen Batteriewerken. Es können deshalb die Lokomotivfirmen auch nur mittelbar an der Weiterentwicklung der Batterien beteiligt sein. Im übrigen ist der heutige Entwicklungsstand der Akkumulatoren nicht zuletzt einer »anderen Stelle« zu verdanken, die hier aus naheliegenden Gründen nicht erwähnt werden kann.

Zur Frage der Notwendigkeit des Batteriebehälters geht die Antwort recht eigentümliche Wege. In Absatz 60 der Urschrift wurde doch dem Wunsche nach Fortfall der Batteriebehälter, »deren Wert von Fachleuten mehr als stark umstritten ist«, unzweideutig Ausdruck gegeben. In der Antwort werden zuerst in recht dunkler Form Einschränkungen gemacht, und einige Zeilen weiter wird in einer sehr knappen Wendung gesagt, daß der Batteriebehälter allein aus konstruktiven Gründen niemals in Fortfall kommen könnte. Die Wendung: »wie von Darius mehrfach ausgeführt«, ist aber so eigentümlich gefaßt, daß man meinen könnte, der Verzicht auf den Behälter wäre von mir gefordert worden. Trotzdem kann also festgestellt werden, daß es doch bei der Beibehaltung des Batteriebehälters bleibt, so wie es zu erwarten war!

Mit besonderem Interesse konnte von der Notwendigkeit Kenntnis genommen werden, »... daß eine gewisse Betriebsorganisation unerlässlich ist für die Erzielung der hohen Wirtschaftlichkeit, die bei Akkumulatorlokomotiven möglich ist«. Die nachfolgenden Auslassungen dürften im besonderen die Betriebsleute interessieren: »Nicht jeder Betrieb bot hierfür die notwendigen Voraussetzungen, und nicht jeder Betrieb ist mit den an sich bescheidenen Organisationsforderungen fertig geworden.« Zu diesem überaus harten Urteil über die Praxis möchte ich bemerken, daß man mit der Diesellokomotive im ganzen gesehen sehr gut fertig geworden ist. Beweis: Die steigenden Einsatzzahlen bis zum behördlichen Verbot.

Aber das Interesse geht in dieser Richtung insofern weiter, als die Gegenseite geneigt ist, der Diesellokomotive ein Übermaß an Wartung und Pflege vorzuwerfen. Nicht nur die Urschrift, sondern auch die Antwort bemüht sich lebhaft in dieser Richtung. Die soeben schwer angeklagten Betriebsleute bestätigen mir aber auf Befragen, daß die Diesellokomotive hinsichtlich der Wartung und Pflege Anforderungen stellt, die betrieblich gesehen durchaus in normalen Grenzen liegen und daß die von Koch zur »Schraubenzieherarbeit« bagatellierte Wartung und Pflege der Akkumulatorlokomotive damit bei weitem unterschätzt würde. Es dürfte hierzu der in der Praxis oft erwähnte Text einer Reparaturrechnung passen: »Eine Schraube erneuern 0,50 R.M., feststellen, wo Schraube fehlte 19,50 R.M., zusammen 20 R.M. Damit soll in drastischer Weise ausgedrückt werden, daß es nicht auf die Schraube oder Schraubenzieherarbeit ankommt, sondern auf die Begleitumstände. Es verfaßt deshalb auch in keiner Weise, wenn in der Antwort die Arbeit von Classen und Schensky angezogen wird, »wo die zu treffenden Maßnahmen für Wartung und Pflege der Diesellokomotive auf den S. 196 bis 201 begründet und beschrieben sind«. Wenn von einer »gerechten Würdigung« gesprochen wird, so darf wohl die Frage gestellt werden, woher die Zusammenstellung in der angeführten Arbeit stammt? Sie wurde den Bedienungs-

anleitungen der Herstellerfirmen entnommen, und das ist keineswegs belastend. Da ich selbst in früheren Jahren eine Reihe solcher Leitfäden verfaßt habe, so darf ich mir wohl erlauben, auf die Mentalität hinzuweisen, die diesen Schriften zugrunde liegt. Der Kunde, meist noch nicht mit der Handhabung der Maschine voll vertraut, muß in möglichst handgreiflicher Form auf seine Pflichten der Maschine gegenüber hingewiesen werden. So und nicht anders ist der sehr eingehende Inhalt der Zusammenstellung zu werten. Man kann sich aber nicht vorstellen, daß dem Käufer einer Akkumulatorlokomotive eine Bedienungsanleitung mit dem Hinweis ausgehändigt wird, daß er trotzdem nach eigenem Gutdünken tun oder lassen kann, was er will. Es sei deshalb der Vorschlag gemacht, eine ähnliche Zusammenstellung der Wartung und Pflege aus den Bedienungsanleitungen der Akkumulatorlokomotiven zusammenzustellen. Das Endergebnis würde in beiden Fällen das gleiche sein.

Die Fälle, wo Akkumulatorlokomotiven in den Schacht stürzten, haben sicherlich interessiert. Es ist auch vorgekommen, daß Diesellokomotiven so eigenartige Wege gingen. Es mag an der Bescheidenheit der Diesellokomotive gelegen haben, daß in einem Falle die Teufe des Stapels nur 80 m betrug. Wie mir bestätigt wurde, konnte die Lokomotive gleich nach dem Sturz wieder in Betrieb genommen werden. Sollte an diesen »Fällen« die Frage der Grubensicherheit nicht mehr interessieren als die der Bruchfestigkeit? Ganz abgesehen davon, daß Lokomotiven jeder Art für solch ruinöse Beanspruchung nicht gebaut sind, dürfte doch wohl zugunsten der Diesellokomotive angenommen werden, daß »ihr Fall« in bezug auf Schlagwettergefährlichkeit der harmlosere gewesen ist. Man braucht sich nur die Folgen der Kurzschlüsse bei einem solchen Sturz vorzustellen, um zu diesem Resultat zu kommen.

Zur Frage der Reservhaltung von Batterien sei bemerkt, daß der Vorschlag keineswegs von einer »kleinen Gesellschaft« stammt. Vielmehr handelt es sich um einen Tatbestand, wie er in der Praxis vorgefunden wurde. Die Sorge um die rechtzeitige Ladung und Entladung ist deshalb unbegründet, weil die Reservebatterien »umschichtig« Verwendung finden. Die fast aufdringliche Forderung nach fahrender Reserve, d. h. nach überdimensionierten Lokomotiven, läßt geradezu eine Abscheu gegen diese Reserveart erkennen. Die Auffassung der Praxis ist aber durchaus eine andere! So viele Fragen ich an die Praxis richtete, so viele Entscheidungen hörte ich zugunsten der kompletten Reservemaschine. Zwar läßt sich für einen neu zu errichtenden Betrieb durchaus eine sogenannte »fahrende« Reserve vorsehen, auch wohl eine Zeitlang aufrechterhalten. Mit fortschreitendem Betrieb und wachsenden Anforderungen wird sich sehr oft auch die spitzfindigste Planung als überholt herausstellen. Wo es der Betrieb und vor allem die Förderung erheischen, wird man zu jedem wirksamen Mittel, auch zur Reservemaschine, greifen müssen.

Wie schon erwähnt, soll nicht gesagt sein, daß die Reserve durch Überdimensionierung grundsätzlich zu verworfen sei. Sie ist, wenn überhaupt möglich, für jede Lokomotivart anwendbar. Es läßt sich aber aus der Möglichkeit der Anwendung keine allgemein gültige Regel ableiten. Das soll an einem Beispiel kurz gezeigt werden. Angenommen, es seien zur Bewältigung einer Förderung 6 Akkumulatorlokomotiven ermittelt worden mit einer gerade noch ausreichenden Leistung von 50 PS je Maschine. Die Gesamtleistung wäre demnach als unterster Grenzwert aufzufassen. Würde nun der Kochsche Grundsatz von der fahrenden Reserve allgemein Gültigkeit haben, so brauchte man nur eine größere Type einzusetzen und hätte damit den Idealzustand an »fahrender Reserve« erreicht. Angenommen, die Wahl sei auf eine 75-PS-Lokomotive gefallen, dann läge deren Ausnutzung mit 66,6% über der geforderten Grenze, und damit wäre auch dieser Forderung in vollem Maße Genüge getan. So einfach ist die Projektierung einer Förderung nun doch nicht! Bei der fahrenden Reserve hat man stets zu erwägen, ob auch die Fahrgeschwindigkeiten der Lokomotiven in bezug auf die Streckenlängen ausreichen und ob den Betriebsverhältnissen in allen Teilen entsprochen werden kann. Jedenfalls ergaben mehrere Rechenbeispiele für bestehende Betriebe unzulängliche Ergebnisse.

Sehr wichtig ist die Behauptung der Gegenseite, daß es gleichgültig sei, ob eine »stehende« oder »fahrende« Reserve in Rechnung gestellt werde, entscheidend sei nur, »daß die Speicherlokomotive hiermit gebührend und der Wirklichkeit entsprechend belastet sei«. Eine ausreichende Belastung wird sich aber bei Reservemaschinen nicht immer erreichen lassen. Es kann deshalb aus dem vorstehenden gefolgert werden, daß bei schlechter Belastung die Wirtschaftlichkeit immer zugunsten der Diesellokomotive steht. Es ist neben der Eigenart der Akkumulatorlokomotive nicht zuletzt der hohe Anschaffungspreis, der sich der stehenden Reserve widersetzt. Und hieraus dürfte sich auch die starke Gegnerschaft gegen die stehende Reserve von selbst erklären.

Der Leistungsbegriff erhält in der Antwort noch eine erweiterte Auslegung als in der Urschrift selbst. Die Überlegung besagt, daß der Leistungswert einer 40- bis 50pferdigen Akkumulatorlokomotive gleichzusetzen sei mit einer 60- bis 70pferdigen Diesellokomotive. Das entspricht also einer nominellen Differenz von 50 bis 40%. Läßt man diese Behauptung in ihrer letzten Auswirkung gelten, dann müßten auch die Zugkräfte an Radumfang oder abgewandelt als Hakenzugkräfte der beiden Maschinenarten im gleichen Verhältnis zueinander stehen. Es liegt mir ein umfangreiches Material über die Berechnung und Projektierung von Akkumulatorlokomotiven vor, das ich in bezug auf Leistungsangaben nochmals eingehend durchgesehen habe. In keinem einzigen Falle wird mit einer größeren Leistung als der Nennleistung und den sich hieraus ergebenden Zugkräften gerechnet. Bei gleicher Geschwindigkeit und gleicher Nennleistung sind die nach üblicher Art berechneten Lokomotiven in ihren Zugkräften angenähert gleich. Angenähert insofern, als die Diesellokomotive wegen ihres umfangreicheren Getriebes und aus anderen Gründen einen etwas schlechteren Wirkungsgrad besitzt; im allgemeinen sind dies 5 bis 10%. Trotz aller Worte, die in der Antwort zur Erklärung aufgewendet werden, möchte ich an den Akkumulatorlokomotivbau die Frage richten, weshalb man die Öffentlichkeit über die »wahren« Leistungsverhältnisse der Speichermaschine solange im unklaren gelassen hat? Es ist doch ein geschäftlicher Widersinn, Maschinen leistungsfähig um 40 bis 50% zu gering zu bewerten und zu verkaufen. Das käme doch fast einer Wohlfahrtseinrichtung gleich!

Sollten die Verhältnisse nicht doch anders liegen, indem die Konstruktion und die Kalkulation auch hinsichtlich des intermittierenden Betriebes auf eine entsprechende Auslegung der Lokomotiven Rücksicht genommen haben? Ich will es der Gegenseite keineswegs übel vermerken, wenn sie solche geschäftlichen Überlegungen nicht zu überblicken vermag. Wenn aber die Leistungsverhältnisse der Akkumulatorlokomotive in dem vertretenden Sinne liegen sollten, so dürfte doch für die Zukunft zu empfehlen sein, diese Maschinenart ihrer »wirklichen« Leistung entsprechend anzubieten und zu verkaufen. Im übrigen spielt nicht die Nennleistung allein die Rolle, sondern die ausnutzbare und meßbare Zugkraft. Um nicht dasselbe wiederholen zu müssen, bitte ich das in meiner ersten Zuschrift Gesagte nachzulesen.

Um mit Worten der Gegenseite zu reden: »Ganz unverständlich wird die Einstellung Kochs, wenn er mir vorwirft, ich hätte die Gültigkeit des Begriffes brtkm als Bezugswert der Streckenarbeit »abgeleugnet«. Es wurde vorhin schon der Wunsch ausgedrückt, die Gegenseite möchte sich strenger an dem Wortlaut meiner Darlegung halten; dann wäre man zu einer solchen Auffassung nicht gekommen. Der Begriff der »Reinförderung« ist von mir nur in der Diskussion über die Verschiedenheit der Betriebsverhältnisse an sich herangezogen worden. Die Richtigkeit des brtkm als Bezugswert wurde dadurch in keiner Weise berührt!

Wenn in der Gegenschrift die Auffassung vertreten wird, daß dem einzelnen Verbraucher von Rohöl ein Urteil über die Devisenbelastung des Reiches nicht zusteht, so gestatte man mir die weitere Folgerung, daß dasselbe sowohl für die Gegenseite als auch für mich zutrifft. Es darf wohl deshalb der Vorschlag gemacht werden, die diesbezüglichen Ausführungen der Urschrift noch nachträglich als hinfällig zu erklären. Dem Vernehmen nach würde man damit einem mehrfach geäußerten Wunsche Rechnung tragen. Dadurch bleibt aber doch die Tatsache

bestehen, daß der Rohölverbrauch der Grubendiesellokomotiven in bezug auf die Devisenbelastung kaum ins Gewicht fällt. In dankenswerter Weise wird dies auch in der Antwort zugestanden, indem von dem »geringen« von Grubenlokomotiven beanspruchten Anteil am Gesamtverbrauch« die Rede ist. Die Anerkennung dieser Tatsache genügt vollauf, mehr sollte auch durch meine Argumentation nicht bewiesen werden. Es hätten sich also die mehr als umfangreichen Ausführungen in der Urschrift glatt erübrigt. Wenn man deshalb in diesem Zusammenhange die Auswirkungen der Urschrift in Form des behördlichen Verbotes betrachtet, so dürfte damit klar geworden sein, daß das Verbot nunmehr überholt ist.

Es wird auch durch den Verbrauch der Diesellokomotiven den anderen Stellen kein Rohöl entzogen. Stationäre Maschinen, Lastwagen, Lokomotiven usw. sind bereits oder werden noch auf Sauggas umgestellt. Diese Umstellung wird nach dem Kriege wahrscheinlich noch eine Zeitlang so weitergehen. Bisherige Rohölverbraucher sind ab morgen Bezahler von festen Brennstoffen geworden. Es bleibt also nur noch der »geringe Anteil« an Rohöl für die Grubendiesellokomotiven bereitzustellen, weil hierbei eine Umstellung auf Gas trotz eifrigen Bemühens noch nicht gelungen ist.

Meine Ausführungen hinsichtlich der Vergleichbarkeit von einem zum anderen Betrieb bleiben auch trotz der Gegenargumentation in vollem Maße bestehen. Es wird durch sie nicht allein meine eigene Meinung ausgedrückt, meine Darlegungen geben auch die Auffassung einer Reihe von namhaften Betriebsleuten wieder, die ich zu dieser Frage hörte. Würde der Fragenkomplex so einfach liegen und ließe er sich durch theoretische Überlegungen klären, dann hätten die jahrelangen Bemühungen, um zu einem generell gültigen Vergleichswert zu kommen, ein greifbares Ergebnis zeitigen müssen. Mögen auch die verschiedenen Maschinenarten »ihrem Charakter« gemäß gefahren werden, es kann der einen vor der anderen keine weitere Vergünstigung eingeräumt werden, als sich in erster Linie den Betriebsverhältnissen anzupassen. Dadurch haben sie unter Beweis zu stellen, inwiefern sie den gegebenen Verhältnissen gewachsen sind oder nicht! Mögen auch bei den untersuchten Betrieben für die Diesellokomotiven insofern günstigere Verhältnisse vorliegen, als größere Strecken zur Verfügung stehen. Das ist an sich nur ein theoretisches Moment. Ausschlaggebend ist, ob sich dieses Moment aus den Betriebsverhältnissen heraus auch ausnutzen läßt. Ähnliche Erwägungen können auch für andere betriebliche Gegebenheiten, nicht zuletzt für die Reservhaltung, angestellt werden.

Wie schon an anderer Stelle erwähnt, wird mir der Vorwurf gemacht, ich hätte Sätze aus dem Zusammenhang gerissen, um sie dann einseitig beleuchtet darzustellen. Als ein besonderes Beispiel dieser Art wird von der Gegenseite meine Entgegnung hinsichtlich der Abschreibungszeit hingestellt. Nach Anführung seiner eigenen Worte sagt dann Koch, daß ihn sein eigener Ausspruch selbst stutzig gemacht habe. Ich kann nur bestätigen, daß ich über diese Stelle genau so stutzig war. Dieses Beispiel erhärtet meine Auffassung darüber, daß der Text, in vielen Fällen ähnlich gehalten, zu den mannigfachen Mißverständnissen Anlaß geben mußte, wie es mir die Praxis bestätigte. Im übrigen habe ich die Stelle der Urschrift nochmals eingehend geprüft und komme wieder zu dem Ergebnis, daß der Satz, gleichgültig in welchem Zusammenhange er steht, gar nicht anders verstanden werden kann als der Ausdruck einer übertriebenen Bevorzugung der Sache der Akkumulatorlokomotive und der dazu gehörenden elektrischen Einrichtungen.

Etwa zu Ende seiner Antwort sagt Koch: »Zum Schluß möchte ich noch sagen, daß ich mich bemüht habe, in der Gegenüberstellung der beiden Lokomotivarten auf keinen Fall die Rohöllokomotive zu übervorteilen. Ich habe z. B. darauf verzichtet, nach einem mir von Darius früher gemachten Vorschlag, eine Erneuerung der Dieselmotoren alle 3 Jahre vorzusehen, und habe ihnen die gesamte Abschreibungszeit als Lebenszeit zubemessen.«

Ist die Gegenbeweisführung Kochs bereits an anderer Stelle hinreichend gekennzeichnet worden, so stellt die angezogene Behauptung hinsichtlich meines »Vorschlages«,

eine Erneuerung der Dieselmotoren alle 3 Jahre vorzusehen, einen Sonderfall dar, der als Gegenargumentation schlechthin nicht mehr aufgefaßt werden kann. Ich halte es deshalb für meine Pflicht, den Sachverhalt der Wahrheit gemäß mitzuteilen. Ehe die Urschrift veröffentlicht worden war, nahm ich Gelegenheit, mich über das zusammengestellte Material zu unterrichten. Um auch den Belangen der Akkumulatorlokomotive vollkommen gerecht zu werden, hatte ich mir von einer Firma, die sich mit dem Bau von Speicherlokomotiven befaßt, eine Rentabilitätsrechnung ausgebeten, wie diese den normalen Preisangeboten beigefügt wird. Zu dieser vom Standpunkt der Speicherlokomotive aus geschriebenen Zusammenstellung entwickelte ich eine Parallelrechnung für eine Förderung mit Diesellokomotiven. Das war deshalb ohne weiteres möglich, weil die Leistungsgrößen beider Lokomotivgattungen fast die gleichen waren. Die Rechnung ergab für die Diesellokomotivförderung das wirtschaftlich günstigere Resultat. Mir war bekannt, daß Koch dazu neigte, das Lebensalter der Dieselmotoren nicht ausreichend zu bewerten, ein Standpunkt, den er allerdings in der Urschrift nicht mehr so kraß zum Ausdruck bringt. Um zu beweisen, daß selbst das Lebensalter eines Dieselmotors in der Bewertung der Wirtschaftlichkeit keine allzu große Rolle spielt, rechnete ich rückwärts und stellte bei einer ausreichend angenommenen Rentabilität rechnerisch einen möglichst großen Betrag zur Verfügung, aus dem selbst die übermäßigsten Forderungen an Ersatz- und Reservhaltung für die Diesellokomotiven bestritten werden konnten. Der Betrag war so hoch, daß man daraus zuerst eine Reservelokomotive mehr beschaffen konnte, als in der Rechnung für den Akkumulatorbetrieb vorgesehen war. Und für den verbleibenden Rest ergab sich dann, daß man hieraus die gesamten Dieselmotoren alle 3 Jahre hätte erneuern können. Durch diese Rechnung, die unter Zeugen besprochen wurde und deren Manuskript mir heute noch vorliegt, sollte in einer möglichst für Laien verständlichen Form dargelegt werden, daß beim Dieselbetrieb auch dann noch mit einer ausreichenden Wirtschaftlichkeit zu rechnen ist, wenn die Ersatzteilkosten einen scheinbar hohen Wert annehmen. Daß die Rechnung in diesem Sinne von Koch verstanden wurde, geht daraus hervor, daß er meine gewollten Überhebungen als zu weitgehend ablehnte.

Aus Gründen der Korrektheit soll noch darauf hingewiesen werden, daß ich mich bei der Festlegung der Anzahl benötigter Batterien geirrt habe. Ogleich es aus der betreffenden Textstelle nicht ohne weiteres hervorgeht, war der Wirkungsgrad in dem elektrischen Bezugswert doch von vornherein berücksichtigt worden.

Wenn ich meine Ausführungen beschließe, soll damit nicht gesagt sein, daß ich die unwidersprochen gebliebenen Punkte als richtig anerkenne. Der mir zugebilligte Raum zwingt mich indessen zu kürzerer Fassung. Ich habe mich bemüht, meine Stellungnahme nach den Gesichtspunkten der »rauen Praxis« auszurichten, so wie ich es vom Betriebsmann hörte und persönlich in zahlreichen Fällen selbst feststellen konnte. Rein theoretische Spekulationen mußten deshalb als »betriebsfremd« außer Ansatz gelassen werden. Mit dieser Feststellung überlasse ich Herrn Dr. Koch das letzte Wort.

#### Schlußwort des Dr.-Ing. H. Koch.

Zu meinem Bedauern muß ich feststellen, daß der Zschriftenwechsel des Herrn Darius zu meiner Arbeit immer mehr in das Gebiet der Unsachlichkeit abgleitet. Ich muß es mir deshalb versagen, dazu noch weiter Stellung zu nehmen und überlasse das endgültige Urteil der Fachwelt und der zukünftigen Entwicklung.

Zur Sache bemerke ich nur noch, daß der Bergbau allerdings ein grundlegendes Interesse daran haben dürfte, von Darius die Schachtanlagen und den Gewährmann zu erfahren, bei denen Knallgasexplosionen an der Tagesordnung sind. Bezüglich des Umfangs der in meiner Untersuchung erfaßten Hauptstrecken-Akkumulatorlokomotiven weise ich darauf hin, daß von den bis Anfang 1940 im Ruhrgebiet vorhandenen 28 Lokomotiven dieser Art, die sich auf 7 Schachtanlagen verteilten, 11 Lokomotiven auf drei Anlagen einbezogen worden sind.

# PATENTBERICHT

## Gebrauchsmuster-Eintragungen,

bekanntgemacht im Patentblatt vom 24. Juli 1941.

- 1a. 1505873. Präzisions-Drahtgewebefabrik Ingenieur Paul Eyring, Rudolstadt (Th.). Siebvorrichtung. 19.4.41.  
 1c. 1505573. Klöckner-Humboldt-Deutz AG., Köln. Schaumswimmmaschine. 26.2.37.  
 5d. 1505898. Dr.-Ing. Carl Hold, Essen-Bredeney. Vorrichtung zur Herstellung von Dichtungsdämmen, besonders zur Bekämpfung von Grubenbränden, Explosionen, Kohlensäureausbrüchen, zur Abdämmung von Luftschutzräumen u. dgl. 20.12.40.  
 10b. 1505740. Dr. Carl Thieme, Zeitz. Kohlenanzünder. 12.6.41.  
 10b. 1505875. Fritz Herrmann, Frankfurt (Main). Einrichtung zum Tranken von Feueranzündern. 20.6.41.  
 81e. 1505689. Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Beien, Herne (Westf.). Tragrollenbock für das Untertrumm von Förderbändern. 9.6.41.  
 81e. 1505690. Demag AG., Duisburg. Rollenstütze für Förderbänder. 10.6.41.

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

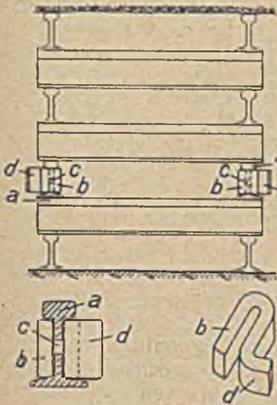
die vom 24. Juli 1941 an drei Monate lang in der Auslegehalle des Reichspatentamtes ausliegen.

- 5c, 9/01. B. 188658. Erfinder zugleich Anmelder: Adolf Baron, Beuthen (O.-S.). Verwendung von Lignit für Baukörper im Grubenausbau. 21.9.30. Protektorat Böhmen und Mähren.  
 5c, 10/10. D. 80253. Erfinder: Rudolf Schmidt, Heessen (Westf.). Anmelder: G. Düsterloh, Fabrik für Bergwerksbedarf GmbH., Sprockhövel (Westf.). Raubgeschirr zum Rauben von Reihenstempeln. 15.4.39.  
 5c, 10/10. N. 44329. Firma J. D. Neuhaus, Witten-Heven. Raubwinde für Grubenstempel. 21.11.40.  
 10a, 13. O. 23688. Erfinder: Dr.-Ing. Walter Mayer, Bochum-Dahlhausen. Anmelder: Dr. C. Otto & Comp. GmbH., Bochum. Aus einzelnen Formsteinen aufgebaute Kokssofenwand. 15.7.38.  
 35a, 1/15. O. 23591. Erfinder, zugleich Anmelder: Dr.-Ing. habil. Hans Overlach, Karlsruhe-Rüppurr. Bremslüfter mit elektromotorischem Antrieb, besonders für Hebezeuge u. dgl. 25.5.38. Österreich.  
 35a, 9/09. M. 143540. Erfinder: August Fastenrath, Bochum. Anmelder: Maschinenfabrik Mönninghoff, Bochum. Druckmittelbetätigte Schwingbühne. 3.12.38.  
 35a, 20. D. 74393. Erfinder: Paul Wilsing, Duisburg. Anmelder: Demag AG., Duisburg. Selbsttätige Steuerung. 15.1.37.  
 81e, 62. P. 80467. Erfinder: Hans Horn und Herbert Grötzsch, Dessau. Anmelder: G. Polysius AG., Dessau. Vorrichtung zum Fördern von pulverförmigem oder feinkörnigem Massengut in Förderrinnen unter Anwendung eines gasförmigen Druckmittels. 8.3.40. Protektorat Böhmen und Mähren.  
 81c, 136. H. 155905. Erfinder: Gottlieb Schreiber, Köln-Kalk, und Rudolf Geldmacher, Frechen bei Köln. Anmelder: Klöckner-Humboldt-Deutz AG., Köln. Entleerungsvorrichtung für Bunker. 21.5.38.

## 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 (10<sub>01</sub>). 707809, vom 30. 11. 38. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Heinrich Toussaint in Berlin-Grünwald und Bochumer Eisenhütte Heintzmann & Co. in Bochum. *Auslösevorrichtung für Wanderpfeiler*. Erfinder: Hans Werner in Bochum.



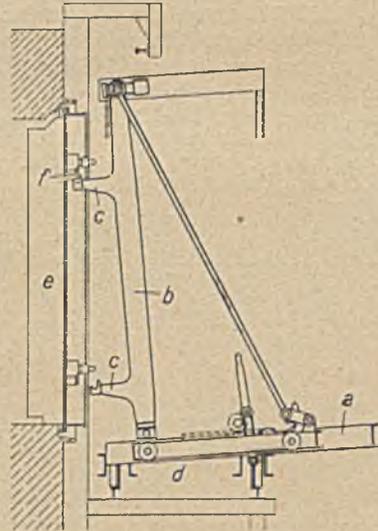
In die Wanderpfeiler sind Schienen oder schienenähnliche Profileisen *a* eingesetzt, die in der Länge geteilt sind. Zwischen den beiden Teilen, d. h. dem Kopf- und dem Fußteil der Schienen o. dgl. sind an den Stützecken der Pfeiler Abstandhalter *b* eingelegt, die die Teile an den Enden in einem Abstand voneinander halten, den Schlitz (Spalt) *c* zwischen den Teilen im übrigen aber frei lassen. Die Breite des zwischen den Teilen der Schienen vorhandenen Schlitzes *c* wird durch die Höhe der Abstandhalter bestimmt. Diese können U-förmig gebogen sein und den Steg der Schienen *a* an den Enden beiderseits umfassen. Die an dem Kopf und dem Fuß der Schienen anliegenden Flächen der Abstandhalter *b* verlaufen schräg, und an einem Schenkel der Halter sind Nocken, Nasen o. dgl. *d* vorgesehen, auf die beim Auslösen (Rauben) der Pfeiler Schläge ausgeübt werden.

- 5d (15<sub>10</sub>). 707131, vom 7. 4. 37. Erteilung bekanntgemacht am 15. 5. 41. Maschinenfabrik und Eisengießerei A. Beien in Herne. *Blasversatzmaschine*. Erfinder: Bernhard Holtzmann in Herne. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

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

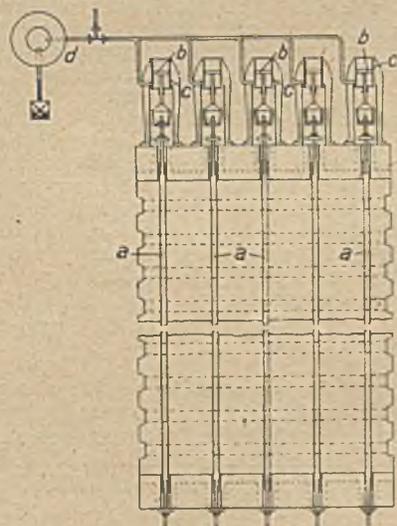
Die Maschine hat ein kegelförmiges Zellenrad und ein Gehäuse, das zusammen mit seinen als Deckel ausgebildeten Stirnflächen nach der durch die Achse des Zellenrades verlaufenden waagerechten Ebene geteilt ist. Dadurch wird erzielt, daß nach Lösen der die Teile des Gehäuses zusammenhaltenden Flanschschrauben der obere Teil des Gehäuses abgehoben, das Zellenrad mit seiner Wellenbuchse aus dem Gehäuse gehoben und die Welle aus der Buchse gezogen werden kann.

- 10a (12<sub>04</sub>). 707702, vom 15. 11. 39. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Karl Knoche in Köln-Sülz. *Vorrichtung zum Abheben und Einsetzen von Kokssofenüren*.



Die Vorrichtung besteht, wie bekannt, aus einem an der Ofenbatterie entlang verfahrbaren Gestell *a* und einem auf diesem Gestell quer zur Batterie verfahrbaren, eine Säule *b* mit Armen *c* tragenden Wagen *d*. Gemäß der Erfindung ist die Säule auf dem sie tragenden Wagen *d* in senkrechter Ebene schwenkbar gelagert. Infolgedessen kann die Säule, nachdem der Wagen mit nach vorn geneigter Säule *b* so nahe an die abzuhebende Tür *e* des Ofens herangefahren ist, daß der obere Arm *c* der Säule unter der oberen Klaue *f* der Tür liegt, in die senkrechte Lage geschwenkt werden. Dabei wird die Tür angehoben. Beim Erreichen der senkrechten Lage wird die Säule selbsttätig festgestellt.

- 10a (13). 707812, vom 8. 10. 38. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Firma Carl Still in Recklinghausen. *Nachstellbare Längsverankerung für eine Kammerofenbatterie*. Erfinder: Theo Schmeddeshagen in Recklinghausen. Der Schutz erstreckt sich auf das Protektorat Böhmen und Mähren.



Zwecks Aufrechterhaltung einer bestimmten regelbaren Spannung im Mauerwerk von Kammerofenbatterien für die Dauer des Anheizens wird die Zugspannung der bekannten in der Langsrichtung der Batterie, z. B. auf oder in der Ofendecke angeordnete, in axialer Richtung nachgiebigen Zuganker durch hydraulischen Druck auf einem gleichbleibenden oder regelbar veränderbaren Maß gehalten. Das eine Ende der Zuganker *a* kann zu dem Zweck mit dem Kolben *b* eines hydraulischen sich gegen den Kopf der Batterie stützenden Preßzylinders *c* verbunden werden, der während des ganzen Anheizens unter dem Druck der Preßflüssigkeit einer Speichervorrichtung *d* steht. Die wirksame Zugspannung der Zuganker *a* kann dabei während des Betriebes durch Änderung der Belastung des Kolbens der Speichervorrichtung *d* geändert werden.

10b (16<sub>03</sub>). 707876, vom 22. 1. 36. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Curt Lettow in Berlin. *Verfahren zur Verarbeitung von verschweltem Müll zu Briketts.*

Aus dem getrockneten Grobmüll wird das sperrige brennbare Gut ausgelesen. Dieses Gut wird zerkleinert und dem Grobmüll wieder zugesetzt. Letzterer wird darauf unter Zusatz eines Bindemittels vorbrikettiert und alsdann geschwelt sowie brikettiert.

81e (9). 707790, vom 8. 4. 38. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Siemens-Schuckertwerke AG. in Berlin-Siemensstadt. *Steuereinrichtung für mit Hilfe eines Elektromotors drehbare Vorrichtungen, z. B. Förderbandantriebsstrommeln.* Erfinder: Herbert Röhler in Berlin-Charlottenburg. Der Schutz erstreckt sich auf das Land Österreich.

Der Stromkreis des Antriebmotors wird von einem selbsttätigen Grobabschaltegerät, das vor Vollendung einer einstellbaren Umdrehungszahl zur Wirkung kommt, und von einem Endausschalter beeinflusst, der durch die von dem Motor angetriebene drehbare Vorrichtung gesteuert wird, wenn diese ihre Endstellung erreicht. Als Grobabschaltegerät kann ein Zeitschalter oder ein von dem Motor mittel- oder unmittelbar angetriebener Umdrehungszähler und als Endschalter ein Nockenschalter verwendet werden. Falls in den Stromkreis des Motors, wie bekannt, ein mit Hilfe eines Druckknopfschalters einschaltbares Motorschalterschütz mit Haltestromkreis eingeschaltet ist, kann der Zeitschalter durch das Motorschalterschütz eingeschaltet werden. Dabei wird ein Pol der Stromquelle parallel über den Endausschalter und den Kontakt des Grobschalters zu dem Motorschalterschütz geführt.

81e (62). 707791, vom 28. 1. 40. Erteilung bekanntgemacht am 29. 5. 41. Dr.-Ing. h. c. Paul Goossens in Aachen. *Einrichtung zum Entleeren eines Zellenrades zu einer Druckluftförderanlage.*

Für die Einrichtung, bei der Förderluft zum Reinigen verwendet wird, sind zwei Zellenräder vorgesehen, die mit ringwulstartigen Ausnehmungen so gegeneinanderstoßen, daß sie eine Rippe bilden. In die Ausnehmungen wird durch steil angestellte Düsen Preßluft von beiden Seiten zur Stoßrippe der Zellenräder gewirbelt. Diese Luft wird mit dem in den Ausnehmungen befindlichen Staub durch eine im Abführungsrohr des die Zellenräder umschließenden Gehäuses angeordnete, injektorartig wirkende Ringdüse aus dem Gehäuse abgesaugt.

## BÜCHERSCHAU

**Lehrbuch der Geologie.** Von Universitätsprofessor Dr. F. X. Schaffer, Direktor der Geologisch-Paläontologischen Abteilung des Naturhistorischen Museums in Wien. III. Teil: Geologische Länderkunde (Regionale Geologie). Lfg. 1—11. 1111 S. mit 532 Abb. Wien 1930 bis 1940, Franz Deuticke. Preis geh. 70 *R.M.*

Es gibt viele Lehrbücher der Geologie, aber keines hat sich an das dritte, große Kapitel, regionale Geologie, herangewagt. Eduard Sueß allein hat es bisher unternommen, den Bau der ganzen Erde zu studieren und zu schildern. Was seitdem an verschiedenen Sammelwerken in Angriff genommen worden ist, zieht sich mehr oder weniger unabsehbar dahin. Hier liegt ein Buch vor, das im Laufe von zehn Jahren von einem Verfasser gewissermaßen in einem Guß geschaffen wurde. Ein Vergleich mit E. Sueß ist nicht möglich. Sein Werk ist alt, aber nicht veraltet, wie Schaffer in seinem Vorwort sagt. Oft seiner Zeit vorausseilend, regt es immer noch in seinen Ideen zum Nachdenken an. Schaffer dagegen gibt einfache Schilderungen des geologischen Baues, immer unter eingehender Berücksichtigung der stratigraphischen und paläontologischen Grundlagen. Zweimal führt er dabei den Leser um die Erde. Seine Ausführungen beruhen zum größeren Teil auf den zahlreichen, zusammenfassenden, neueren Werken über einzelne Länder und Kontinente. Selbst viel gereist, immer in Verbindung mit Forschern aller Länder, war es ihm weniger schwer, das ungeheure Schrifttum zu sichten. Daß ein solches Werk nicht ohne Mängel und Veraltetes ist, ist nicht vermeidlich und vom Verfasser vorausgesehen worden. Durch geradezu völlige Ablehnung des Deckenbaues, auch dort, wo er handgreiflich ist, verzichten die Durchschnitte auf die Darlegung von Zusammenhängen, die anders schwer verständlich sind, und die Profilschnitte des Buches erinnern oft an die Darstellung vor fünfzig Jahren. Der Wert des Buches liegt in seinem Vorhandensein.

Professor Dr. W. Petrascheck.

**Eignung von Speisewasser-Aufbereitungsanlagen im Dampfkesselbetrieb.** Hrg. von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Kraft- und Wärmeingenieure (ADK) des Vereines Deutscher Ingenieure im NSBDT. 2., neu bearb. und erw. Aufl. 154 S. mit 161 Abb. Berlin 1940, VDI-Verlag GmbH. Preis geb. 9 *R.M.*, für VDI-Mitglieder 8,10 *R.M.*

Die im Jahre 1937 erschienene Erstausgabe<sup>1</sup> hat unter Berücksichtigung des heutigen technischen Standes eine beträchtliche Erweiterung erfahren. Der erstmalige Versuch, das gesamte Gebiet der Speisewasseraufbereitung in einer neuen Buchart, die zwischen dem Lehrbuch und dem Taschenbuch liegt, zusammenzufassen, macht das Buch besonders wertvoll. Gegenüber früher erschienenen Büchern dieses Fachgebietes unterscheidet es sich besonders dadurch, daß in kurzer Form die verwickelten Vorgänge und Gesetzmäßigkeiten der Wasserchemie vermittelt werden.

Neben z. T. bereits im Archiv für Warmwirtschaft und Dampfkesselwesen veröffentlichten Ergebnissen des Erfahrungsaustausches über Kesselwasser-Aufbereitungsanlagen enthält diese Ausgabe wertvolle Anhaltspunkte, Zusammenstellungen über Neuerungen der Kesselspeisewasserchemie und viele praktische Betriebsergebnisse. In einzelnen Abschnitten werden eingehend behandelt: Chemische Grundlagen der Speisewasseraufbereitung, Auswirkungen der Wasserheimungen auf Kessel und Turbinenbetrieb, die Aufbereitungsverfahren, Verdampfer für Zusatzspeisewasser, Dampfumformer, chemische Enthärtungsanlagen und das Entgasen von Speisewasser.

Die Kenntnisse der grundlegenden Zusammenhänge der Speisewasserchemie werden für das betriebssichere Arbeiten neuzeitlicher Dampfkraftanlagen immer wichtiger. Besonders der Betriebsingenieur sowie der Kraftwerks- und Kesselhausplaner, denen die chemische Seite etwas ferner liegt, werden das Buch gern benutzen. Es wird ein gutes Hilfsmittel sein für die Bemessung, den Bau und den Betrieb von Speisewasseraufbereitungsanlagen. Sinn und Zweck des Buches, theoretische Grundlagen und praktische Erfahrungen der Kesselspeisewasserchemie einem größeren Kreis zuzuleiten, ist gut erfüllt.

Landers.

<sup>1</sup> Glückauf 74 (1938) S. 318.

## PERSÖNLICHES

Der Professor Dr. Krug, Leiter des Instituts für Eisenhüttenkunde, Metallhüttenkunde und Lötrohrprobierkunst der Bergbau-Abteilung der Technischen Hochschule Berlin, ist mit dem Sommersemester 1941 endgültig aus seinem Lehramt ausgeschieden.

Dem Oberbergamtsdirektor i. R. Serlo in Bonn ist das Goldene Treudienstehrenzeichen verliehen worden.