TECHNISCHE MITTEILUNGEN
ORGAN DES HAUSES DER TECHNIK
VULKAN - VERLAG, Dr. W. CLASSEN, ESSEN

HEFT 14 ESSEN, 16. JULI 1938 31. JAHRGANG

POLITECHNIKA ŚLĄSKA BIBLIOTEKA GŁÓWNA w Gliwicach
P.822/38

Inhaltsverzeichnis: Direktor Dr. Erwin Schmidt: Die Zellstoffindustrie im Rahmen des Vierjahresplanes, S. 289 / Dr.-Ing. habil. Paul Werners: Die gittergesteuerten Stromrichter, S. 293 / Prof. Dr. Franz Wever: Ueber die Fehlererkennbarkeit bei den verschiedenen Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung, S. 296 / Ein Film von der „TN.", S. 302 / Reichsminister Funk fördert die Normung; Bankett im Haus der Flieger als festlicher ISA.-Ausklang, S. 303 / Hausbau mit Austauschwerkstoffen, S. 304 / Bücherecke, S. 304 / Vereinsnachrichten, S. 304

Die Zellstoffindustrie im Rahmen des Vierjahresplanes*)

Von Direktor Dr.-Ing. Erwin Schmidt, Mannheim-Waldhof

Als der Führer im September 1936 den Vierjahresplan verkündete, hat er sich an alle Industrien, alle Forschungsstätten, alle Erfinder und Mitglieder der Volksgemeinschaft gewandt. Ist es dann richtig, wenn man es unternimmt, eine bestimmte Industrie, wie z. B. die Zellstoffindustrie, besonders mit diesem Vierjahresplan in Verbindung zu bringen? Ich glaube, daß diese Frage bejaht werden kann, und zwar deshalb, weil die Holzwirtschaft und einer ihrer wichtigsten Verbraucher, die Zellstoffindustrie und die mit der Zellstoffindustrie über die Zellwolle verknüpfte Textilindustrie ein heute schon ziemlich klar zu überschauendes Beispiel darstellen für die tiefen Gedanken und wertvollen Entwicklungslinien des Vierjahresplanes. Durch den Vierjahresplan werden wir gezwungen, uns auf unsere eigenen Kräfte zu besinnen und die innerhalb unserer Reichsgrenzen gegebenen Möglichkeiten bis aufs letzte auszuschöpfen. Diese Gedanken haben gerade in der Zellstoffindustrie eine auch für den Außenstehenden so klar erkennbare Form angenommen, daß es durchaus berechtigt ist, die neuen Entwicklungslinien der Zellstoffindustrie heute schon als eines der Ausführungsbeispiele des Vierjahresplanes darzustellen.

Wollen wir die Zellstoffindustrie in ihrer heutigen Bedeutung voll verstehen, so muß kurz geschildert werden, wie und warum es zu dieser Zellstoffindustrie in Deutschland gekommen ist. Die Zellstoffindustrie ist zunächst nur als Rohstofflieferant für die Papierindustrie gegründet worden. Die Papierindustrie — oder besser die Papierherstellung — ist schon fast 2000 Jahre alt, und es ist kulturgeschichtlich außerordentlich reizvoll, ihrem Ursprung nachzugehen.

Das Papier als Beschriftungsmaterial stammt aus China. Man versteht unter Papier einen Schriftträger aus feinen verfilzten Fasern, wobei diese Fasern ihre Feinheit und Verfilzungsfähigkeit erst durch Mahlen von natürlichen Pflanzenfasern erhalten. Es bedeutete daher einen ungeheuren Fortschritt, als der chinesische Hofbeamte Tsai Lun etwa 100 Jahre n. d. Zw. fand, daß man durch Stampfen und Mahlen von Pflanzenfasern, wie Maulbeerbast, Hanf, alten Lumpen und alten Fischnetzen einen Papierbrei herstellen kann, aus dem sich mittels Bambusmatten ein Papierblatt herausschöpfen ließ.

Von den Chinesen übernahmen die Araber etwa 750 n. d. Zw. durch Kriegsgefangene die Papiermacherkunst. Nun verbreitete sich die Kenntnis dieser Kunst zusammen mit dem Vordringen des Islam nach dem westlichen Europa, so daß wir die ersten Papiermühlen in Europa etwa 1150 in Spanien und etwa 1300 in Deutschland finden.

Die alte Papiermacherhandwerkskunst hat sich mit nicht sehr wesentlichen Abänderungen etwa 1650 Jahre erhalten, bis die zunehmende Mechanisierung, insbesondere die Erfindung der maschinellen Herstellung des Papiers (Louis Robert, 1800, erste Papiermaschine!) neue Möglichkeiten schuf. Die größere Schwierigkeit lag aber in der Beschaffung der für die Papierfabrikation geeigneten Fasern, an denen seit der Erfindung der Buchdruckerkunst (um 1450) ein allmählich immer größerer Mangel entstand. Während noch 1800 der Papier- und Pappenverbrauch in Deutschland bei etwa 20 Millionen Einwohnern nur 15 000 t betrug, war er 1860 bei etwa verdoppelter Bevölkerung schon für Papier allein auf 150 000 t gestiegen und erreichte 1937 bei verdreifachter Bevölkerung den hohen Wert von 2 500 000 t. Wenn man nun diesem heutigen Papierverbrauch von 2,5 Mill. t den Gesamtbedarf an Textilfasern von nur 1,0 Mill. t gegenüberstellt, so sieht man, daß Abfallfasern der Textilindustrie nicht mehr den Faserbedarf der Papierindustrie decken können und wir uns damit prinzipiell von dem Grundgedanken des chinesischen Erfinders der Papierindustrie entfernt haben. Einen grundsätzlich neuen Weg, die Papierindustrie mit Fasern zu versorgen, brachte im Jahre 1845 der sächsische Weber Friedrich Gottlob Keller mit der Erfindung des Holzschliffes, wobei in wirtschaftlicher Beziehung bemerkenswert ist, daß bei dem Holzschliff das Holz annähernd hundertprozentig in Papiermasse übergeführt wird, während bekanntlich die Zellstoffabrikation nur 50% der Holzmasse ausnutzen kann. Die Bedeutung dieser Erfindung wird besonders klar, wenn man erwähnt, daß die heutige Weltholzschlifferzeugung mit 7,5 bis 8 Mill. t Jahreserzeugung rund 40% des Weltpapierverbrauches deckt. Die Eigenschaften des Holzschliffes kennen wir in den Eigenschaften des Zeitungspapiers; denn das Papier der Tageszeitungen besteht aus Mischungen von 80 bis 90% Holzschliff und 10 bis 20% Zellstoff. Wir wissen, daß die Zeitungen nach einiger Zeit vergilben und brüchig werden. Solche Papiere sind

*) Auszug aus dem in Essen im Haus der Technik am 5. Juli 1938 gehaltenen Vortrag

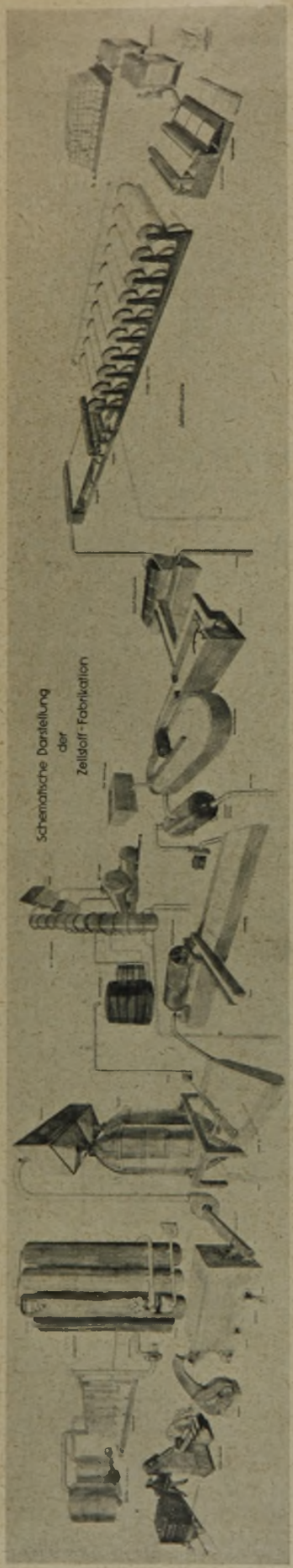


Abb. 1: Schematische Darstellung der Zellstoffabrikation

daher für wichtigere Mitteilungen, für wertvolle Bücher, Akten usw. ungeeignet.

Holzschliffpapiere oder, wie der Fachausdruck heißt, „holzhaltige Papiere", werden deshalb nur angefertigt für den Tagesbedarf, wie Zeitungen, Reklamen und Bekanntmachungen an Anschlagsäulen usw. Schon sehr bald nach der Erfindung des Holzschliffes setzte die Untersuchung ein, worauf diese geringe Haltbarkeit der Holzschliffpapiere zurückzuführen ist. Man fand, daß das Holz nur etwa zur Hälfte aus den wertvollen, eigentlichen Zellstofffasern besteht und zur anderen Hälfte aus verkittenden, inkrustierenden Bestandteilen. Diese aber sind es, die dem Holzschliffpapier die schädlichen Eigenschaften der Brüchigkeit und Vergilbung geben. Es mußte daher das Ziel sein, aus dem Holzverband die reinen Zellulosefasern durch Chemikalien herauszulösen. Dies gelingt auf zwei Wegen, entweder durch alkalische Substanzen, wie Aetznatron, wodurch man den Natronzellstoff gewinnt, oder durch Behandeln des Holzes mit sauren Flüssigkeiten, wie Lösungen von Calciumsulfit in schwefliger Säure, auf welche Weise man den Sulfitzellstoff gewinnt. Für Deutschland spielt das Sulfitzellstoffverfahren eine bei weitem überwiegende Rolle; denn es werden heute in Deutschland etwa 93% Zellstoff nach dem Sulfitverfahren gewonnen.

In dem Schemabild (Abb. 1) sieht man den Werdegang des Sulfitzellstoffes. Fichtenholz wird dabei zerkleinert und zusammen mit Bisulfitsäure, die in „Mitscherlichtürmen" aus Kalkstein und Schwefligsäuregas hergestellt wird, in Druckkochern erhitzt, bis die Inkrusten gelöst sind und die Zellulosefaser als Zellstoffbrei zurückbleibt. Die Faser wird durch Waschen und Bleichen nachgereinigt und zu Zellstoffpappen herausgearbeitet. Die Ablauge wird aus dem Kocher entfernt und den Nebenproduktenstationen, z. B. der Spritfabrik, zugeführt.

Erst die Verwendung des Holzes als Faserrohmaterial hat den ungeheuren Aufschwung der Papierfabrikation ermöglicht. Doch steht uns heute schon wieder ein neuer Fasermangel bevor. Deutschland verbraucht mehr Holz, als sein Boden — auch mit Einschluß von Österreich — erzeugt, so daß wir in den letzten Jahrzehnten schon auf eine erhebliche Einfuhr angewiesen waren. Insbesondere ist es die Bauindustrie, die den größten Holzanteil verbraucht, während die Zellstoffindustrie als Verbraucher der schwächeren Sortimente im Anfang, also in den 90er Jahren, dem Forst sogar zu Hilfe kam bei der Unterbringung dieser Sortimente.

Die nächste Darstellung (Zahlentafel 1) zeigt nun das Aufbringen des deutschen Waldes an Nutz- und Brennholz nach der letzten amtlichen Aufnahme im Jahre 1927.

Zahlentafel 1

Deutscher Wald (1927)				
Holzart	Nutzderbholz fm/Jahr	Brennderbholz fm/Jahr	Gesamt fm/Jahr	Brennholzanteil %
Eiche	1 398 641	1 155 909	2 553 550	45
Buche	1 695 921	4 625 748	6 321 388	73
Birke, Aspe, Erle, Weide	270 236	2 440 152	2 710 388	90
Gesamt-Laubholz .	3 364 798	8 221 849	11 586 647	71
Fichte, Tanne . . .	10 181 072	3 550 267	13 731 439	26
Kiefer, Lärche . .	11 390 423	5 476 696	16 867 119	32
Gesamt-Nadelholz	21 571 494	9 026 963	30 598 477	29
Ges. Wald	24 936 292	17 248 812	42 185 104	41

Man ersieht daraus, daß der deutsche Wald (ohne Österreich) 25 Mill. fm Nutzholz und 17 Mill. fm Brennholz damals erbrachte, ferner daß der Brennholzanteil bei den Laubhölzern, z. B. Buche, rund 75% beträgt, während bei Fichte der Nutzholzanteil 74% und der Brennholzanteil nur 26% beträgt.

Zahlentafel 2

Großdeutschland normales Aufkommen an Nutz- u. Brennholz in fm/Jahr			
	Altdeutschland	Österreich	Gesamt
Waldfläche . . .	12 654 000 ha	3 138 000 ha	15 792 000 ha
Nutzholz	27 000 000 fm	6 000 000 fm	33 000 000 fm
Brennholz	15 000 000 fm	3 500 000 fm	18 500 000 fm
Stock- und Reisholz	7 500 000 fm	(?) 1 400 000 fm	8 900 000 fm
Gesamt	49 500 000 fm	10 900 000 fm	60 400 000 fm
Nutzholzbedarf .	46 000 000 fm	2 500 000 fm	48 500 000 fm

Die folgende Uebersicht (Zahlentafel 2) zeigt, wie sich die Lage im Holzaufkommen durch den Beitritt Österreichs zum Reich verschoben hat. Der Nutzholzertrag (bei normaler Nutzung) stieg von 27 auf 33 Mill. fm, also um über 20%, andererseits sieht man in der letzten Zeile, daß der Nutzholzbedarf z. Z.

aber 48 bis 49 Mill. fm beträgt, so daß nach wie vor eine große Lücke zwischen Aufkommen und Bedarf besteht. Die Zahlentafel 3 zeigt die Holzverbraucher des alten Reichs ohne Österreich und wie deren Bedarf im Jahre 1936 gedeckt wurde.

Zahlentafel 3

Holzverbrauch 1936 (altes Reich)			
	aus Inland	aus Ausland	Gesamt
Baugewerbe . .	19 300 000 fm	3 700 000 fm	23 000 000 fm
Zellstoff	3 900 000 fm	4 500 000 fm	8 400 000 fm
Industrie und Gewerbe	6 100 000 fm	1 800 000 fm	7 900 000 fm
Bergbau	4 780 000 fm	20 000 fm	4 800 000 fm
Holzverkohlung	700 000 fm	—	700 000 fm
Schwellen und Masten	630 000 fm	70 000 fm	700 000 fm
Nutzholz Ges. .	35 410 000 fm	10 090 000 fm	45 500 000 fm
Brennholz Ges. .	35 450 000 fm	50 000 fm	35 500 000 fm
Gesamtverbrauch	70 860 000 fm	10 140 000 fm	81 000 000 fm

An der Spitze marschiert bei weitem das Baugewerbe mit einem Bedarf von 23 Mill. fm; der zweitgrößte Holzverbraucher ist die Zellstoffindustrie mit 8,4 Millionen fm, an vierter Stelle steht der Bergbau mit 4,8 Mill. fm. Die Tabelle zeigt ferner, daß das Inlandaufkommen an Nutzholz im Jahre 1936 infolge des angeordneten 50prozentigen Mehreinschlages = 35,4 Mill. fm betrug, gegenüber einem Normalaufkommen von nur 25 bis 27 Mill. fm. Wir sind uns klar, daß dieser Mehreinschlag ein Notbehelf ist und nur kurze Zeit durchgeführt werden kann. Daher ist alles zu tun, uns aus dieser Notlage zu befreien, sei es durch Intensivierung der Waldwirtschaft, sei es durch Senkung des Holzbedarfes, sei es durch Lenkung des Verbrauches auf weniger stark benötigte Sortimente. Alle drei Wege sind beschritten worden.

Da die Kunstfaser infolge Auflösens der Naturfaser (also der Zellstoffaser oder der früher verwendeten Baumwolle) im Gegensatz zur Papierindustrie jede Faserlänge verarbeiten kann, so muß mindestens der gesamte Zellstoffbedarf für die Kunstfasern auf Laubholz, und zwar Buche, umgestellt worden. Waldhof ist hier führend vorangegangen und hat schon 1934 große Mengen von Buchenzellstoff für Kunstseide hergestellt. Es folgte dann die I. G. nach, die in Wolfen eine eigene Zellstoffabrik 1937 in Betrieb nahm und dort nur Buchenholz verarbeitet, ebenso folgten andere Werke nach oder sind zur Zeit noch im Bau, daß ab 1939 mit großer Wahrscheinlichkeit praktisch alle nach dem Viskoseverfahren hergestellten Kunstfasern aus Buchenzellstoff erzeugt werden. Auch der Verbrauch von Laubholzzellstoff in der Papierindustrie soll noch gesteigert werden. Andererseits wird aber heute auch die Kiefer für Papierzwecke sehr viel stärker herangezogen, nachdem man Wege gefunden hat, beim Holzschliff, der früher fast nur Fichte verarbeitete, etwa zwei Drittel Kiefer zu verwenden. Außer Kiefer und Buche sollen auch größere Mengen Zellstoff aus Stroh erzeugt werden, was mengenmäßig durchaus möglich erscheint, nachdem bis 1936 erst 1% vom Roggen- und Weizenstroh für Zellstoffzwecke verarbeitet wurde. Man beabsichtigt, diese Zahl etwa zu verdreifachen, wodurch dann 1 Million fm Holz für Zellstoffzwecke eingespart würden.

Während von dem bisherigen Holzbedarf der Zellstoff- und Papierindustrie von rund 11 Mill. rm nur 4 Mill. rm normalerweise aus dem deutschen Wald gedeckt wurden, soll auch ohne erhöhten Einschlag in Zukunft die Deckung des Bedarfes etwa gemäß folgenden Zahlen gefunden werden:

1. Fichte: 4 Mill. rm wie bisher (normale Nutzung)
   1 Mill. rm aus früherem Brennholz

   Fichte Sa.: 5 Mill. rm

2. Kiefer: $\frac{3}{4}$ Mill. rm wie bisher
   $2\frac{1}{2}$ Mill. rm aus früherem Brennholz

   Kiefer Sa.: $3\frac{1}{4}$ Mill. rm

3. Buche: $2\frac{1}{2}$ Mill. rm aus früherem Brennholz

   Gesamt: ca. 11 Mill. rm (davon 6 Mill. rm aus früherem Brennholz!)

Man sieht, wie die Fichte, die 1936 noch vollkommen in der deutschen Zellstoffindustrie dominierte, in Zukunft auf unter die Hälfte der bisherigen Menge zurückgedrängt werden wird und erkennt daraus das Ausmaß der Umstellung, in der sich zur Zeit die Zellstoff-, Papier- und Kunstseide- sowie Zellwolleindustrie befindet.

Bei der großen Bedeutung, die Kunstseide und Zellwolle im Vierjahresplan haben, sei auf diese Verfahren kurz eingegangen, wobei das Prinzip der Herstellung von Kunstseide nach dem Viskose-, Kupfer- oder Azetatverfahren als bekannt vorausgesetzt werden soll. Der Unterschied zwischen Kunstseide und Zellwolle besteht darin, daß die Kunstseide in unendlich langen Fäden erzeugt wird, während die Zellwolle zu kurzen (z. B. 3 oder 5 cm langen) Stapeln abgeschnitten wird. Diese in Stapeln geschnittene Faser, früher auch „Stapelfaser" genannt, soll wie Wolle und Baumwolle, die ja auch in abgeschnittenen Stapeln vorliegen, auf Woll- und Baumwollespinnmaschinen weiterversponnen werden. Dazu ist nötig, daß man dem Kunstseidefaden seine Glätte nimmt und ihn kräuselt, damit die einzelnen Fädchen wie ein Wattefließ aneinanderhaften.

Einige wenige Zahlen mögen noch den Umfang dieser auf Zellstoff als Rohmaterial aufgebauten Textilversorgung zeigen.

Zahlentafel 4

Deutsche Textilversorgung (in Tonnen)				
Spinnbare Textilfasern	1933		1937	
	aus Einfuhr	aus Inland	aus Einfuhr	aus Inland
Wolle	88 000	5 700	64 000	7 900
Baumwolle	401 000	—	362 600	—
Reißwolle und Reißbaumwolle . . .	—	45 100	—	90 000
Flachs	27 000	5 000	28 800	33 900
Jute	110 000		108 700	
Hanf	65 000	200	120 400	4 200
Seide	2 000	—	2 900	—
Kunstseide und Zellwolle	4 000	35 000	5 400	150 000
	697 000	91 000	692 800	286 000
Gesamt	788 000		978 800	
Davon % Eigenvers.	= 11%		= 29%	

Man ersieht aus Zahlentafel 4, daß die inländische Faserversorgung sich seit 1933 von 91 000 t auf 286 000 t erhöht und damit mehr als verdreifacht hat und sich so, trotz einem inzwischen wesentlich gestiegenen Faserverbrauch, der Anteil der Inlandversorgung von 11% auf 29% verbessern konnte. Das Schwergewicht liegt dabei in der Zunahme der Zellwolleerzeugung, die von 5000 t (1933) auf 95 000 t (1937) gestiegen ist und 1938 etwa 150 000 t erreichen wird, so daß 1938 die Eigenversorgung an Textilien auf etwa 35% anwachsen wird.

Es ist bekannt, daß die Zellwollefabrikation keine Monopolangelegenheit des deutschen Vierjahresplanes ist, sondern in der ganzen Welt in stürmischem Vorwärtsdrängen begriffen ist. Am eindrucksvollsten ist vielleicht folgender Hinweis: 1937 wurden 538 000 t Kunstseide und 290 000 Zellwolle in der Welt erzeugt, also 828 000 t Kunstfasern, und diese Zahl ist genau so groß wie die Welterzeugung an Wolle! Aber der Bedarf ist damit noch keineswegs gedeckt; große Märkte, wie z. B. USA., haben dreimal soviel Zellwolle verarbeitet wie selbst erzeugt. Einen großen Auftrieb bekam die Zellwolleerzeugung — besonders in Italien, USA. und Japan —, seit man ihren Wert für tropische und subtropische Länder erkannte, denn die daraus hergestellten Stoffe sind gegenüber Naturseide billiger und bequemer im Tragen, da kühler. In Mischung mit Wolle, welche bekanntlich über doppelt so teuer als Zellwolle ist, wird neben einer großen Verbilligung der Tuche vielfach eine Veredelung derselben erreicht, indem die Muster klarer und leuchtender hervortreten. Man ist daher berechtigt, vorauszusagen, daß die wirtschaftliche Bedeutung der Zellstoffindustrie gerade in den Industrieländern, die für die Erzeugung der Textilien eine Rolle spielen, immer noch steigen wird, weil sie ja gerade den Grundstoff für diese Entwicklung liefert. Heute beträgt in Deutschland der Zellstoffverbrauch für die Textilerzeugung rund 15%, in der Welt dagegen erst etwa 7% der Gesamterzeugung; eine weitere Steigerung ist sicherlich noch zu erwarten.

Man kann die Zellstoff- und insbesondere Sulfitzellstoffindustrie aber in ihrem volkswirtschaftlichen Wert nur richtig abschätzen, wenn man auch die Frage der Nebenprodukte mit berücksichtigt.

Der Zellstoffprozeß löst rund die Hälfte der Holzmasse heraus und befindet sich diese herausgelöste Substanz in der Ablauge, das bedeutet, daß bei einer Gesamtzellstofferzeugung von 1,43 Mill. t in 1937 rund 1,5 Mill. t Holzsubstanz (einschließlich einer kleinen Menge Strohsubstanz) in Lösung gebracht sind und für diese riesige Menge gelöster organischer Substanz immer noch keine vollwertige Verwertung gefunden wurde. Es bauen sich daher auf diese Ablauge eine Zahl von Nebenproduktengewinnungen auf, deren Umfang aber, gemessen am Ganzen, noch durchaus unbefriedigend ist. Die Schwierigkeit liegt darin, daß diese organische Substanz in großer wässriger Verdünnung vorliegt und daher für viele Weiterverarbeitungszwecke erst das Wasser abgetrennt werden müßte, wodurch natürlich der an sich zunächst wertlose Ausgangsstoff stark verteuert wird. Die Verdünnung schadet aber z. B. nicht bei biologischen Verwertungsverfahren, wie der Spritfabrikation. Da sich ja die Zellulose und das Holz in der Natur über Wasser und Kohlensäure aus Zucker aufbaut, so ist es verständlich, daß wir nach der Abtrennung des Zellstoffes in der Ablauge noch Zuckersubstanzen vorfinden. Leider sind von diesen Zuckersubstanzen nur die Hexosen vergärbar und so in Alkohol überführbar, während die ebenfalls vorhandenen Pentosen der Hefegärung nicht zugänglich sind. Das ist wichtig auch für die Frage der Verwendung von Buchenholz an Stelle von Fichtenholz. In der Ablauge von Fichtenholz ist etwa die Hälfte der Zuckersubstanzen vergärbar, während in den Ablaugen der sehr pentosenreichen Buchenhölzer nur verschwindend kleine Mengen an vergärbarem Zucker vorhanden sind, deren Aufarbeitung auf Sprit sich nicht rentiert. In der bisher praktisch restlos auf Fichte aufgebauten Sulfitzellstoffindustrie wurden daher große Mengen von Sprit gewonnen, die durch den Uebergang auf Buchenholz in Zukunft stark eingeschränkt werden. Im Jahre 1937 wurden von der Sulfitzellstoffindustrie an Ablaugensprit rund 700 000 hl Reinalkohol gewonnen, entsprechend rund 115 000 t vergärbarem Zucker. Mit dieser Spritmenge, die preislich den billigsten technischen Sprit darstellt, der überhaupt erzeugt wird, konnte bisher nur ein Viertel des für Treibstoffzwecke benötigten Sprits gedeckt werden. Werden nun gemäß dem oben geschilderten Plan 2½ Mill. rm Buche an Stelle von Fichte in der Sulfitzellstoffindustrie verarbeitet, so sinkt aus Gründen, die zu erörtern hier zu weit führen würde, die deutsche Sulfitspritproduktion um 350 000 hl.

Einen anderen Weg, die Ablaugensubstanz hochwertig zu verwerten, hat schon Mitscherlich, der deutsche Erfinder der Sulfitzellstoffabrikation, vorgeschlagen, nämlich die Gewinnung der in der Ablauge vorhandenen Gerbstoffe. Es hat eines sehr langen Weges bedurft, bis dieser schon vor über 50 Jahren ausgesprochene Gedanke verwirklicht werden konnte. Gerade Waldhof hat hier in Zusammenarbeit mit der Lederindustrie eine zähe Pionierarbeit geleistet, und wir können heute mit einer gewissen Befriedigung feststellen, daß wirkliche Erfolge nun endlich erreicht sind. Deutschland benötigt etwa 65 000 t Gerbstoffsubstanz pro Jahr. Aus Sulfitablaugentrockensubstanz lassen sich rund 50% Reingerbstoff gewinnen, d. h. also bei einem Anfall von 1,1 Mill. t Sulfitablaugensubstanz ließen sich theoretisch über 500 000 t Reingerbstoff gewinnen, denen nur ein Bedarf von 65 000 t gegenübersteht. In Wirklichkeit werden aber heute erst etwa 4000 t Reingerbstoffe aus Sulfitablauge verarbeitet und nach wie vor der allergrößte Teil hauptsächlich in Form von Quebracho und Quebrachoextrakt aus dem Ausland eingeführt. Wir wollen hoffen, daß auch hier die ernsten Arbeiten des Vierjahresplanes noch weitere Fortschritte erbringen, zumal von verschiedenen Lederfabriken schon der Beweis erbracht wurde, daß man einwandfreie Leder durch Verwendung von 50 bis 65% Sulfitablaugengerbstoff erhalten kann.

Der Vollständigkeit halber sei noch erwähnt, daß man trockene Sulfitablauge, auch Zellpech genannt, z. B. auch hier im Ruhrgebiet für Gießereizwecke verwendet. Man kann den Verbrauch hierfür auf etwa 3000 t pro Jahr schätzen.

Weiterhin wurde in den letzten Jahren in enger Zusammenarbeit mit der Seifenindustrie ein Seifenzusatzextrakt entwickelt, der gestattet, unter Verbesserung der Waschwirkung und Verbilligung der Seife etwa 30% der Fettsäure bei der Seifenherstellung einzusparen. Da wir in Deutschland für Seifen etwa 200 000 t Fettsäure brauchen, so bedeutet eine dreißigprozentige Einsparungsmöglichkeit für dieses meist aus dem Ausland bezogene Rohmaterial einen großen Anreiz, zumal ja auch hier das Ablaugenrohmaterial in einer Menge zur Verfügung steht, die den Bedarf weit übersteigt. Hier ist eine Zusammenarbeit mit der Fettsäuresynthese, wie sie z. B. in Witten läuft, durchaus denkbar; die beiden Bestrebungen, Abfallstoffe der Benzinsynthese und der Sulfitzellstoffindustrie zu verwerten, können meines Erachtens durchaus miteinander vereint werden.

Hier möchte ich nun den Rundgang durch die Zellstoffindustrie beschließen. Ich hoffe, gezeigt zu haben, daß die Zellstoffindustrie zu einer wichtigen Schlüsselindustrie geworden ist auf dem Wege der Veredelung von Holz und anderen pflanzlichen Fasermaterialien bis zu den edelsten Papieren, feinen Kunstseide- und Zellwollegewändern oder Sprit, Gerbstoff und Seife. Es konnten nur einige Entwick-

lungslinien aufgezeigt werden, die durch den Vierjahresplan bedingt sind und deren richtige Erfüllung uns die Zukunft erst bringen wird. Wie überall im Vierjahresplan, treten wir heute vielfach aus der Zeit des Wägens heraus in die Zeit des Wagens. Durch die neuen Aufgaben wird aber nicht nur die Technik befruchtet, sondern ebenso stark auch die Forschung. Dadurch kommt vieles Stagnierende in Fluß, manches Bild wandelt sich; der Wandel aber ist das Gegebene! Gerade Deutschland, das arm ist an Rohstoffen, aber reich an handwerklichem, konstruktivem und chemischem Können, behauptet sich und seine Kultur nur durch hochwertige Veredelungsarbeit. Wir haben uns vor dem Kriege durch die hohe Güte unserer industriellen Produkte durchgesetzt und den Wohlstand des Volkes vermehrt. Wenn sich auch die wirtschaftliche Struktur der Welt inzwischen in wesentlichen Punkten gewandelt hat, so kann uns doch um unsere Zukunft nicht bange sein, wenn wir nur nie in unserer Arbeit erlahmen und nur qualitativ Höchstwertiges hervorbringen. Dann wird der Vierjahresplan, der ja nur ein Anfang sein kann und sich nicht auf vier Jahre beschränken wird, nicht nur uns, sondern auch der Welt zum Segen gereichen!

Die gittergesteuerten Stromrichter*)

Von Dr.-Ing. habil. P. Werners, Dortmund

Der Durchgang der Elektronen durch das Hochvakuum der in der Fernmeldetechnik mit und ohne Draht gebräuchlichen Sende-, Verstärker- usw. Röhren ist ein Vorgang geworden, den man sich heute nicht mehr fortdenken kann, ohne den Stand der Nachrichtentechnik um etwa ein Vierteljahrhundert zurückzuversetzen. Demgegenüber war der elektrische Strom in den Bezirken der Starkstromtechnik, etwa vom Schweiß- und Bogenlampenlichtbogen abgesehen, lange Zeit fast ausschließlich an die Bahn der metallischen Leiter gebunden. Die Verwendung des z. B. bei Verstärkerröhren erforderlichen Hochvakuums verbot sich nämlich bei hohen Strömen aus wirtschaftlichen Gründen in Anbetracht des sehr großen Spannungsabfalls am Rohr. Die Ursache für diesen hohen Aufwand an Zug- oder Anodenspannung am Entladungsgefäß ist eine Wolke von Elektronen, die sich nach dem Austritt aus der Glühkathode vor dieser als negative „Raumladung" ansammeln und die nachfolgend austretenden Elektronen wieder in die Kathode zurückzutreiben suchen, eine Wirkung, die nur durch eine entsprechend hohe Zugspannung von seiten der Anode überwunden werden kann. Die Raumladung ist zu vergleichen mit dem Druck, den der Wasserdampf im Dampfkessel auf das siedende Wasser ausübt; denn ähnlich wie hier das Wasser, so „verdampfen" dort die Elektronen an der Kathode, während sie an der Anode wieder „kondensieren". Bringt man dagegen wieder Gas oder Dampf von geeigneter Art und Dichte in das Entladungsgefäß, z. B. Hg-Dampf (von etwa $^1/_{1000}$ mm), wie er sich beim Evakuieren eines Gefäßes mit flüssiger Hg-Kathode bildet, so lösen sich durch Aufprallen der Elektronen auf die Gasatome („Stoßionisation") von diesen neue Elektronen ab, und es verbleiben positive Ionen als Atomreste, welche von der Kathode als negativer Elektrode angezogen werden und nunmehr die in der Kathodenumgebung bestehende negative Raumladung in ihrer Wirkung aufheben. Dieser Vorgang der Stoßionisation ist gekennzeichnet durch die „Zündung" des Entladungsgefäßes. Gleichzeitig mit der Zündung sinkt die Spannung am Rohr auf die geringe und für eine bestimmte Rohrbauart nahezu konstante „Brennspannung", die gerade ausreicht, um den Elektronen eine für die Stoßionisation ausreichende Beschleunigung zu erteilen. Im Mittel beträgt die Brennspannung z. B. beim Hg-Dampf-Stromrichter etwa 25 V, woraus folgt, daß dieser Stromrichter unter Vernachlässigung anderer geringer Nebenverluste bei einer Betriebsspannung von 25 000 V einen Spannungs- und damit Leistungsverlust von nur 1‰ bzw. einen Leistungswirkungsgrad von 99,9 % aufweisen muß.

Der Stromrichter hat als erste wesentliche Eigenschaft diejenige eines Ventils, d. h. die Elektronen können im Rohrinnern immer nur in der Richtung von dem heißen Brennfleck auf der Hg-Kathode zur Anode (kalte Gegenelektrode aus Graphit) strömen (Gleichrichter-Wirkung); nur die gelegentlich auftretende „Rückzündung" läßt einen Strom in der umgekehrten, d. h. falschen Richtung und damit Kurzschlußerscheinungen zustande kommen. Um die Welligkeit der im Gleichrichterbetrieb gewonnenen Gleichspannung zu vermindern, wird die Anodenzahl bei primärer Speisung des Stromrichter-Transformators mit Hilfe von Doppelstern-, Gabel- und anderen Schaltungen der Sekundärwicklung von 3 auf 6, 12 oder mehr erhöht. Die Welligkeit im Gleichstrom kann durch eine „Kathodendrossel" im Gleichstromkreis praktisch beseitigt werden („Glättung"). In diesem Falle führen die einzelnen Anoden Ströme, welche die Gestalt von Rechteckblöcken haben. Diese Art der Erzielung geringer Welligkeit im Gleichstrom kann jedoch mit der Forderung nach möglichst sinusförmigem Strom auf der Drehstromseite ebenfalls wieder nur durch Erhöhen der Phasen- bzw. Anodenzahl in Einklang gebracht werden. Die letztere Maßnahme bringt dagegen den Nachteil einer kürzeren Brenndauer jeder einzelnen Anode innerhalb einer Periode und damit eine schlechtere Ausnützung von Transformator und Stromrichter und außerdem größerer Spannungsabfälle auf der Gleichstromseite mit sich. Diesem Nachteil kann jedoch durch Verwendung zum Beispiel einer „Saugdrossel" begegnet werden, mit dem Ziel, eine gleichzeitige Beteiligung mehrerer Anoden und damit eine längere Brenndauer zu erzwingen. Im übrigen spielt sich die Uebergabe des Gleichstromes von der brennenden auf die Folgeanode derart ab, daß die letztere in dem Augenblick, in dem sie eine im positiven Sinne höhere Spannung als die brennende Vorgängeranode, mit anderen Worten, als die mit der brennenden Vorgängeranode praktisch potentialgleiche Kathode annimmt, zur Zündung kommt und sich nunmehr an der Stromführung beteiligt. Da aber nun der Gleichstrom bei Anwesenheit einer genügend großen Kathodendrossel praktisch konstant bleibt, steht dem Strom der Folgeanode lediglich der Weg zur Vorgängeranode offen; er muß sich daher dem Strom der noch brennenden Vorgängeranode als Gegenstrom überlagern und diesen mehr und mehr schwächen, bis der Gesamtstrom der Vorgängeranode den Wert Null erreicht hat. Wegen der Ventilwirkung kann aber dieser Gesamtstrom nicht negativ werden, sondern er wird jetzt selbsttätig verlöschen, so daß es zu keinerlei kurzschlußähnlichen Ausgleichvorgängen kommen kann. Bei p-Anoden mit einfacher Anodenbeteiligung und lückenlosem Gleich-

*) Nach einem Vortrag, gehalten im Haus der Technik, Essen, am 9. Juni 1938.

strom, wie er bei genügend hoher Belastung vorliegt, hat daher jede Anode die Brenndauer T/p, wenn T die Periodendauer des Wechselstromes ist. Die Zeitdauer des Anodenwechsels (Kommutation), d. h. für die Uebergabe des Gleichstromes von der einen auf die nächste Anode, d. i. die „Ueberlappungsdauer", hängt bei gegebenem Belastungsstrom im wesentlichen von der Streureaktanz des Stromrichter-Transformators ab.

Die geschilderte Wirkungsweise wurde im ungesteuerten, d. h. gitterlosen „Quecksilberdampf-Gleichrichter" schon seit etwa 1902 (Cooper-Hewitt) zur Umwandlung von Drehstrom in Gleichstrom in stetig steigendem Maße und mit einem solchen Erfolg nutzbar verwendet, daß diesen Einrichtungen die umlaufenden Umformer aus wirtschaftlichen Gründen mehr und mehr weichen mußten. Insbesondere gilt dies für die Speisung der Gleichstrombahnen. Die bei uns heute als Stromrichter bezeichneten Gasentladungsgefäße wurden und werden hierbei meistens mehranodig, d. h. mit einer gemeinsamen Kathode ausgeführt, und zwar entweder in Glas oder in Eisen. Die letztere Bauart gestattet gegenwärtig die Unterbringung von Leistungen bis zu etwa 4000 kW bei etwa 800 V Gleichspannung in einem Gefäß. Die dabei meistens verwendete flüssige Hg-Kathode bzw. ihr Brennfleck kann auch wie bei den Hochvakuumröhren durch eine — meistens indirekt — geheizte Glühkathode ersetzt werden. Außerdem werden die Gefäße aus schaltungstechnischen Gründen hier und da einanodig hergestellt.

Bringt man nun zwischen Kathode und Anode ein Gitter an (Langmuir, 1914), so wirkt dieses vor dem Zünden des Rohres ebenso wie beim Hochvakuumrohr, d. h. ein negatives Gitter wirkt der Zugspannung der positiven Anode je nach dem „Durchgriff" mehr oder weniger entgegen, und die Zündung wird verhindert. Wird jedoch darauf das Gitter genügend stark positiv gemacht, so erfolgt die Zündung. Diese läßt sich aber jetzt durch das etwa nachträglich wieder negativ gemachte Gitter nicht mehr rückgängig machen, d. h. die Wirkung des Gittereingriffs ist hier in vollkommener Abweichung vom Verhalten des Hochvakuumrohrs nicht umkehrbar. Die Stromstärke ist vielmehr jetzt ebenso wie beim gitterlosen Stromrichter nach dem Zünden nur noch durch die Höhe der treibenden Anodenspannung und der Widerstände des äußeren Stromkreises, mit anderen Worten, durch das Ohmsche Gesetz, bestimmt. Mit Hilfe eines genügend stark negativen Gitters kann man daher zunächst nur die Zündung verhindern oder aber durch Regeln ins Positive einsetzen lassen. Daß das nach dem Zünden wieder negativ gemachte Gitter den Strom nicht mehr löschen kann, liegt daran, weil im einmal brennenden Rohr Ionen entstehen (s. o.), die durch ein negatives Gitter angezogen werden und dessen sperrende Wirkung ebenso aufheben, wie sie es mit der negativen Raumladung vor der Kathode tun, d. h. das nach dem Zünden wieder negativ gemachte Gitter wird jetzt durch positive Ionen abgeschirmt und damit unwirksam gemacht. Erst ein Unterbrechen des Stromkreises oder das in gleicher Weise wirkende Nullwerden der Anodenspannung vermögen den Stromdurchgang wieder zu unterbinden. Da dies beim Anliegen von Wechselspannung am Gefäß nach jeder Halbwelle natürlicherweise eintritt, löscht der Stromrichter wegen der obenerwähnten Ventilwirkung beim Beginn jeder negativen Spannungshalbwelle (Sperr-Halbwelle) selbsttätig. (Ueber die Wirkung der Kathodendrossel hierbei siehe weiter unten.) Nach dem Verlöschen des Rohres wird die positive Raumladung am Gitter durch Wiedervereinigung der Elektronen mit den positiven Ionen in kürzester Zeit (etwa $^1/_{000}$ s) wieder unwirksam gemacht. Das Rohr ist sodann wieder so lange stromundurchlässig, bis die Anodenspannung neuerdings positiv geworden ist und die etwaige sperrende Wirkung eines negativen Gitters aufgehoben wird. Wenn nun auch die Brennspannung am Rohr als Ohmscher Spannungsverlust sowie wegen der Ventilwirkung immer die gleiche Richtung, nämlich die des Stromes im brennenden Rohr beibehält, so kann doch die Anodenspannung beim Vorhandensein einer Kathodendrossel schon negativ geworden sein, bevor der Strom der betreffenden Anode verlischt. Es ist dabei zu bedenken, daß die von dem Stromrichter bereitgestellte Gleichspannung schwankt, mit anderen Worten, eine „Wellenspannung" darstellt, die neben einem konstanten einen zeitlich schwankenden Anteil enthält. Während sich der konstante Anteil, d. i. der Mittelwert U_0, dieser Wellenspannung an die Belastung im Gleichstromkreis, z. B. eine Batterie, legt, wird der veränderliche oder Wechselanteil der Gleichrichterspannung von der Kathodendrossel aufgenommen. Ist nun der negative Scheitelwert dieses Wechselanteils größer als der Mittelwert der Gleichspannung, so brennt eine Anode bei lückenlosem Strom, d. h. bei genügend hoher Belastung auch dann noch, wenn die betreffende Anodenspannung schon wieder negativ geworden ist.

Diese Arbeitsweise des gittergesteuerten Stromrichters bildet die Grundlage für die zweite wichtige Anwendungsmöglichkeit als Schalt- und Regelorgan. Eine wichtige Anwendung ist zunächst das Abschalten von Kurzschlüssen (s. Abb. 1 links und rechts unten). Dieses geht derart vor sich, daß der Kurzschlußstrom ein äußerst schnell wirkendes Relais

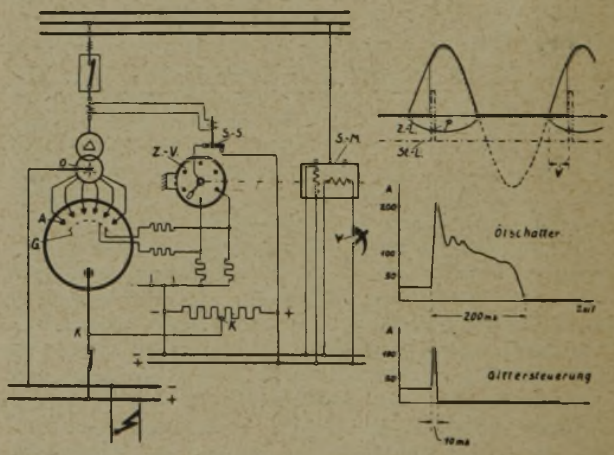


Abb. 1: Mechanische Gittersteuerung Kurzschlußlöschung
(Zeichnung: Werners)

S. S. betätigt, welches fast augenblicklich eine negative Spannung an die Gitter legt, worauf der Strom beim Erreichen des nächsten Nulldurchgangs, also spätestens nach einer Halbwelle (d. i. 10 ms bei 50 Hz) verlischt. Damit wird dem Leistungsschalter die Unterbrechung der Kurzschlußleistung abgenommen. In ähnlicher Weise kann im kleinen ein fast augenblicklich wirkender Schutz z. B. von empfindlichen Galvanometern gegen Stromspitzen bewerkstelligt werden. Eine weitere Anwendung stellt das Schalten von Punkt- und Nahtschweißmaschinen über genau abgegrenzte Zeiten von wenigen Perioden dar. Anstatt des Kurzschlußstromes können auch andere Einflüsse zum Anlegen einer genügend hohen positiven oder negativen Gitterspannung und damit zur Zündung bzw. Löschung des Stromrichters benutzt werden. Die zur Steuerung der Gitter erforderliche

Leistung ist nämlich verschwindend klein (etwa 0,1‰ der gesteuerten Nutzleistung). Daher fallen alle Organe für die Gittersteuerung, wie z. B. das obenerwähnte Kurzschlußrelais im Vergleich zur gesteuerten Leistung verblüffend leicht aus. Wegen dieser äußerst geringen Leistung, die der Gitterkreis zur Steuerung benötigt, genügt daher z. B. schon ein ganz schwacher Gleichstrom von einigen μA dazu, um in einem vor dem Gitter liegenden Hochohmwiderstand einen zur Zündung oder Löschung ausreichend hohen Spannungsabfall zu schaffen. Der Strom in diesem Hochohmwiderstand kann dabei z. B. durch eine Photozelle ausgelöst werden, wodurch es möglich wird, die winzige Leistung eines Lichtstrahls zur Auslösung oder Steuerung beliebig großer Nutzleistungen auszunutzen. (Selbsttätige Straßenbeleuchtung, optische Zählvorrichtungen, Schutz gegen Diebstahl mittels unsichtbarer infraroter Strahlenkegel.)

Die Fähigkeit, eine stetig regelbare Gleichspannung aus dem Drehstromnetz her bereitzustellen, hat dem gittergesteuerten Stromrichter in erster Linie seine umfangreiche Anwendung zur Speisung der Bahnnetze sowie von motorischen Antrieben großer Leistungen (elektrischen Lokomotiven, Leonard-Antrieben u. a.) gesichert. Beim gitterlosen Stromrichter setzt die Zündung natürlicherweise im Schnittpunkt zweier aufeinander folgender positiver Halbwellen der treibenden Mehrphasenspannung ein; sie kann jedoch mit Hilfe eines genügend stark negativen Gitters um den Winkel Ψ verzögert werden (Abb. 2, unten). Infolgedessen wird nur der noch verbleibende Rest der Spannungsflächen auf die Nutzlast

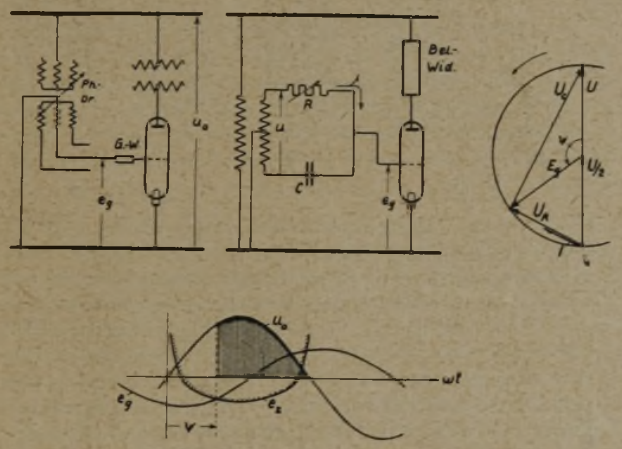


Abb. 2: Toulon-Steuerung (Zeichnung: Werners)

durchgeschaltet. Es liegt damit die Wirkung eines periodisch arbeitenden Selbstschalters vor, der aus der Spannungskurve jeder einzelnen Phase (Anode) ein Stück von der Dauer T/p durchschaltet; die Fläche zwischen diesem Kurvenstück und der Zeitachse bestimmt den Mittelwert U_0 der Gleichspannung. Mit größer werdender Verzögerung Ψ wird daher dieser Mittelwert immer kleiner werden (Prinzip der Spannungsregelung). Beim p-Phasen-Stromrichter erfolgt diese Regelung nach dem Gesetz $U = U_0 \cdot \cos \Psi$, wobei $U_0 = U_m \frac{p}{\pi} \sin \frac{\pi}{p}$ die mittlere Gleichspannung des ungesteuerten Stromrichters ist (U_m = Scheitelwert der Wechselspannung je Phase). Der Gleichstrom setzt sich nun bei vollkommener Glättung durch eine Kathodendrossel wieder aus Rechteckblöcken zusammen, und diese Blockströme ergeben z. B. beim Zweiphasenstromrichter auf der Wechselstromseite eine Rechteckkurve für den Primärstrom, welche sich bei größer werdender Zündverzögerung Ψ mehr und mehr gegen die primäre Wechselspannungskurve verschiebt. Daher muß eine Senkung der Gleichspannung durch Zündverzögerung eine Verschlechterung des Leistungsfaktors mit sich bringen, ein Nachteil, der jedoch in neuerer Zeit durch Kunstschaltungen vermieden wird.

Die Gittersteuerung kann mechanisch und elektrisch erfolgen. Bei der mechanischen Steuerung (s. Abb. 1 links) wird durch einen kleinen mit dem Stromrichter am gleichen Drehstromnetz liegenden Synchronmotor S. M. ein Kontaktarm in Umlauf gehalten, welcher eine Kontaktscheibe Z. V. abtastet. Die letztere enthält in gleichen Abständen ebenso viele Kontakte, wie Gitter, d. h. Anoden vorhanden sind. Ein Kontaktschluß bewirkt, daß das betreffende — sonst dauernd negative — Gitter kurzzeitig an eine positive Gleichspannung gelegt wird, wodurch die Zündung der zugehörigen Anode veranlaßt wird. Durch Verdrehung der Kontaktscheibe, z. B. mit Hilfe eines Steuerhebels oder bei feststehender Kontaktscheibe auf elektrischem Wege durch Verdrehung der Erregerfeldachse im Antriebsmotor kann die Zündung in der erforderlichen Weise beliebig zeitlich verlagert werden. Die elektrische Steuerung erfolgt nach Toulon mit einer der Größe nach gleichbleibenden, jedoch der Phase nach veränderlichen Wechselspannung von der Frequenz des speisenden Netzes. Eine solche Spannung kann man der Sekundärwicklung eines kleinen Drehtransformators (Ph.-Dr., Abb. 2, links) oder auch einer Kunstschaltung (Abb. 2, rechts) entnehmen. In Abb. 2 (unten) ist durch die „Steuerkennlinie" e_z dargestellt, wie hoch die Steuerspannung e_g am Gitter im Vergleich zum Zeitwert u_a der Anodenspannung sein muß, um die Zündung (schraffierter Bereich) zu veranlassen. Die Zündung muß daher im Schnitt der beiden Kurven e_z und e_g erfolgen (s. auch den Punkt P in Abb. 1, rechts oben, für die mechanisch gesteuerte Gleichspannung [St.-L.] am Gitter). Um einen schärferen Schnitt der beiden Kurven e_z und e_g und damit ein genaueres Arbeiten der elektrischen Steuerung zu erreichen, kann man durch besondere elektrische Mittel der Steuerspannung e_g eine zugespitzte Form geben („Stoßsteuerung").

Wird der Zündwinkel $\Psi = 90^0$ gemacht, so wird die mittlere Gleichspannung nach der oben angegebenen Beziehung $U = U_0 \cdot \cos \Psi = 0$; an der als Aufnahmeorgan für die Schwankungen der Gleichspannung (und als Speicher für die Blindleistung) wirkenden Drossel liegen dann gleich große positive und negative Spannungsflächen. Es hindert nun unter diesen Umständen nichts daran, Ψ noch größer als 90^0 zu machen. Damit wird aber $U_0 \cdot \cos \Psi$ negativ, d. h. die mittlere Gleichspannung an der Belastung polt sich um, der Stromrichter ist zum (netzgeführten) Wechselrichter geworden; Voraussetzung ist jedoch dabei, daß gleichzeitig das angeschlossene Gleichstromnetz umgepolt wurde und dessen Spannung höher liegt als die mittlere Gleichspannung des Stromrichters. Die mit diesem Vorgang verbundene Umkehr der Energierichtung wird verständlich, wenn man sich vorstellt, daß z. B. eine Batterie aus dem Zustand der Ladung aus einem Netz her in dem Augenblick unter Umkehr der Stromrichtung in den Entladezustand übergeht, in dem die Batteriespannung größer als die Netzspannung wird. Nun läßt aber ein eingeschaltetes Ventil die umgekehrte Stromrichtung nicht zu. Der neue (Entlade-) Zustand ist jedoch auch bei der alten Stromrichtung möglich, wenn die Batterie umgepolt wird; nur muß beim An-

schluß an ein Wechselstromnetz dafür gesorgt werden, daß der Stromfluß auf diejenigen Zeiten beschränkt bleibt, in denen die beiden Stromquellen gleichpolig aneinander liegen, da sie sonst nunmehr in Hintereinanderschaltung arbeiten würden, die zu Kurzschlüssen führt. Dies erfordert aber, daß die Verbindung der Batterie mit dem Netz immer nur im Bereich der negativen Halbwelle der Netzspannung erfolgen darf. Dies besorgt nun der Stromrichter mit Gittersteuerung in der Weise, daß die letztere die Zündung erst mit entsprechender Verzögerung veranlaßt, so daß jetzt Stromstöße in der alten Richtung, jedoch innerhalb der negativen Halbwellen der Netzspannung zustande kommen. Damit wird aber — unter der Annahme $\cos \varphi = 1$ — der eine Faktor in dem Produkt Stromstärke mal Spannung, und somit das Produkt selbst, also die Leistung jederzeit negativ.

Schaltet man zwei gleiche Stromrichter mit den zugehörigen Transformatoren in Gegenschaltung parallel (Abb. 3, oben links), so stellen sie bei richtiger Kupp-

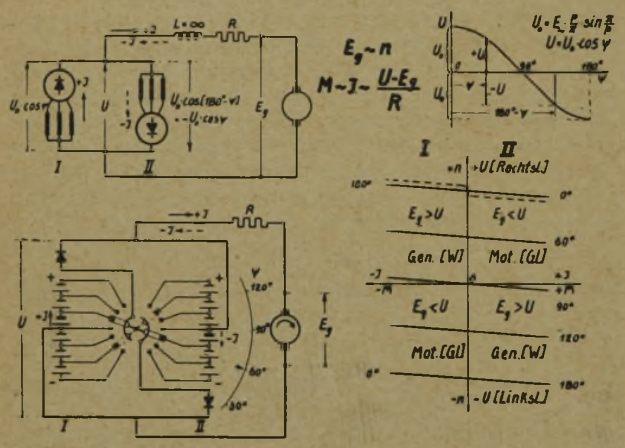


Abb. 3: Ruhender Leonard-Umformer [Elektr. Modell]
(Zeichnung: Werners)

lung der beiden Gittersteuerungen in jedem Betriebszustand zwei gleiche parallelgeschaltete Batterien mit regelbarer Zellenzahl dar (Abb. 3, links unten). Ist nämlich Ψ die Zündverzögerung des Stromrichters I, und macht man die Zündverzögerung des Stromrichters II gleich $180^0 - \Psi$, so ist $U_0 \cdot \cos \Psi$ die mittlere Spannung von I, während $U_0 \cos (180^0 - \Psi) = -U_0 \cdot \cos \Psi$ die Spannung ist, die II bereitstellt. Wegen der Gegenschaltung der beiden Gruppen heben sich also ihre beiden Spannungen ebenso auf, wie es zwei gleiche parallelgeschaltete Batterien tun würden. Die Betätigung der Gittersteuerung kommt dann auf das gleichmäßige Zu- oder Abschalten von Zellen in den beiden Batterien hinaus, und der Zellenschalter in Abb. 3 entspricht etwa dem Steuerhebel an der Kontaktscheibe in Abb. 1. Mit dieser „Kreuzschaltung" wird es nun möglich, Gleichstrom in beiden Richtungen ($\pm J$) z. B. an eine Gleichstrommaschine abzugeben, wobei jeweils nur immer einer der beiden, nämlich der der betreffenden Stromrichtung entsprechende Stromrichter in Tätigkeit ist, während der andere wegen der Ventileigenschaft gelöscht bleibt. Damit ersetzt aber die Einrichtung den Steuergenerator eines Leonard-Umformers, mit der Aufgabe, einerseits die Drehzahl z. B. eines Fördermotors von Null aus hochzuregeln, andererseits beim Uebergang von „Heben" auf „Senken" der Last eine Rückgabe der Energie an das speisende Drehstromnetz zu ermöglichen.

Die übrigen, kaum minder wichtigen Möglichkeiten, die der gittergesteuerte Stromrichter heute schon außerdem bietet, können hier nur aufgezählt werden. In erster Linie wäre noch zu nennen die Frequenzumformung und damit die Kupplung der 50periodigen Netze mit den $16^2/_3$periodigen Bahnnetzen mittels Umrichtern, deren grundsätzliche Wirkungsweise am leichtesten dann verständlich wird, wenn man annimmt, daß der Zellenschalter in Abb. 3 periodisch mit der neu zu bildenden Frequenz f_2 hin- und herbewegt wird, so daß eine mit der Frequenz f_2 auf- und absteigende „Gleichspannung" zustande kommt. Ferner seien noch genannt: Der Gleichstromtransformator, der kollektorlose Motor sowie die selbstgeführten Wechselrichter, d. h. selbständige gleichstromgespeiste Wechselstromerzeuger. Schließlich mag die Energieübertragung mit hochgespanntem Gleichstrom erwähnt werden, wodurch die technischen und wirtschaftlichen Nachteile des Drehstroms bei der Energieübertragung über lange Hochspannungsleitungen vermieden würden.

Neben dieser Vielseitigkeit der Stromrichter sind als deren Vorteile besonders zu nennen: Hoher Wirkungsgrad, geringer Raumbedarf, keine besonderen Fundamente, geräuschloser Betrieb, geringe Wartung, keine Abnutzung bei verhältnismäßig niedrigen Beschaffungskosten. Diese Vorteile sind so groß, daß der Ausgang des Wettlaufs zwischen umlaufender Maschine und dem Stromrichter auf den in Frage kommenden und etwa noch zu erschließenden Verwendungsgebieten kaum noch zweifelhaft sein dürfte, zumal, wenn die Fragen des Leistungsfaktors und der Welligkeit der Primärströme einer günstigen Lösung nähergebracht sein werden.

Über die Fehlererkennbarkeit bei den verschiedenen Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung*)

Von Professor Dr. Franz Wever, Düsseldorf

Die Verfahren der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung gründen sich auf die verschiedensten Werkstoffeigenschaften. Gemeinsam ist ihnen, daß sie ohne zerstörenden Eingriff vorgenommen werden und daher die Untersuchung des zur Verwendung kommenden Werkstückes selbst ermöglichen. Die Prüfbefunde der zerstörungsfreien Werkstoffuntersuchung hängen meist nur mittelbar mit denjenigen Eigenschaften zusammen, die das Verhalten unter betriebsmäßigen Beanspruchungen bestimmen. Die zerstörungsfreie Werkstoffprüfung setzt daher weit mehr als die klassische Materialuntersuchung Verantwortungsbewußtsein und Erfahrung des Prüfers voraus.

Unter den neuzeitlichen zerstörungsfreien Prüfverfahren nimmt die Röntgenprüfung die erste Stelle ein. Sie wird je nach der Aufgabestellung entweder als Durchstrahlung, Grobgefügeuntersuchung,

*) Vortrag im Haus der Technik, Essen, am 8. März 1938.

Versuch Nr. 62
Horizontale V-Naht mit blanker Elektrode
in drei Lagen geschweißt. St. 52.

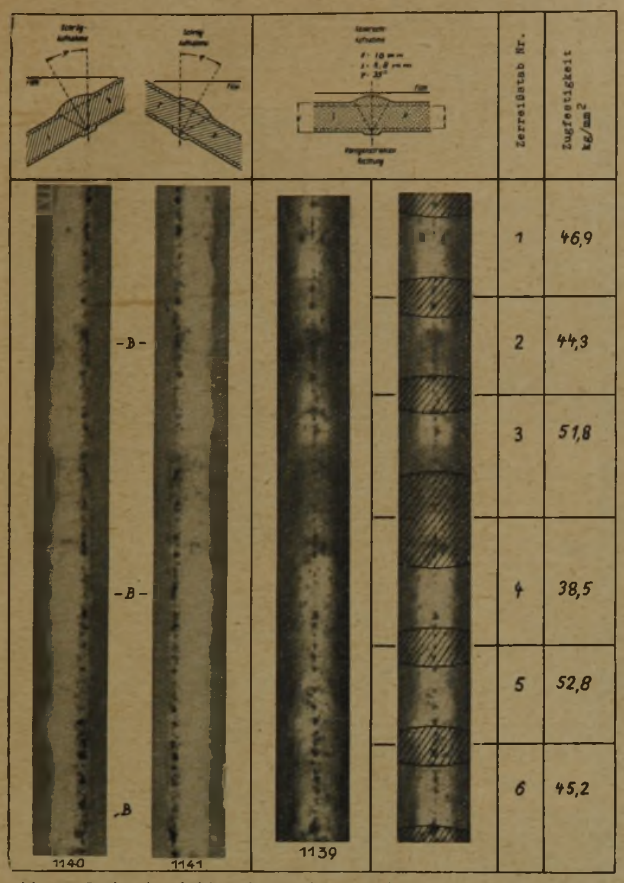


Abb. 1: Grobgefügebild und statische Festigkeit von Schweißnähten

oder als Feinbau-, Feinstrukturuntersuchung durchgeführt.

Die Röntgen-Grobstrukturuntersuchung ist heute längst über den Zustand einer bloßen bildmäßigen Beschreibung hinausgewachsen, sie ist vielmehr durchaus in der Lage, zuverlässige, zahlenmäßige Angaben über den Gütezustand eines Werkstückes zu vermitteln. Als Beispiel zeigt Abb. 1 eine Gegenüberstellung von Röntgenbildern und Festigkeitswerten von Schweißnähten nach einer Untersuchung von E. A. W. Müller[1]). Die geringe Festigkeit der Probestäbe 1, 2 und 6 folgt unmittelbar aus der starken Porenansammlung in der Wurzel, während bei Stab 4 die Festigkeit durch Bindungsfehler in der linken und rechten Schweißebene herabgesetzt wird. Die rechts daneben wiedergegebene Bruchfläche geht durch den Bindungsfehler in der rechten Schweißebene. Nach den Versuchen von Müller kann die Wirkung von Poren, Bindungsfehlern und Schlackeneinschlüssen auf die Festigkeit von Schweißnähten bei einiger Erfahrung sehr gut nach dem Röntgenbilde abgeschätzt werden.

Von ähnlich großer Bedeutung, wie die soeben besprochenen Versuche mit statischer Belastung ist eine Klärung der Frage nach den Beziehungen zwischen Fehlererkennbarkeit und Verhalten bei wechselnder Last. Hierzu untersuchten M. Hempel und H. Möller[2]) den Einfluß verschiedener Schweißfehler auf die Schwellfestigkeit von St 37 an Proben, die von der Schweißtechnischen Lehr- und Versuchsanstalt in Duisburg für diesen Zweck angefertigt worden waren. Die Versuche wurden nach dem Wöhler-Verfahren bei einer Grenzlastwechselzahl von 2 Mill. Schwingungen auf einer 75-t-Pulsatormaschine des Losenhausenwerkes, Düsseldorf, durchgeführt. Eine Zusammenstellung der Schwellfestigkeitswerte für die verschiedenen Fehlerarten zeigt Abb. 2. In Spalte 1 sind die Fehlerarten und in Spalte 3 die Schwellfestigkeiten angegeben. Spalte 2 enthält die Röntgenbilder und Spalte 4 die Lichtbilder der Bruchflächen. Danach lassen sich die kennzeichnenden Fehlerarten auf Grund des Lichtbildes in deutlich gegeneinander abgesetzte Gruppen einteilen, von denen jede im Wöhler-Versuch eine bestimmte, kennnzeichnende Schwellfestigkeit aufweist. Der Prüfer sollte daher bei ausreichender Erfahrung durchaus in der Lage sein, nach dem Röntgenbilde zu beurteilen, welchen Einfluß der Größenordnung nach die vorhandenen Schweißfehler auf die Wechselfestigkeit haben können.

Von den Verfahren der Röntgen-Feinstrukturanalyse sei hier die Messung innerer Spannungen kurz besprochen. Dieses Verfahren gründet sich auf die einfache Tatsache, daß sich die elastischen Dehnungen eines Werkstückes unter dem Einfluß äußerer oder innerer Kräfte als elastische Dehnungen des Atomgitters bis in die einzelnen Kristallite hinein fortpflanzen, und daher auf dem Wege über röntgenographische Messungen der Gitterkonstanten ermittelt werden können. Eine Beschränkung des Verfahrens liegt darin, daß wegen der geringen Eindringtiefe der Röntgenstrahlen nur der Spannungszustand an der Oberfläche erfaßt werden kann. In seiner ursprünglichen, einfachsten Form liefert das Verfahren von den drei Bestimmungsstücken eines oberflächlichen Spannungszustandes, Größe und Richtung der Hauptspannungen, nur die Summe der Hauptspannungen aus je einer Aufnahme senkrecht zur Probenoberfläche im verspannten und im unverspannten Zustande. In einer späteren, verbesserten Form können die Hauptspannungen einzeln ihrer Größe und Lage nach angegeben werden. Es sind dazu vier Aufnahmen senkrecht und schräg zur Oberfläche nötig. Zur Ueberprüfung der röntgenographischen Spannungsmessung auf ihre praktische Brauchbarkeit unternahmen H. Möller und J. Barbers[3]) zahlreiche Modellversuche, bei denen Spannungen von bekannter Größe erzeugt und diese Spannungen dann röntgenographisch nachgemessen wurden. Abb. 3 zeigt einen Versuch, bei dem ein vorgebogener

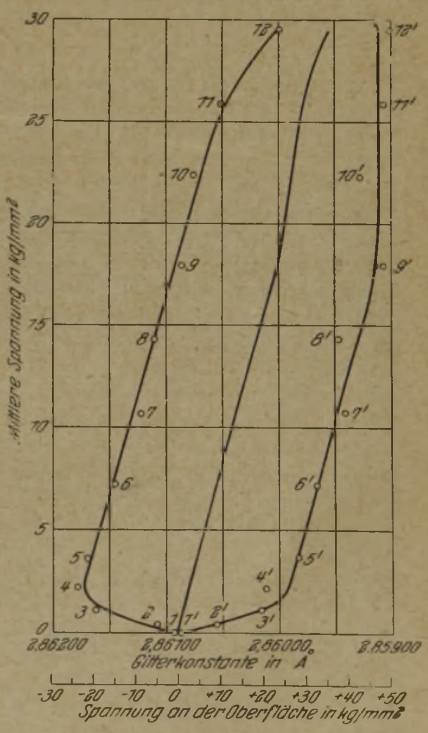


Abb. 3: Zugversuch mit gebogenem Probestab

[1]) E. A. W. Müller: Arch. Eisenhüttenw., demnächst.
[2]) M. Hempel u. H. Möller: Arch. Eisenhüttenw., demnächst.
[3]) H. Möller u. J. Barbers: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschung 16 (1934) S. 21/31; 17 (1935) S. 157/66.

Fehlerart	Röntgenbild der Schweißnaht	Schwellfestigkeit kg/mm²	Lichtbild der Bruchfläche
	ungeschweißt	32,0	allseitig bearbeitet
	ungeschweißt	22,0	Walzhaut
Kleine Poren (gut)		20,0	
Fehler in zwei Lagen		15,0	
Schlackeneinschlüsse		13,0	
Fehler im Nahtgrund		13,0	
Grobe Fehler in zwei Lagen		10,0	
Grobe Schlackeneinschlüsse		8,0	
Fehler in einer Lage		8,0	
Grobe Fehler im Nahtgrund		6,0	

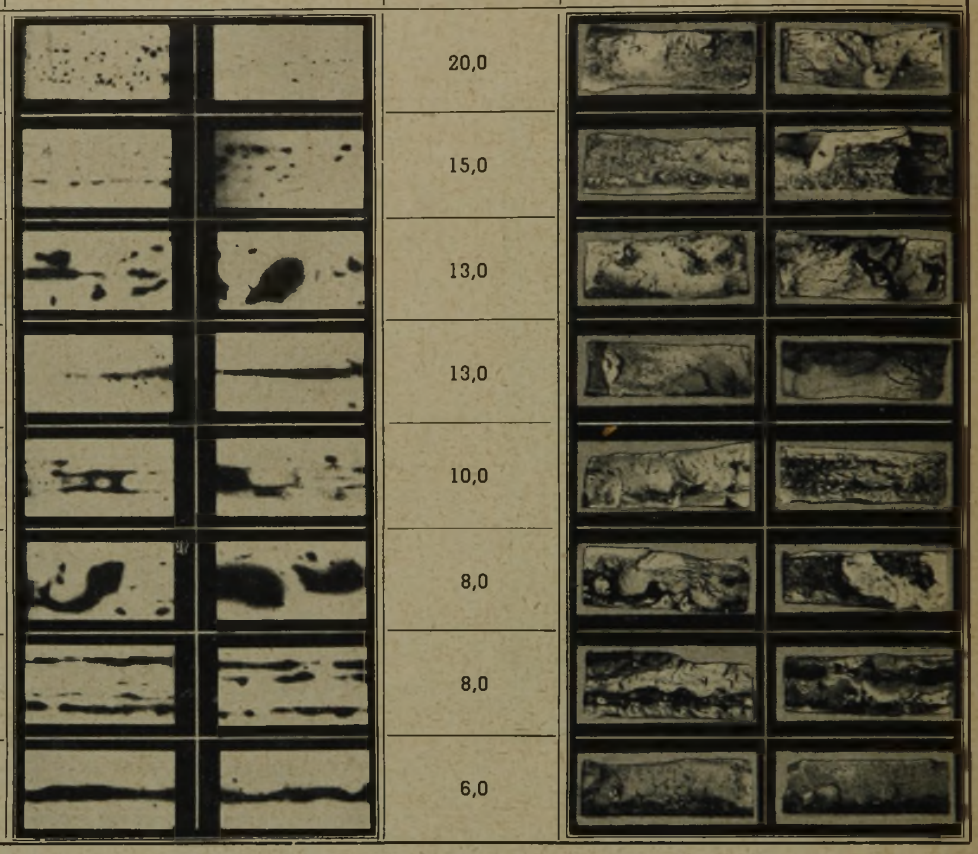


Abb. 2: Schwellfestigkeit verschiedener Fehlerarten

Flußstahlflachstab in einer Zerreißmaschine belastet wurde, so daß sich der ungleichförmigen Biegespannung eine homogene Reckspannung überlagerte. Mit zunehmender Belastung entfernen sich die Gitterkonstanten auf beiden Seiten der Probe schnell voneinander, weil durch das Geraderecken auf der einen Seite Zug- und auf der anderen Seite Druckspannungen entstehen. Bei einer mittleren Last von 3 kg/mm² ist die Probe geradegereckt, daher ändert sich mit weiter steigender Last die Biegespannung nicht mehr, und der Spannungsunterschied zwischen beiden Seiten der Probe bleibt gleich. Bei einer mittleren Spannung von 18 kg/mm² wird an der ursprünglich konkaven Oberfläche die Fließgrenze erreicht, die Gitterkonstante ändert sich daher hier bei weiterer Steigerung der mittleren Spannung nicht mehr. Bemerkenswert ist bei diesem Versuch, daß die aus den Gitterkonstanten berechnete größte Spannung, 45 kg/mm², an der konkaven Seite, ganz wesentlich über der Belastung liegt, die der Stahl beim gewöhnlichen Zugversuch ertragen kann. Der Stahl ist danach bei inhomogener Spannungsverteilung in der Lage, örtliche Spannungen, die weit über die Streckgrenze hinausgehen, ohne bildsame Verformung auszuhalten, weil die nicht so hoch belasteten Teile des Querschnittes eine Stützung der überbeanspruchten Teile übernehmen.

Eine weitere, nicht weniger wichtige Anwendung der Röntgen-Feinstrukturanalyse ist die Untersuchung wechselbeanspruchter Werkstoffe geworden. Hierzu unternahmen H. Möller und M. Hempel[4]) ausgedehnte Versuche mit weichen Kohlenstoffstählen. Sie benutzten dazu eine umlaufende Biege-Schwingungsmaschine der Bauart Schenck; die Probestäbe wurden verschieden hoch, teils unterhalb, teils oberhalb der Wechselfestigkeit belastet und während der Versuche an verschiedenen Längen der Prüflänge röntgenographisch aufgenommen. Bei den über die Wechselfestigkeit belasteten und daher im Versuch gebrochenen Stäben sind an der Bruchstelle selbst und in ihrer unmittelbaren Umgebung tiefgehende Veränderungen des Kristallzustandes eingetreten. Als Beispiel zeigt Abb. 4 die scharfen Interferenzpunkte des Ausgangszustandes, die an der Bruchstelle infolge der eingetretenen Gitterstörungen zu breiten Flecken auseinandergezogen sind. Diese Gitterstörungen bilden sich erst im letzten Teil des Versuches unmittelbar vor dem Bruch aus. Abb. 5 gibt einen Versuch mit einem Stab wieder, der nach 4,8 Mill. Schwingungen bei 18 kg/mm² Belastung brach. Die Zwischenaufnahmen nach 0,6 und 4,4 Mill. Schwingungen zeigen zwar deutliche, aber immer noch überraschend kleine Veränderungen. Trotzdem tritt der Bruch ganz unvermittelt nach nur 0,4 Mill. Schwingungen nach der letzten Aufnahme ein. Es muß danach als sichergestellt gelten, daß nicht die Gitterstörungen

[4]) H. Möller u. M. Hempel: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschung, 20 (1938) S. 15/33.

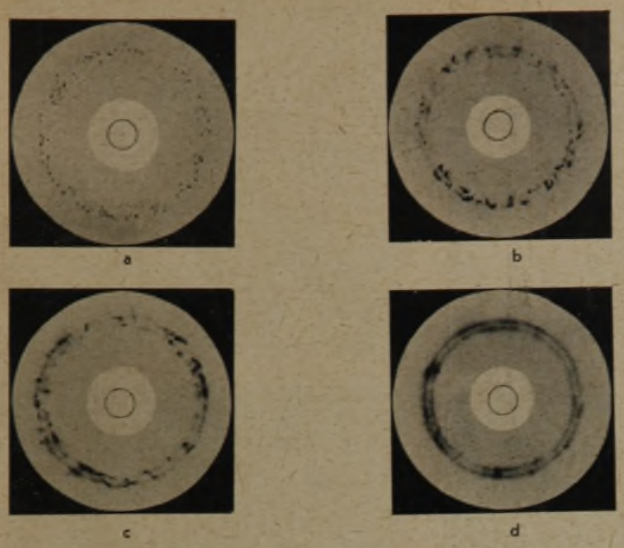


Abb. 4: Kennzeichnende Beispiele für Bruchstellenbilder (b, c, d) im Vergleich zum Ausgangszustand (a).

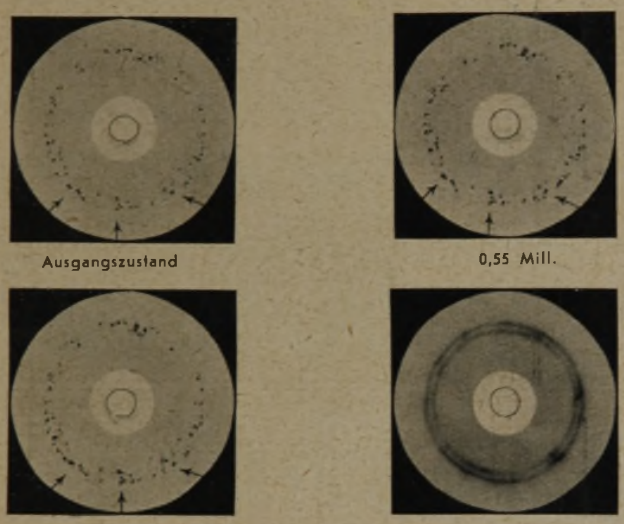


Abb. 5: Kristallverformungen der gleichen Probestelle während des Dauerversuchs (Belastung 18 kg/mm²).

an der Bruchstelle die Ursache des Bruches sind, daß diese Störungen vielmehr erst nach dem Anriß entstehen.

Die Versuche mit Belastungen unterhalb der Wechselfestigkeit wurden mindestens bis 30 Mill. Lastwechsel ausgedehnt; sie liefen z. T. noch ganz wesentlich länger. Bei Belastungen, die etwa 3 bis 4 kg/mm² unterhalb der Wechselfestigkeit lagen, konnten auch bei sorgfältigster Aufnahmetechnik bisher keine sicheren Anzeichen für irgendwelche Veränderungen des Kristallzustandes gefunden werden. Bei Belastungen, die nur wenig unterhalb der Wechselfestigkeit lagen, wurden dagegen kleine Verformungen beobachtet. Sie blieben jedoch, selbst bis zu Lastwechselzahlen von 100 Mill. und mehr, stets auf verhältnismäßig wenige Kristallite beschränkt.

Für das Verhalten eines Werkstoffes bei schwingender Belastung ist es nach diesen Versuchen verhältnismäßig gleichgültig, ob im Ausgangszustand bereits Gitterstörungen vorhanden sind oder nicht. Es würde daher ein grober Fehler sein, aus dem Vorhandensein von Gitterstörungen in einer einzigen Aufnahme schließen zu wollen, daß die Wechselfestigkeit überschritten ist. Für die Beurteilung der Lasthöhe sind vielmehr mindestens zwei Aufnahmen erforderlich, die an derselben Stelle der Probe in nicht zu kleinem zeitlichen Abstande aufgenommen werden. Falls dann in der zweiten Aufnahme die Mehrzahl der Interferenzpunkte gegenüber der ersten Aufnahme verändert ist, kann mit Sicherheit geschlossen werden, daß der Werkstoff nach einer endlichen Anzahl von weiteren Lastwechseln zu Bruch gehen wird. Sind dagegen in der zweiten Aufnahme nur einzelne Kristallite neu gestört, oder fehlen derartige Veränderungen ganz, so kann mit einiger Sicherheit angenommen werden, daß das Werkstück eine technisch ausreichende Anzahl von weiteren Lastwechseln ohne Bruch aushalten wird.

Die zweite wichtige Gruppe der neuzeitlichen zerstörungsfreien Prüfverfahren umfaßt die Magnetprüfung in ihren verschiedenen Abarten. Diese Verfahren werden heute noch sehr unterschiedlich beurteilt, es kann aber wohl keinem Zweifel mehr unterliegen, daß sie in den Grenzen ihrer Möglichkeiten eine wertvolle Bereicherung der Werkstoffprüfung darstellen.

Das Magnetpulververfahren geht auf die bekannte Tatsache zurück, daß sich beim Bestreuen eines magnetisierten Körpers mit Feilspänen an Unstetigkeitsstellen der Magnetisierung, wie z. B. Polenden, Kanten, Rissen usw. Anhäufungen ausbilden. Die Magnetisierung kann im Felde eines Magneten erfolgen, man spricht dann von Fremdmagnetisierung. Vielfach genügt es auch, den Prüfkörper von einem elektrischen Strom durchfließen zu lassen und das Feld dieses Stromes für die Magnetisierung zu benutzen, Selbstmagnetisierung. In der großen Mehrzahl der Fälle wird man mit Selbstmagnetisierung arbeiten. Eine einfache Anordnung hierfür ist in Abb. 6 wiedergegeben.

Die Empfindlichkeit des Verfahrens ist kürzlich von H. Hänsel[5]) ausführlich besprochen worden. Sie geht, abgesehen von der beschränkten Tiefenwirkung, meist weit über das Notwendige hinaus. Wesentlich wichtiger ist daher die andere Frage, ob es möglich ist, für den Verwendungszweck belanglose

[5]) H. Hänsel: Arch. Eisenhüttenw., 11 (1937/38) S. 497/502. F. Wever u. H. Hänsel: Mitt. K.-Wilh.-Inst. Eisenforschung, 20 (1938) S. 91/101.

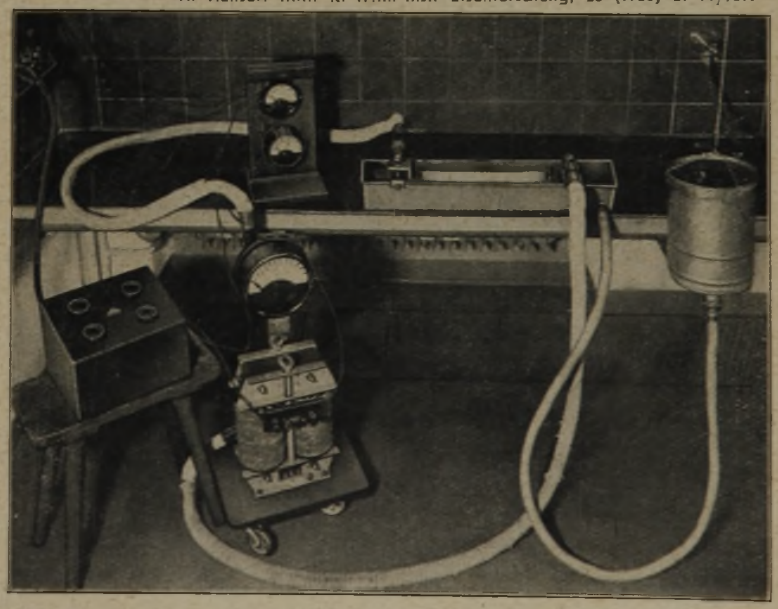


Abb. 6: Anordnung für Strom-Magnetisierung mit Ausgleichsgefäß

Abb. 7: Rundstäbe mit Rissen, Ueberwalzungen und Ziehriefen

Abb. 8: Magnetpulverbilder der Querschnitte der Rundstäbe

Schönheitsfehler, wie Unterschiede in der Gefügeausbildung, Kaltverformungen usw., mit ausreichender Sicherheit von wirklichen Fehlern zu unterscheiden. Die anschließend besprochenen Beispiele sollen zeigen, daß dies in der Mehlzahl der Fälle durchaus möglich ist.

Abb. 7 zeigt die Pulverbilder einer Reihe von Rundstäben, die mit 200 Amp. nach dem Stromdurchflußverfahren aufgenommen wurden. Die Bilder lassen auf sämtlichen Stäben teils starke, teils schwächere Längsfehler erkennen, während vor der Magnetisierung nur auf dem letzten Stab eine Längsriefe zu sehen war. Um einen Ueberblick über die Tiefenausdehnung dieser Fehlstellen zu erhalten, wurden die Stäbe zerschnitten und danach senkrecht zu ihrer Längsachse im Fremdfeld noch einmal magnetisiert. Dabei bildeten sich nur auf den Querschnitten der Stäbe 1 und 4 deutliche, über die Randzone hinausreichende Pulverlinien aus, Abb. 8, die den stark ausgeprägten Linien auf der Staboberfläche im vorigen Bilde entsprachen. Danach liegen nur bei diesen Stäben tiefere, rißartige Fehler vor, während es sich bei den anderen Stäben um unbedeutende Oberflächenverletzungen handelt. Abb. 9 zeigt Schliffe durch die magnetisch gefundenen Fehlstellen. Die starken Pulverlinien auf Stab 1 und 4 entsprechen danach tiefgehenden Rissen, während die schwachen Pulverlinien auf den Stäben 2 und 3 Ziehriefen und Ueberwalzungen anzeigen.

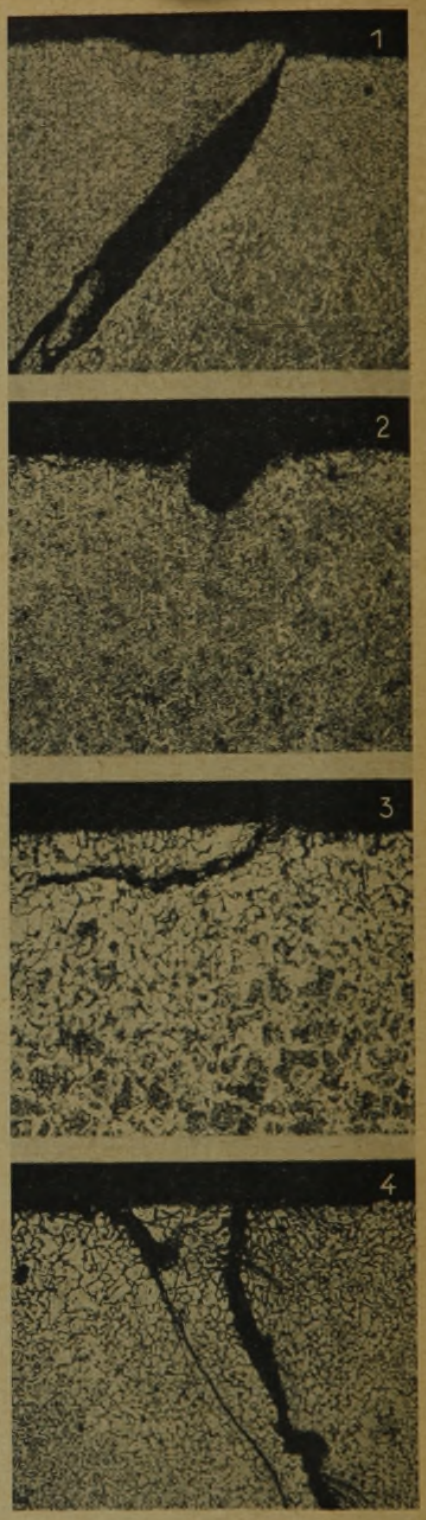


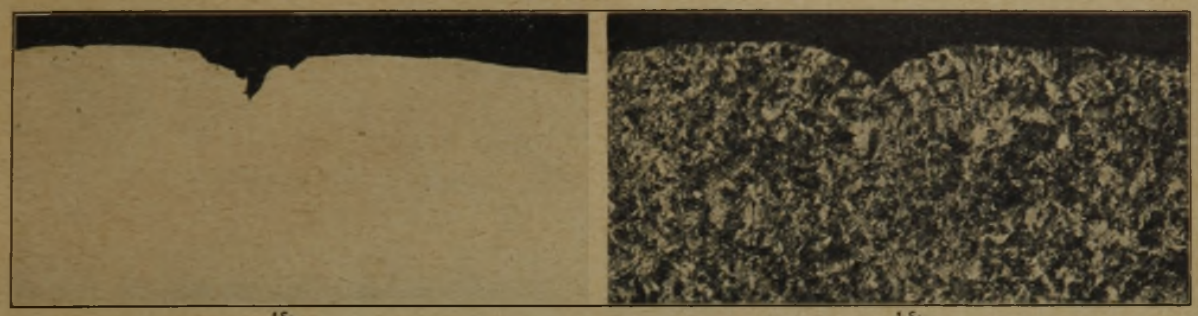
Abb. 9: Querschliffe durch die Fehlstellen der Rundstäbe

Abb. 10 zeigt zwei Vordergabelfedern, bei denen die Beschaffenheit der Oberfläche zu prüfen war. Die Federn wurden mittels Stromdurchfluß magnetisiert, Stromstärke 300 Amp. Im Pulverbild sind feine, scharf abgesetzte Linien zu erkennen. Die Federn wurden an den eingezeichneten Stellen zerschnitten.

Abb. 11: Querschnitte durch die Fehlstellen auf den Schnittflächen

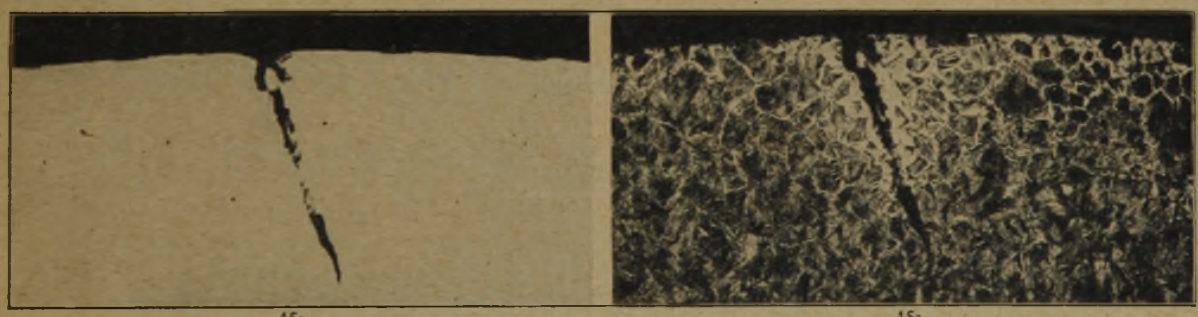
ungeätzt geätzt

1S1 1S1

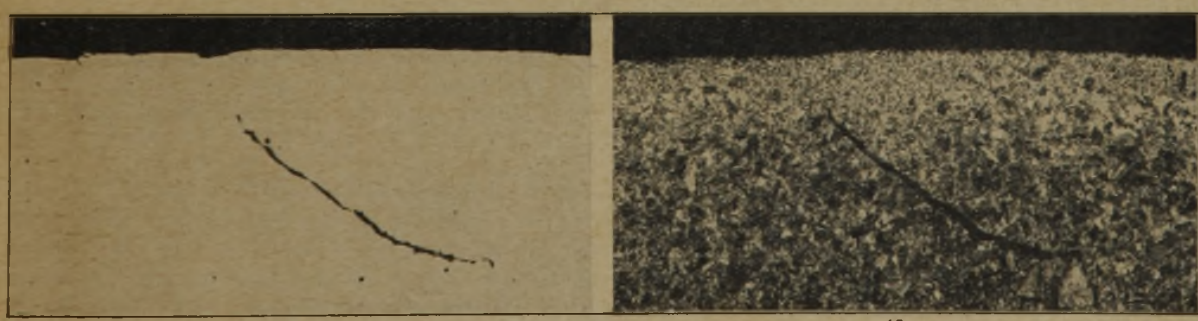


1S1 1S1

1S1 1S1



1S2 1S2

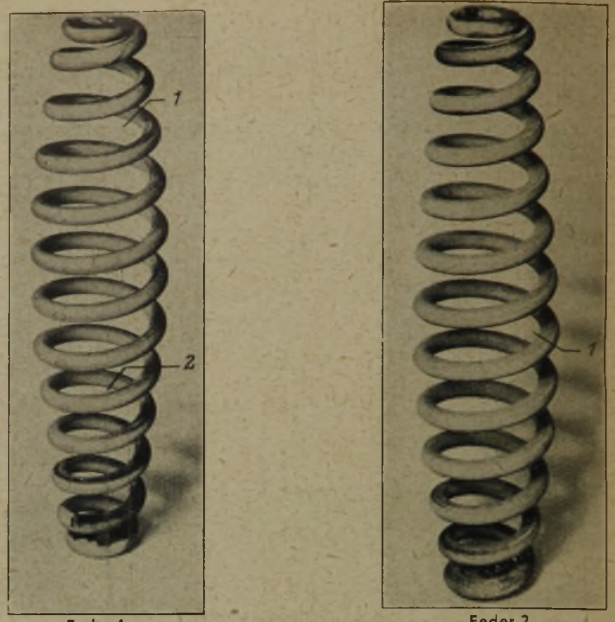


1S1 1S1

301

Die zugehörigen Schliffbilder sind in Abb. 11 wiedergegeben. Es bestätigt sich wieder, daß jeder Magnetlinie ein Oberflächenfehler entspricht, zwischen der Stärke der Pulverlinien und der Größe des Fehlers besteht ein deutlicher Zusammenhang. Die drei schwachen Linien im Schnitt 1 der ersten Feder zeigen geringfügige Ueberwalzungen an, während die stärkeren Linien in Schnitt 2 der ersten Feder und Schnitt 1 der zweiten Feder Risse nachweisen.

Als letztes Beispiel ist in Abb. 12 ein Probestab wiedergegeben, der in der Schenckschen Biegeschwingungsmaschine 0,948 Mill. Schwingungen gelaufen war. Es wurde vermutet, daß der Bruch bereits eingeleitet sein könnte. Bei der Magnetisierung wurden auf der linken Stabhälfte zwei sehr zarte Pulverlinien beobachtet, die als Anrisse gedeutet werden könnten. Nach einer weiteren Laufzeit von nur 0,096 Mill. Schwingungen hatten sich diese Linien nicht verändert, sie liegen in Abb. 13 auf der Rückseite des Stabes und sind daher nicht zu sehen. Dagegen war in der Stabmitte eine neue, stärkere Linie entstanden, die den beginnenden Dauerbruch anzeigt. Der Stab brach nach weiteren 0,014 Mill. Schwingungen an dieser Stelle.



Feder 1 Feder 2

Abb. 10: Vordergabelfedern mit Oberflächenfehlern

Zusammenfassung

Es werden Anwendungsbeispiele zerstörungsfreier Prüfverfahren besprochen, um deren Eigenheiten zu kennzeichnen:

Große Empfindlichkeit der Fehleranzeige, die der zerstörungsfreien Prüfung bereits ein weites Feld von Anwendungen eröffnet hat.

Schwierigkeiten bei der Deutung, weil keine einfachen Beziehungen zu den praktisch wichtigen Werkstoffeigenschaften bestehen und daher häufig die Erfahrung des Prüfers den Ausschlag geben muß.

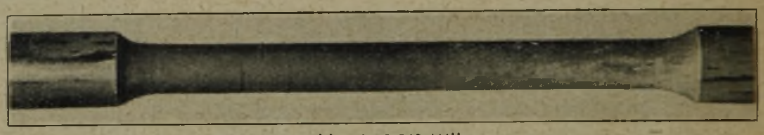


Abb. 12: 0,943 Mill.

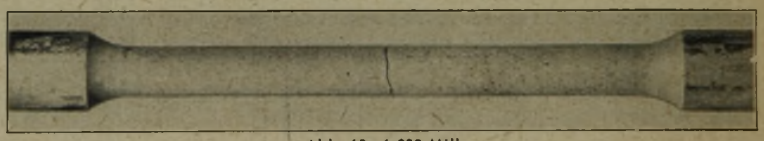


Abb. 13: 1,039 Mill.

Abb. 12/13: Magnetpulverbilder eines Dauerbruchs beim Biegewechselversuch

Die Abbildungen wurden vom Verfasser mit freundlicher Genehmigung des Stahleisen-Verlages, Düsseldorf, zur Verfügung gestellt.

Ein Film von der TN. Ausschnitt aus Arbeit und Wirken der Technischen Nothilfe

Der in Zusammenarbeit mit Dr. Ludwig Röthenmeier vom Reichsamt TN. hergestellte Film gibt in aufschlußreichen und eindrucksvollen Bildern an Hand von Beispielen aus dem Arbeits- und Aufgabengebiet der TN. einen wertvollen Einblick in Wesen, Geist, Leben und Treiben dieser zum ständigen Hilfsorgan der Polizei für wichtige öffentliche Hilfeleistungen technischer Art und damit zu einem staatlichen Machtmittel erklärten Organisation.

Der erste Teil zeigt die Einrichtungen der TN.-Reichsschule auf der Burg Eisenhardt in Belzig (Mark) und die hier erfolgende laufende praktische Ausbildung der Führer des Luftschutzdienstes der TN. in geschlossenen Lehrgängen.

Als Beispiel für die Einsatztätigkeit steht im Mittelpunkt des zweiten Teiles ein Einsatz aus Anlaß einer Katastrophe. Irgendwo hat sich ein großes Unglück ereignet, sind Gebäude eingestürzt und Menschen verschüttet worden. Hilfe tut not. Die TN. eilt auf Fahrzeugen mit ihren ausgerüsteten und ausgebildeten Arbeitstrupps herbei und macht sich an die Arbeit. Trümmer werden von den Aufräumungstrupps beseitigt, Einsturzgefahren behoben und unter Ansatz entsprechender Arbeitsgeräte Eingänge zu den Räumen freigelegt, wo sich die Verschütteten befinden. Das Werk gelingt: die von ihren Angehörigen mit Sehnen und Bangen erwarteten Verschütteten werden glücklich geborgen. Höchste Befriedigung aber ist für die Nothelfer, wie es in den Schlußworten heißt, es mal wieder trotz der schweren Arbeit geschafft zu haben.

Für die Spielleitung zeichnet Dirk Gascard, ebenso für das Drehbuch, für das Bild Gerhard Müller und für die Musik Arthur Molinar. Der Film erhielt die Prädikate: „Staatspolitisch und künstlerisch wertvoll, Lehrfilm, volksbildend, jugend- und feiertagsfrei."

Reichswirtschaftsminister Funk fördert die Normung

Bankett im „Haus der Flieger" als festlicher ISA.-Ausklang

Nach zwei arbeitsreichen Wochen beschloß die ISA., wie man die Internationale Arbeitsgemeinschaft der nationalen Normenausschüsse nach der englischen Bezeichnung zu nennen pflegt, ihre diesjährige Berliner Hauptsitzungsreihe am Donnerstagabend, 30. Juni 1938, mit einem Bankett im „Haus der Flieger". Reichswirtschaftsminister Funk und andere Vertreter von Regierung, Partei, Wirtschaft und Wissenschaft fanden sich mit den Teilnehmern der ISA.-Tagung zusammen. Im Mittelpunkt des Abends stand eine Ansprache des Reichswirtschaftsministers, der für die zahlreichen ausländischen Teilnehmer jene durch irreführende Pressenachrichten hervorgerufene Meinung korrigierte, hier ein Land zu finden, in dem nicht nur Werkstoffe genormt würden, sondern auch die Menschen und Geister genormt seien. Er schilderte, wie es zu jener gleichgearteten Willensrichtung einer ganzen Nation gekommen ist, dieser einzigartigen, festgefügten deutschen Volksgemeinschaft, die mit Schlagworten wie „Normung" oder „Uniformierung" nicht zu verstehen und abzutun ist.

Das Verhältnis der Regierung zur Normung, wie sie vom Deutschen Normenausschuß betrieben wird, ist eindeutig: die Regierung legt in großen Richtlinien den Kurs fest, der dem aufgerichteten Ziel zustrebt; im übrigen bemüht sie sich, alle Kräfte frei zu machen, die gewillt und fähig sind, diesem Ziel zuzusteuern. Selbstverwaltung in den einzelnen Berufen und Lebensgestaltungen unter Führung der Regierung gibt den besten Wirkungsgrad der Arbeit: ganz besonders auch in Fragen, die so stark in das Wirtschaftsleben und in die Fertigung von Produktionsmitteln und Gebrauchsartikeln aller Art eingreifen wie die Normung.

In über 6000 Blättern des deutschen Normenwerkes ist die Fülle der Erscheinungen einer sinnvollen Ordnung unterworfen. Diese kann und soll niemals durch Beamte gemeistert werden, da die davon betroffenen Erzeuger, Verbraucher, Händler und die Wissenschaft dieses Ordnen am besten selbst besorgen. Diese Arbeitsform hat sich in Deutschland seit 21 Jahren bewährt, auch bei den schwierigen Normungsfragen, die bei der Durchführung des Vierjahresplanes aufgetreten sind, um eine Umstellung auf deutsche Stoffe vorzunehmen, soweit dies möglich und zweckmäßig erscheint, und dabei Güte, Brauchbarkeit und Sicherheit der Erzeugnisse zu wahren. Gerade hier zeigt die Zusammenarbeit zwischen Behörden und Privatwirtschaft im Rahmen der deutschen Normung so gute Erfolge, daß kein Anlaß besteht, an der bewährten Arbeitsweise irgend etwas zu ändern.

Dieses uneingeschränkte Bekenntnis zur Arbeit des Deutschen Normenausschusses fand begreiflicherweise im Kreise der ISA. lebhafte Zustimmung. Auch die Ansprachen der Präsidenten des Deutschen Normenausschusses, Baurat Dr.-Ing. e. h. F. Neuhaus, und der ISA., des Schweden Fredriksson, wurden mit Beifall aufgenommen. Der ISA.-Präsident beglückwünschte nicht nur „den nun volljährigen Jüngling, den Deutschen Normenausschuß, aufrichtig zu dem schon erreichten großen Erfolg", sondern wußte auch besondere Worte des Lobes und der Anerkennung über das neue Deutschland und seine augenfälligen Erfolge zu finden. Das deutsche Volk habe in den letzten Jahren einen Lebensmut und eine Tatkraft gezeigt, die man zehn Jahre zurück kaum erwarten konnte.

Baurat Dr.-Ing. e. h. F. Neuhaus fand in seiner Begrüßungsansprache als Präsident des gastgebenden Deutschen Normenausschusses bemerkenswerte Ausdeutungen der Normung, die er als ein Mittel der Ordnung pries. Der Trieb zur Ordnung sei eine schöpferische Urkraft, die seit Anbeginn aller Entwicklung im Kosmos unablässig wirke und das Leben in seinen vielfältigen Erscheinungsformen in Pflanzen, Tieren und Menschen richte. Beim Menschen wirke sich der Urtrieb zur Ordnung dahin aus, daß all sein Schaffen im tiefsten Sinn auf einer Ordnung beruhe und nur durch sie bestehen könne. Der Sinn für Ordnung befähige uns, uns mit verhältnismäßig einfachen Mitteln in einer unübersehbaren Vielzahl der Erscheinungen zurechtzufinden. Vielleicht sei auch bei der bunten Fülle des künstlerischen Ausdruckes die Empfindung, daß dahinter das schlichte Gesetz der Ordnung walte, der tiefere Grund für das erhebende Gefühl echter Freude, das uns beim Betrachten eines wahren Kunstwerkes beseelt. So ist auch alles, was den Ablauf des täglichen Geschehens im Gewerbe, Handel und Verkehr regelt, ein Ergebnis der Normung. Die gewaltige Arbeitsaufgabe, einer wachsenden Bevölkerung mehr und bessere Nahrung, Kleidung und Wohnung, mehr und edleres Behagen körperlicher und geistiger Art zu schaffen, ist ohne die Normung nicht zu lösen. Trotzdem sei sie stets nur Mittel, nie Zweck; Diener, nie Herr. Das Leben selbst, der schöpferische Geist, seien ihre Herren, sie bedienten sich ihrer und wiesen ihr die Aufgaben zu. Wenn wir uns dieser Stellung der Normung stets bewußt blieben, dann würden wir das rechte Maß an Bescheidenheit wahren; dann hätten wir aber auch das Recht, den schöpferischen Geist zu mahnen, sich seines treuen Dieners zu erinnern und sich von ihm helfen zu lassen.

Vom Führer und Reichskanzler war auf das zur Eröffnung der ISA.-Tagung an ihn abgesandte Begrüßungstelegramm folgende Antwort eingegangen: „Den zur Internationalen Normentagung in Berlin versammelten in- und ausländischen Vertretern danke ich für ihre Grüße, die ich mit meinen besten Wünschen für einen erfolgreichen Verlauf der Tagung herzlich erwidere.

gez. Adolf Hitler."

Somit klang der festliche Höhepunkt der Berliner ISA.-Sitzungsreihe in jeder Weise harmonisch aus. Ueber die Erfolge der Normenangleichung wird noch Weiteres und Endgültiges zu berichten sein. Es ist aber schon heute kein Geheimnis, daß die Berliner Tagung auf allen Arbeitsgebieten eine Fülle von Anregungen und von Erfolgen erzielt hat.

BIBLIOTEKA POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ

Hausbau mit Austauschwerkstoffen

Eine praktische Sonderschau der Leipziger Herbstbaumesse 1938

Nachdem schon im letzten Jahre auf der Leipziger Messe ein Siedlungshaus aus rein deutschen Werkstoffen gezeigt worden ist, sieht man auf der kommenden Leipziger Herbstmesse, die vom 28. August bis 1. September 1938 stattfindet, erstmalig ein großes Wohnhaus mit acht Dreizimmerwohnungen in unmittelbarer Nähe des Messegeländes, bei dem ebenfalls die Werkstoffe und Materialien aus deutschen Rohstoffen hergestellt sind. Sie haben inzwischen ihre Feuerprobe in der Praxis bestanden, und es hat sich erwiesen, daß die neuen Werkstoffe nicht nur zahlreiche Metalle ersetzen können, sondern daß sie auch größtenteils im Preise wie in der Brauchbarkeit erheblich günstiger sind. Besonders interessant sind hier z. B. Leitungsrohre aus Porzellan und Kunstharzen, Wandverkleidungen und Dachplatten in feuerfesten Ausführungen sowie Regenrohre und -rinnen aus Asbest-Zement. Die Verwendung der neuen Baustoffe auch in Hochbauten erbringt den Beweis für ihre vielleicht noch angezweifelte Festigkeit und dürfte darum auch für Fachleute aus anderen Ländern interessant sein, die für Installationseinrichtungen und andere Zwecke bisher häufig Materialien zu verwenden gewohnt waren, welche an Ort und Stelle nicht erreichbar sind. Gerade auch für sie dürfte manches auf dieser Schau nachahmenswert erscheinen, da es zu einer wesentlichen Verbilligung bei der Durchführung von Bauvorhaben führt.

Bücherecke

„Neon-Leuchtröhren." Ihre Fabrikation, Anwendung und Installation. Ing. P. Möbius, VDI. Verlag Hachmeister & Thal, Leipzig. 2. Auflage 1938, 67 Abb. 80 S.

So sehr sich bis heute die bekannten Edelgasröhren verschiedenster Ausführung, insbesondere die Neon-Leuchtanlagen, bereits eingeführt haben, so geheimnisvoll mag die Entstehung des in seiner Wirkung so reizvollen Röhrenlichtes noch vielen geblieben sein und selbst solchen, die häufig damit umzugehen haben.

Die Literatur, die über die physikalischen Grundlagen der sogenannten „kalten Flammen" Aufschluß gibt, ist zwar in reichlichem Maße vorhanden, doch sind diese auf mehr oder weniger hohem wissenschaftlichem Niveau stehenden Abhandlungen meist nicht geeignet, dem Praktiker die für sein Arbeitsgebiet notwendige Brücke von Wissenschaft zur praktischen Arbeit darzustellen.

Es kann deshalb die Herausgabe der von Herrn Ing. P. Möbius bearbeiteten Broschüre „Neon-Leuchtröhren" im Interesse der Praxis freudig begrüßt werden, zumal sie in gemeinverständlicher Art einen tiefen Einblick nicht nur in das Wesen, sondern auch in den Aufbau der Neonröhren und ihrer Behandlung vermittelt.

Für den Elektroinstallateur, der mit der Anbringung und Wartung solcher Anlagen sich zu befassen hat, kommt es weniger darauf an, über die Theorie der Edelgasröhren genauestens unterrichtet zu sein, als vielmehr darauf, zu wissen, wie er mit derartigen Anlagen umzugehen und welche Maßnahmen er beim Bau und Betrieb zu treffen hat. An einem derartigen, für den Praktiker unentbehrlichen Rüstzeug hat es bislang gefehlt. Diese Lücke ist nunmehr durch die vorgenannte Broschüre ausgefüllt. Sch.

Aus den VDI-Vereinen

Bochumer Bezirksverein

Mitgliederbewegung

Neuanmeldungen:

Beckers, Paul, Betr.-Ing., Witten, Josefstraße 5, in Firma Märkische Seifenindustrie, Witten, ordentliches Mitglied (unterstützt von den Herren Josef Hardes und Dipl.-Ing. F. Bähr).

Röbke, Fritz, Dr. phil., Bochum-Werne, Wittekindstraße 39, in Firma Harpener Bergbau AG., Benzolreinigung Amalie, ordentliches Mitglied (unterstützt von den Herren Obering. Hülsbruch und Dipl.-Ing. C. Huck).

Neuaufnahmen:

Boleg, Kurt, Dipl.-Ing., in Firma Gebr. Eickhoff, wohnhaft Bochum, Yorkstraße 16 I (ordentliches Mitglied).

Körmann, Hans, Dipl.-Ing., Witten (Ruhr), Kleff 45 (bisher: Westf. BV.).

Sauter, Hans, Dipl.-Ing., in Firma Bochumer Verein, wohnhaft Bochum, Alleestraße 31 (ordentliches Mitglied).

Schröder, Hans, Ing., Bochum, Liebigstraße 21 (bisher: Bodensee-BV.).

Teich, Paul, Fabrikant, Bochum, Blumenstraße 53 (ordentliches Mitglied).

Anschriftsänderung:

Jäger, Valentin, Obering., in Firma Flottmann AG., Herne, wohnhaft Herne, Schützenplatz 10 (bisher: Herne, Shamrockstraße 54).

Austrittserklärung:

Clemens, Ludwig, Ing., Wuppertal-Langerfeld, Lippestraße 17 (in den Bergischen BV.).

Hoffmann, Josef, Ing., in Firma Maschinen- und Kranbau Leo Gottwald AG., wohnhaft Düsseldorf, Fürstenwall 84, bei Pfeil (in den Niederrhein. BV.).

Gestorben:

Zeisel, Paul, Dipl.-Ing., Obering., in Firma Erz- und Kohle Flotation G. m. b. H., Bochum, an der Kaiserau 8.

Emscher-Bezirksverein

Mitgliederbewegung

Anschriftenänderungen:

Netzsch, Fritz, Reichsbahnbauassessor, Recklinghausen, Börsterweg 22a (früher: Recklinghausen, Kaiserwall 14).

Steinmetz, Heinrich, Ing., Recklinghausen, Hans-Schemm-Str. 17 (früher: Recklinghausen, Hohenzollernstraße 17).

Schütte, Christlieb, Ing., Bocholt i. W., Straße der SA 20 l., r. (früher: Bocholt i. W., Bahnhofstraße 6).

Werth, Wilhelm, Ing., Bocholt i. W., Askanenstraße 8 (früher: Bocholt, Realschulstraße 18).

Uebertritt zum anderen Bezirksverein:

Feighofen, Hans, Ing., Siegen i. W., Adolf-Hitler-Straße 32 (zum Siegener BV.).

Teutoburger Bezirksverein

Mitgliederbewegung

Aufnahmen als ordentliches Mitglied:

Adam, Hermann, Betr.-Ing., Phönix-Nähmaschinen-AG., Schötmar i. Lippe, Wilhelmstraße 10.

Henkel, Georg, Ing., Benteler Werke AG., Bielefeld, Niedermühlenkamp 2.

Siebemann, Hans, Fabrikant, Bünde i. W., Winkelstraße 34.

Schründer, Guido, Betriebsleiter, J. Schründer Söhne, Münster i. W., Goldstraße 60.

Aufnahme als besuchendes Mitglied:

Henkelmann, Bernh., Ing., Beumer, Maschinenfabrik, Beckum, Lippweg 20.

Uebertritt zum anderen Bezirksverein:

Traschel, Edmund, Dipl.-Ing., Betriebsleiter, Dortmunder Straßenbahn, Dortmund, Märkische Straße 6, zum Westf. BV. (früher: Minden, Wilhelmstraße 6, gleichzeitig Neuaufnahme).

Dieser Ausgabe liegt ein Werbeblatt der Firma G. Siebert, G. m. b. H., Hanau, bei, das wir der Aufmerksamkeit unserer Leser empfehlen.

Regeln für Abnahmeversuche an Dampfkesseln. VDI-Dampfkesselregeln. DIN VDI 1942. Hrsg. vom Verein deutscher Ingenieure. Berlin: VDI-Verlag; Mitvertrieb: Beuthverlag 1937. 16 S. mit 9 Abb. 4⁰ [A 4130

Regeln für die Durchflußmessung mit genormten Düsen und Blenden. VDI-Durchflußmeßregeln. DIN 1952. 4. Aufl. Berlin: VDI-Verlag; Mitvertrieb: Beuthverlag 1937. II, 23 S. mit 67 Abb. im Text u. auf 9 Taf. 4⁰ [A 4131

Reutlinger, Ernst, und Maurice Gerbel: Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie. 2 Bde. Berlin 1927—1930. J. Springer. 8⁰ [4033

Bd 1. Gleichzeitig 3. Aufl. von Urbahn-Reutlinger. Ermittlung der billigsten Betriebskraft für Fabriken. 1927. III, 264 S. mit 109 Abb.

Bd 2. Gleichzeitig 3. Aufl. von Gerbel, Kraft- und Wärmewirtschaft in der Industrie (Abfallenergieverwertung). 1930. VII, 338 S. mit 102 Abb.

Richtlinien für den Turbinenbetrieb. Hrsg. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung in Vereinbarung mit der Wirtschaftsgruppe Maschinenbau. Ausg. 1937. Berlin 1937. Franckh. 28 S. mit 1 Abb. 8⁰ [4104

Ritter, Franz: Korrosionstabellen metallischer Werkstoffe, geordnet nach angreifenden Stoffen. Wien 1937. J. Springer. V, 193 S. 4⁰ [A 4132

Rößler, Julius: Wirkungsweise, Aufbau und richtige Bedienung von Sammelheizungsanlagen. Leipzig 1937. M. Jänecke. IV, 74 S. mit 56 Abb. 8⁰ [3911

Rosin, Paul Otto, u. Reinhard Fehling: Das lt-Diagramm der Verbrennung. Berlin 1929. VDI-Verlag. I, 32 S. mit 35 Abb. u. 10 Taf. 4⁰ [GA 4049

Ruhrkohlenhandbuch. Ein Hilfsbuch für den industriellen Verbraucher von festen Brennstoffen des Ruhr-, Aachener und Saarbergbaues. Hrsg. vom Rheinisch-Westfälischen Kohlensyndikat. 3. Aufl. Berlin 1937. J. Springer. 311 S. mit Abb. u. Taf. 8⁰ [3910

Schack, Alfred: Der industrielle Wärmeübergang für Praxis und Studium mit grundlegenden Zahlenbeispielen. Düsseldorf 1929. Verlag Stahleisen. VIII, 411 S. mit 41 Abb. 8⁰ [G 4036

Schmatolla, Ernst: Die Brennöfen für Tonwaren, Kalk, Magnesit, Zement und dergl. mit besonderer Berücksichtigung der Gasbrennöfen. 4. Aufl. Leipzig 1926. M. Jänecke. VI, 151 S. mit 150 Abb. im Text u. auf 2 Taf. 8⁰ [4037

Schmitz: Aus 40 Jahren Elektrowirtschaft. Selbsterlebtes. Ernst und Humor. Paderborn 1936. Selbstverlag. 208 S. 8⁰ [4146

Schornsteinhandbuch. Bd 1 u. Bd 2, H. 1. 1936—1937. 8⁰ [4105

Bd 1. Schumacher, Ernst: Die theoretischen Grundlagen. München 1936. R. Oldenbourg. 141 S. mit 38 Abb. im Text u. auf 6 Taf.

Bd 2. H. 1. Jäcker, Otto R.: Leistung des Schornsteins Hagen (Westf.) 1937. O. Hammerschmidt in Komm. 87 S. mit 3 Taf.

Schüle, Wilhelm: Neue Tabellen und Diagramme für technische Feuergase und ihre Bestandteile von 0⁰ bis 4000⁰ C mit Einschluß der Dissoziation nebst Begründung und Anwendungen. Berlin 1929. J. Springer. VI, 116 S. mit 51 Abb. u. 2 Taf. 8⁰ (Technische Thermodynamik. Beih. 1.) [4039

Schulz, W.: Elektrische Heizeinrichtungen für Industrie und Gewerbe. 2. Aufl. Frankfurt (Main) 1937. Selbstverlag. VI, 144 S. mit 260 Abb. 8⁰ [4160

Simon, Friedrich: Energiewirtschaft. Betriebsführung und Verwaltung von Gas- und Elektr.-Versorgungsunternehmungen. Halle (Saale) 1937. Presse und Wirtschaft Verlagsgesellschaft. 157 S. 8⁰ [4106

Spethmann, Hans: Die geschichtliche Entwicklung des Ruhrbergbaus um Witten und Langendreer. Ein Beitrag zur Heimatkunde des Ruhrgebiets. Gelsenkirchen 1937. C. Bertenburg. 163 S. mit 72 Abb. u. 2 Kt. 8⁰ [4107

Splittgerber, Arthur: Kesselspeisewasserpflege. Leipzig 1937. Akademische Verlagsgesellschaft. 74 S. mit 54 Abb. 8⁰ (S.-A. aus: Ergebnisse der angewandten physikalischen Chemie. Bd 4, T. 2.) [4108

[Stahl] Werkstoffhandbuch Stahl und Eisen. Hrsg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. Bearb. von Karl Daeves. 2. Aufl. Düsseldorf 1937. Verlag Stahleisen. Gefr. Pag. 8⁰ (In Loseblattbuchform.) [4148

Stahlfibel. Hrsg. von der Beratungsstelle für Stahlverwendung. Düsseldorf 1938. Selbstverlag. 48 S. mit Abb. u. 1 Taf. 4⁰ (Stahl überall. Sonderausg. 1938.) [A 4155

Stauber, Georg: Gasmaschinen und Kompressoren mit Wasserkolben. Mit einem Anhang: Engel, Friedrich: Die Flüssigkeitsbewegung in Wasserkolbenmaschinen. München 1937. R. Oldenbourg. 137 S. mit 86 Abb. 8⁰ [4109

Steger, Walter: Wärmewirtschaft in der keramischen Industrie. Dresden 1927. T. Steinkopff. X, 147 S. mit 48 Abb. 8⁰ [4040

Stein, Theodor: Energiewirtschaft. Grundlagen und Kostenaufbau der Gewinnung, Veredlung und des Verbrauches von Kohle, Erdöl, Gas und Elektrizität. Berlin 1935. J. Springer. VIII, 158 S. mit Abb. 4⁰ [A 4050

Taschenbuch für Keramiker. Jg. 29 (1937). Textband. Berlin 1936. Chemisches Laboratorium für Tonindustrie. 431 Text- u. Reklame-S. mit Abb. 8⁰ [J 3

[Technik] Die Technik des Fahrzeuges. Die Prüfung der technischen Fahrzeugkenntnisse. Prüfungsfragen mit Antworten. Remagen (Rhein) o. J. Verkehrsverlag. 63 S. mit Abb. 8⁰ [4110

Ten Bosch, Maurits: Die Wärmeübertragung. 3. Aufl. Berlin 1936. J. Springer. IX, 282 S. mit 148 Abb. u. 5 Taf. 8⁰ [4034

Thoelz, Willi: Kraftwagen-Sauggaserzeuger für Holz und Holzkohle. Entwicklung, Einbau und Betrieb. Berlin 1937. R. C. Schmidt. 141 S. mit 57 Abb. 8⁰ [4000

Thum, August, u. Heinrich Ochs: Korrosion und Dauerfestigkeit. Berlin 1937. VDI-Verlag. VI, 109 S. mit 65 Abb. 8⁰ [4111

Tölke, Friedrich: Talsperren. Staudämme und Staumauern. Berlin 1938. J. Springer. XI, 734 S. mit 1189 Abb. 4⁰ (Wasserkraftanlagen. Hrsg. von Adolf Ludin. Hälfte 2, T. 1.) [A 4159

Ubbelohde, Leo: Zur Viskosimetrie. Mit einem Anhang: Internationale Tabellen für Viskosimeter. 2. Aufl. Leipzig 1936. S. Hirzel. 41 S. mit 12 Abb. 4⁰ [A 4133

Vereinshandbuch des Vereins Mitteleuropäischer Eisenbahnverwaltungen. Hrsg. anläßlich des 90jährigen Bestehens des Vereins. Berlin 1936. Selbstverlag. 378 S. 8⁰ [4158

Vielsprachen-Wörterbücher nach der Einsprachen-Anordnung. Bd. 1—3. München 1937. R. Oldenbourg. 8⁰ [3904

Bd 1. Grundbegriffe der Technik. II, 279 S.

Bd 2. General technical Terms. II, 218 S.

Bd 3. Technologie générale. II, 272 S.

Volkmann, Theodor: Chemische Technologie des Leuchtgases. Leipzig 1915. O. Spamer. VIII, 220 S. mit 83 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8⁰ [4035

[Wärmeverluste] Wärme- und Kälteverluste isolierter Rohrleitungen und Wände. Tabellarische Zusammenstellung. Hrsg. von Grünzweig & Hartmann, Ludwigshafen (Rhein). Berlin 1928. J. Springer. 269 S. mit 6 Abb. 8⁰ [4041

Waeser, Bruno: Handbuch der Schwefelsäurefabrikation. Nach der 4. Aufl. von Lunges Handbuch der Schwefelsäurefabrikation bearb. 3 Bde. Braunschweig 1930. F. Vieweg. 8⁰ [4135

Bd 1. Die Gewinnung des Schwefeldioxyds. XXVIII, 848 S. mit 222 Abb.

Bd 2. Die Verarbeitung von Schwefeldioxyd auf Schwefelsäure (Bleikammer- und Turmverfahren). VIII, 578 S. mit 274 Abb.

Bd 3. Die Verarbeitung von Schwefeldioxyd auf Schwefelsäure (Kontaktverfahren). VIII, 610 S. mit 135 Abb.

Walther, Karl: Motortreibmittel. Dresden 1937. T. Steinkopff. VIII, 108 S. mit 19 Abb. 8⁰ [4112

Weickert, Friedrich: Hochspannungsanlagen. 3. Aufl. Leipzig 1937. M. Jänecke. VIII, 341 S. mit 275 Abb. 8⁰ [4113

Werkstoffnormen. Stahl, Eisen, Nichteisenmetalle. Technische Lieferbedingungen, Eigenschaften, Abmessungen. Hrsg. vom Deutschen Normenausschuß. 12. Aufl. Berlin 1938. Beuthvertrieb. 193 S. mit Abb. 8⁰ [4114

Wiehle, Ernst: 324 Fragen und Antworten über elektrische Maschinen zur Vorbereitung auf Prüfungen für Gesellen und Meister der Elektrowerkstätten. Kleinmachnow, Post Berlin-Zehlendorf 1938. T. Biller. 32 S. 8⁰ [4151

Wigge, Heinrich: Hochfrequenzmeßtechnik. Stuttgart 1937. Franckh. III, 95 S. mit 166 Abb. 4⁰ [A 3907

Winkler, Klemens: Lehrbuch der technischen Gasanalyse. 5. Aufl. Bearb. von Otto Brunck. Leipzig 1927. A. Felix. XII, 248 S. mit 101 Abb. 8⁰ [4042

Wünsch, Guido, u. Hans Rühle: Meßgeräte im Industriebetrieb. Berlin 1936. J. Springer. VII, 315 S. mit 371 Abb. 8⁰ [4043

Zschimmer, Eberhard: Deutsche Philosophen der Technik. Stuttgart 1937. F. Enke. II, 115 S. 8⁰ [3909