

## Das Verhalten verschiedener Stähle bei tiefen Temperaturen

Von Dr.-Ing. HERMANN JOSEF SCHIFFLER, Deutsche Röhrenwerke A.-G., Düsseldorf\*)

Mit steigender Temperatur wird die Beweglichkeit der Atome größer, und die metallischen Körper werden immer plastischer, bis sie schließlich den flüssigen Aggregatzustand erreichen. Umgekehrt werden die Eigenschwingungen der Atome mit sinkender Temperatur langsamer, die metallischen Körper werden fester und starrer, und viele von ihnen büßen an Dehnbarkeit und Zähigkeit ein. Nur bei wenigen Metallen, wie Blei, Nickel und Kupfer, und bei austenitischen Stählen tritt entweder kein merklicher Abfall oder sogar noch ein geringfügiger Anstieg der Zähigkeit ein. Für die verwickelten Apparate der Luftverflüssigung wurde deshalb früher bevorzugt das gut verarbeitbare Kupfer verwendet. Um Kupfer und Kupfer-Legierungen einzusparen, werden heute in steigendem Maße Stähle verwendet, von denen nachfolgend die **Stahllegierungen** behandelt werden, die in jüngster Zeit als ausgesprochene Austauschstähle mit geringsten Gehalten an Sparstoffen entwickelt worden sind, und die bei tiefen Temperaturen noch ausreichende Zähigkeit besitzen.

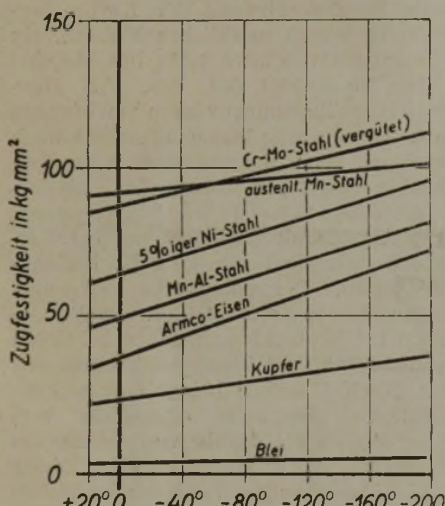


Abb. 1. Festigkeit in Abhängigkeit von der Temperatur.

Mit sinkender Temperatur steigen die Härte, die Streckgrenze und die Festigkeit von Stählen an. In Abb. 1 ist für verschiedene unlegierte, niedriglegierte und hochlegierte Stähle und für die Metalle Kupfer und Blei der Anstieg der Zugfestigkeit mit sinkender Temperatur aufgetragen. Bei  $-200^{\circ}$  liegt die Festigkeit bis zu 100% höher als bei Raumtemperatur. Die Dehnung wird nur wenig verändert, während die Einschnürung sich meist stark verringert, wie in Abb. 2 die Gegenüberstellung zweier bei Raumtemperatur und bei  $-50^{\circ}$  gerissener Zugproben eines weichen Kohlenstoff-Stahles mit etwa 0,1% Kohlenstoff zeigt.

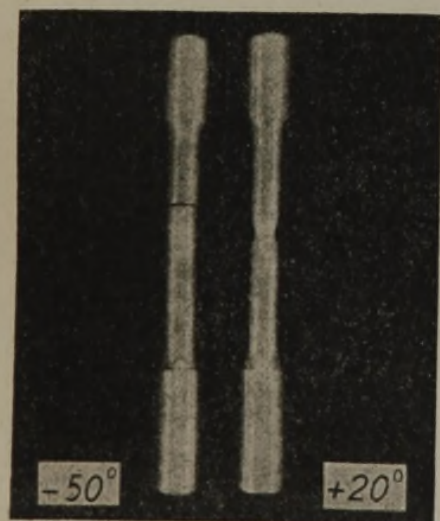


Abb. 2. Einfluß der Prüftemperatur auf die Einschnürung.

Erhebliche Unterschiede treten bei tiefen Temperaturen in der Kerbschlagzähigkeit auf. Die meisten Stähle werden mit sinkender Temperatur sehr schnell spröde; nur wenige Stahlgüten besitzen dann noch eine ausreichende Zähigkeit. Als Maß

für die Eignung eines Stahls für tiefe Temperaturen könnte also entweder die Einschnürung beim Zugversuch oder die Kerbschlagzähigkeit dienen. Da der Zugversuch gegenüber dem Kerbschlagversuch erheblich schwieriger durchzuführen ist, darf der **Kerbschlagversuch** als besonders geeignete Prüfmethode für den Einsatz von Stählen in der Kältetechnik angesehen werden, weshalb er genauer betrachtet werden soll.

Von wesentlichem Einfluß auf die Höhe des Kerbschlagwertes ist die Probenform. Die mit der üblichen DVM-Probe ( $55 \times 10 \times 10$  mm mit 3 mm tiefem Kerb von 2 mm Durchmesser) bei tiefen Temperaturen erhaltenen Werte sind oft so schlecht, daß bei ihrer ausschließlichen Verwendung vielfach der Einsatz an sich guter Tieftemperaturstähle in Frage gestellt wäre, was nicht im Interesse eines vernünftigen Werkstoffaustausches liegt. Die mit halbrundem Kerb versehene Bennek-Probe<sup>1)</sup> ( $55 \times 10 \times 8$  mm mit 4 mm tiefem Halbrundkerb von 8 mm Durchmesser) dagegen ist milder. Der Steilabfall der Kerbschlagzähigkeit wird bei der Bennek-Probe

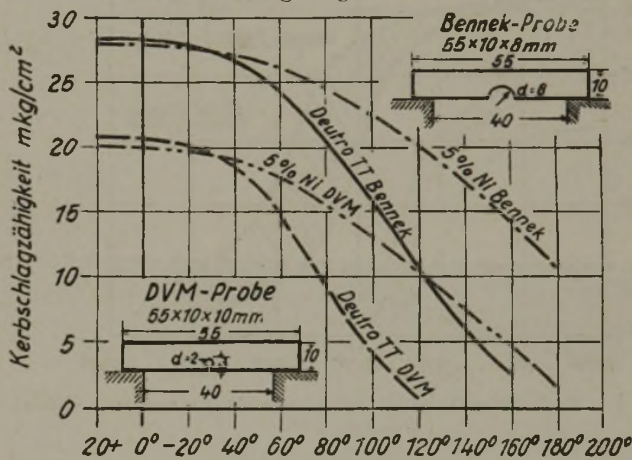


Abb. 3. Einfluß der Probenform auf die Kerbschlagzähigkeit.

um  $40-60^{\circ}$  zu tieferen Temperaturen gegenüber der DVM-Probe verschoben (siehe Abb. 3).

In Vergleichsversuchen mit Kerbschlagproben verschiedener Kerbtiefe stellte Antoniolli<sup>2)</sup> ebenfalls fest, daß Proben mit weniger tiefem Kerb eine bessere Unterscheidungsmöglichkeit der Werkstoffe ergeben als solche mit tieferem Kerb; die mildere Probe ist daher der schärferen vorzuziehen. Die Bennek-Probe dürfte deshalb meistens für die Prüfung bei tiefen Temperaturen besser geeignet sein, oder man muß für die DVM-Probe entsprechend niedrigere Garantiewerte ansetzen.

Die vorausgegangenen grundsätzlichen Erwägungen über die Probenform beim Kerbschlagversuch schließen natürlich nicht die Eignung der DVM-Probe für besonders scharfe vergleichende Prüfungen aus. Das mag Abb. 4 erläutern,

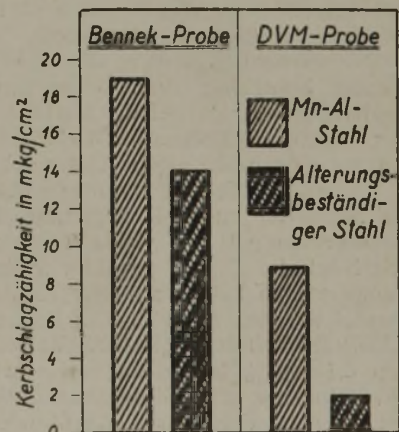


Abb. 4. Kerbschlagzähigkeit bei  $-80^{\circ}$  eines Mn-Al- und eines alterungsbeständigen Stahles.

\*) Für ihre verständnisvolle Mitarbeit sei an dieser Stelle auch den Herren Dipl.-Ing. W. Hirsch und Dr.-Ing. O. Diedenhofen gedankt.

<sup>1)</sup> Techn. Mitt. Krupp, Forschungsber. 6, 143 [1943].  
<sup>2)</sup> Metallurgia ital. 23, 1 [1941].

in der die Kerbschlagzähigkeit eines niedriglegierten Mn-Al-Stahls mit 0,9% Mn und 0,4% Al und eines unlegierten, alterungsbeständigen Stahls gegenübergestellt sind. Während bei der *Bennek*-Probe beide Stähle gute Werte ergeben, zeigt sich bei der *DVM*-Probe deutlich eine Überlegenheit des Mn-Al-Stahls.

Für eine eingehendere Betrachtung der für die Kälte-technik geeigneten Stähle sei folgende Unterteilung vorgenommen:

1. unlegierte Stähle
2. niedriglegierte, weichgeglühte Stähle
3. niedriglegierte, vergütete Stähle
4. austenitische Stähle.

### 1. Unlegierte Stähle.

Bei den unlegierten Stählen beginnt schon unter  $-20^{\circ}$  das plastische Formänderungsvermögen zu verschwinden, wobei Thomas-Stahl und das stark überfrischte Armco-Eisen besonders ungünstig abschneiden. Man weiß z. B. auch aus Erfahrungen mit Schienenbrüchen in besonders kalten Wintern in Rußland, daß die üblichen unlegierten Stähle bereits zwischen  $-20$  und  $-40^{\circ}$  verspröden. Eine Ausnahme machen, wie schon vorher erwähnt, alterungsbeständig erschmolzene Stähle, die bis etwa  $-50^{\circ}$ , manche sogar bis  $-80^{\circ}$  und darunter verwendet werden können<sup>3)</sup>.

In Abb. 5 ist das Verhalten der verschiedenen unlegierten Stähle kurvenmäßig dargestellt. Für die alterungsbeständigen Stähle ist ein Streubereich eingetragen, da an verschiedenen, aus der normalen Röhrenproduktion entnommenen, geschmie-

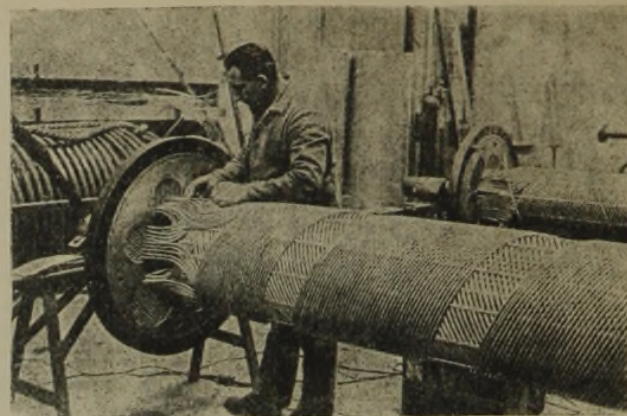


Abb. 6. Kreuzgegenströmer der Tieftemperaturtechnik.

komte bisher nicht eindeutig geklärt werden, da starke Streuungen in den Kerbschlagwerten auftraten. Besonders beim Aluminium wurden teilweise ausgezeichnete Werte gefunden.

Die Al- und die Mn-Stähle wurden weiter nach Zugabe eines zweiten Legierungselementes untersucht. Bei den Al-Ni- und Al-V-Stählen konnten wiederum wegen starker Streuungen der Werte bisher keine eindeutigen Ergebnisse erzielt werden. Al-Mo-Stähle verhielten sich bei Mo-Gehalten von etwa 2% sehr günstig, haben aber wegen des hohen Molybdän-Anteils nur theoretisches Interesse. Bei Zugabe von etwa 0,5% Titan zum Mn-Stahl trat eine Verschlechterung der Kerbschlagzähigkeit ein, Silicium hatte keinen merklichen Einfluß, ein allerdings hoher Vanadin-Zusatz von etwa 1,5% brachte eine weitere Verbesserung des Mn-Stahles mit sich. Als überraschend günstig erwies sich das Zusammenwirken von Mangan und Aluminium. Da die Beschaffung dieser Elemente auch bei der heutigen Rohstofflage keine Schwierigkeiten bereitet, wurden diese Mn-Al-Stähle eingehend untersucht. Als besonders geeignet wurde ein Stahl mit etwa 0,1% Kohlenstoff, 0,9% Mangan und 0,4% Aluminium gefunden, der bei Verwendung der *Bennek*-Probe gleichbleibende gute Kerbschlagwerte bis etwa  $-130^{\circ}$  ergab. Bei unlegierten alterungsbeständigen Stählen treten — wie bereits früher erwähnt — sehr starke Schwankungen bei Kerbschlagversuchen bei tiefen Temperaturen auf. Diese Stähle sind bekanntlich stark mit Aluminium desoxydiert. Nach *Wiestler*<sup>4)</sup> bringt eine weitere Erhöhung des Aluminium-Gehaltes keine zusätzliche Verbesserung. Demgegenüber werden bei Zugabe von Aluminium zum Mn-Stahl mit Sicherheit gute Werte erzielt. Dieses günstige Verhalten von Mn-Al-Stählen wird auch durch Untersuchungen von *Kuschmann*<sup>5)</sup> und *Juretzek u. Trommer*<sup>6)</sup> bestätigt. In Abb. 7 ist bis zu Temperaturen der flüssigen Luft

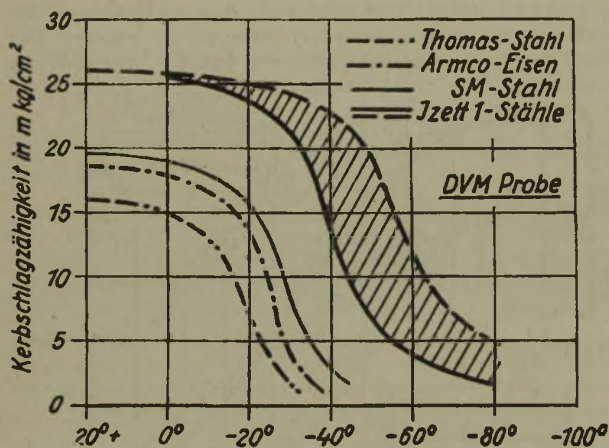


Abb. 5. Kerbschlagzähigkeit verschiedener unlegierter Stähle; weichgeglüht.

deten Knüppeln starke Unterschiede gefunden wurden. Die Knüppel entstammten verschiedenen Chargen, die aber alle alterungsbeständig waren. Die Alterungsbeständigkeit ist demnach kein zuverlässiges Maß für die Kerbschlagzähigkeit bei tiefen Temperaturen.

### 2. Niedriglegierte, weichgeglühte Stähle.

Im Apparatebau ist vielfach, etwa beim Fertigen großer Schlangensysteme, von denen in Abb. 6<sup>4)</sup> ein Beispiel gezeigt ist, eine Vergütung nicht möglich. In solchen Fällen müssen Stähle verwendet werden, die ohne eine umständliche Vergütung brauchbar sind. Über den Einfluß verschiedener Legierungselemente auf die Kerbschlagzähigkeit von Stählen mit niedrigem Kohlenstoff-Gehalt bei tiefen Temperaturen wurden eingehende eigene Untersuchungen durchgeführt.

Eines der Metalle, von denen bekannt war, daß es sowohl als Metall als auch als Legierungselement hervorragend für Beanspruchungen bei tiefen Temperaturen geeignet ist, ist das Nickel. Niedrig gekohlte 3%ige Ni-Stähle können für Temperaturen bis etwa  $-100^{\circ}$ , 5%ige sogar bis  $-150^{\circ}$  verwendet werden. Nach eigenen Feststellungen kann die Kerbschlagzähigkeit der 3%igen Ni-Stähle durch geringe Ti-Zusätze von 0,1—0,2% bedeutend verbessert werden. Bei geringen Querschnitten, z. B. Stabquerschnitten unter 20 mm, wurden bei einem solchen Stahl Werte wie beim 5%igen Ni-Stahl gefunden.

Die gleich gute Wirkung wie beim Nickel konnte bei keinem der sonst untersuchten Elemente festgestellt werden.

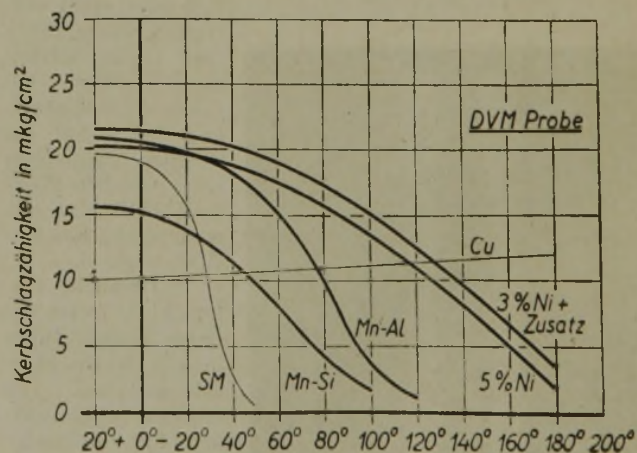


Abb. 7. Kerbschlagzähigkeit verschiedener niedriglegierter Stähle; weichgeglüht.

die Kerbschlagzähigkeit des Mn-Al-Stahls anderen weichgeglühten Stählen gegenübergestellt. Lediglich die Ni-Stähle verhalten sich günstiger als der Mn-Al-Stahl.

<sup>3)</sup> *Wiestler*, Stahl u. Eisen 63, 41, 64 [1949].

<sup>4)</sup> Von Ges. f. Linde's Eismaschinen zur Verfügung gestellt.

<sup>5)</sup> Diskussionsbeitrag VdEh Werkstoffausschuß-Sitzung am 6. 10. 42.

<sup>6)</sup> *Gießerei* 30, 21 [1943]; ref. Stahl u. Eisen 68, 447 [1943].

### 3. Niedriglegierte Vergütungsstähle.

Das Verhalten, vor allem die Kerbschlagzähigkeit, niedriglegierter Vergütungsstähle bei tiefen Temperaturen ist in den letzten Jahren in umfangreichen Arbeiten<sup>3,7)</sup> eingehend behandelt worden. Hier seien nur einige typische Beispiele aufgezeigt. Die nach Ölabschreckung von 850° und Anlassen auf 600° an Cr-Mo-, Cr-Ni- und Cr-Mn-Vergütungsstählen ermittelten Werte sind in Abb. 8 im Vergleich mit einem weichen

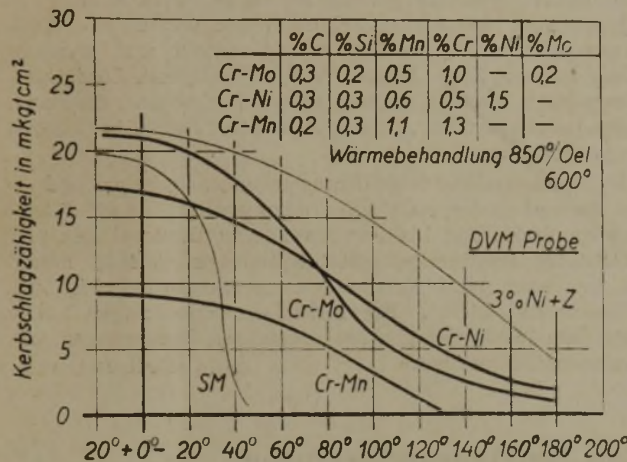


Abb. 8. Kerbschlagzähigkeit verschiedener niedriglegierter Stähle; vergütet.

Kohlenstoff-Stahl und einem weichgeglühten 3%igen Ni-Stahl aufgetragen. Die umständliche Vergütungsbehandlung ist im Apparatebau nicht immer durchführbar, weshalb es vorteilhaft sein kann, in solchen Fällen weichgeglühte Stähle anzuwenden.

### 4. Austenitische Stähle.

Schon seit längerer Zeit sind in der Kältetechnik die austenitischen Cr-Ni-Stähle zur Verwendung gekommen. Allmählich ging man zu den austenitischen Cr-Mn-Stählen über, die wegen der Nickel-Knappheit auch mehr der Rohstofflage gerecht werden. Vornehmlich verwendet wurden die Stähle mit etwa 18% Mangan und 10% Chrom, mit denen gleich gute, z. T. sogar noch bessere Werte als mit den Cr-Ni-Stählen erreicht werden. Stähle mit etwa 10% Mangan und 18%

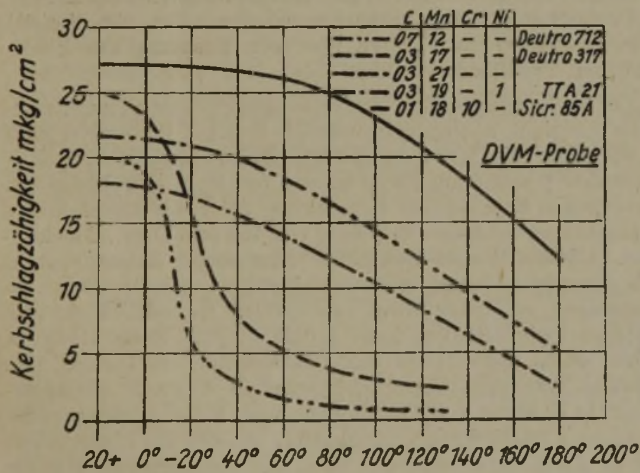


Abb. 9. Kerbschlagzähigkeit austenitischer Mn-Stähle; 1050° Luftabkühlung.

Chrom ergeben wegen ihres nicht vollausenitischen Charakters nicht so gute Werte und sind deshalb weniger geeignet. Die angespannte Lage auf dem Chrom-Markt zwang dann aber zur möglichst weitgehenden Einsparung auch dieses Elementes und lenkte die Entwicklung auf die unmagnetischen austenitischen Mn-Stähle, die in den letzten Jahren bereits in großem Umfang für wichtige andere Zwecke eingesetzt worden sind.

Nach einigen Änderungen der bisher üblichen Zusammensetzung wurden bei diesen Stählen ausgezeichnete Ergebnisse gefunden. Ein Stahl mit etwa 21% Mangan und etwa 0,35% Kohlenstoff ergab ausreichende Werte bis —185°. Ein Austausch von 2% Mangan gegen 1% Nickel brachte eine weitere

<sup>7)</sup> Krusch u. Haupt, Arch. Eisenhüttenwes., 13, 299 [1940].

Verbesserung der Kerbschlagzähigkeit bei tiefen Temperaturen um 60—100%. Außerdem ist ein 19%iger Mn-Stahl mit 3—5% Chrom entwickelt worden, der etwa die gleichen Eigenschaften aufweist. Da diese Stähle im Gegensatz zum 5%igen Ni-Vergütungsstahl auch sehr gut schweißbar, allerdings weniger gut spangebend bearbeitbar sind, wird man sie insbes. für wenig spangebende Bearbeitung erfordernde Bauteile, z. B. für geschweißte Blechmäntel, im Apparatebau einsetzen

Da die Frage der Schweißbarkeit für die Einführung eines neuen Stahls von überragendem Einfluß ist, sei bei den auste-

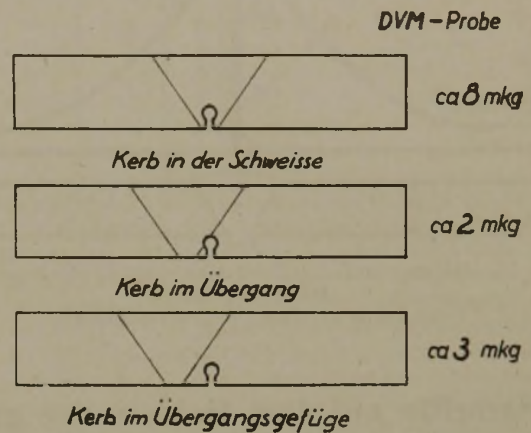


Abb. 10. Kerbschlagzähigkeit eines geschweißten Mn-Stahles.

nitischen, unmagnetischen Mn-Stählen auch näher auf die Frage der **Schweißverbindungen** eingegangen. Als besonders kritische Prüfung kann auch hier die Kerbschlagprobe angesehen werden. Bei dieser Prüfung ist die Lage des Kerbes besonders zu beachten, da die verschiedenen Zonen der Schweißse sich sehr unterschiedlich verhalten. Wie in Abb. 10 dargestellt, weichen die Kerbschlagwerte im Schweißgut, im Übergang und in der beeinflussten Zone des Grundwerkstoffs stark voneinander ab. Die empfindlichste Stelle ist der Übergang, wo mit Sicherheit nur Werte von 2 mkg/cm<sup>2</sup> bei der DVM-Probe erreicht werden können.

Während bei nichtaustenitischen Stählen der Härteverlauf in der Schweißse schon ein gewisses Gütemaß für die Schweißung darstellt, ist das bei austenitischen Stählen, die mit austenitischen Schweißzusatzwerkstoffen verschweißt wurden, nicht der

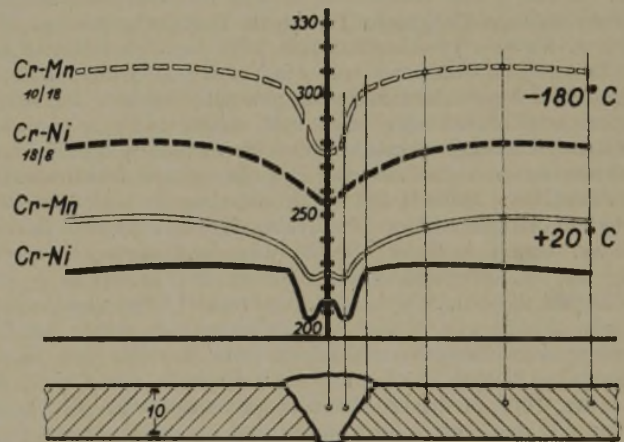


Abb. 11. Härteverlauf der Schweißung eines austenitischen Mn-Stahles für tiefe Temperatur.

Fall. Es treten nämlich hierbei (Abb. 11) weder in der Schweißse noch im Übergang irgendwelche nachteiligen Härtespitzen auf, während demgegenüber, wie aus Abb. 12 zu ersehen ist, z. B. beim Schweißen eines warmfesten Cr-Mo-Si-Stahls bei Verwendung einer Cr-Mo-Si-Elektrode in der Schweißse starke Spannungsanhäufungen gefunden werden. Eine Vermeidung dieser Spannungsspitzen durch Verwendung austenitischer Elektroden beim Verschweißen nichtaustenitischer Stähle ist wegen der unterschiedlichen Wärmeausdehnung in den meisten Fällen nicht möglich.

Bei der Prüfung verschiedener Zusatzwerkstoffe stellten sich überraschend auch unter den austenitischen Elektroden sehr starke Unterschiede heraus. Bei den Cr-Ni-Elektroden

erwiesen sich die hochlegierten als weniger geeignet. Bei der 18/8-Elektrode verläuft beim Kerbschlagversuch die Trennung

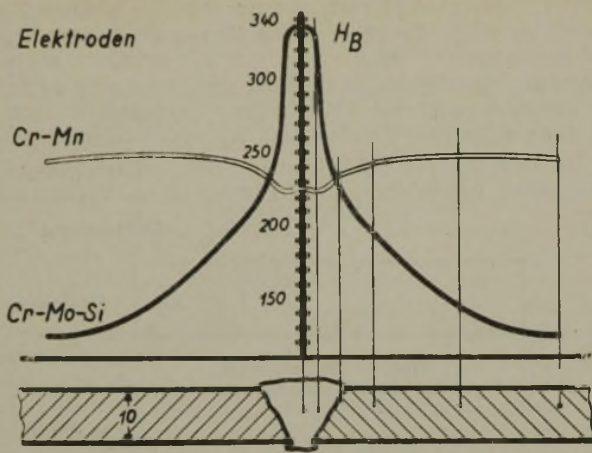


Abb. 12. Härteverlauf der Schweißung eines Cr-Mo-Si-Stahles für Dampfüberhitzer.  
Bedeutender Härteanstieg neben der Schweißdraupe

durch den Grundwerkstoff, während bei der 23/20-Elektrode die Trennung häufig entlang der Schweißnaht verläuft. Noch günstiger als die 18/8-Cr-Ni-Elektrode verhielt sich die 10/18/1,5-Cr-Mn-Ni-Elektrode, die deshalb in größeren Umfang für die Herstellung von Behältern für die Luftverflüssigung verwendet worden ist.

Bei der Entwicklung und beim Einsatz neuer Austauschstähle sind noch weitere Werkstoffeigenschaften, die für die Verwendbarkeit von maßgebendem Einfluß sein können, zu berücksichtigen. Diese Eigenschaften, wie Warm- und Kaltverformbarkeit, z. B. die Herstellung kleiner und kleinster nahtloser Röhren, Zug-, Druck-, Wechselfestigkeit, Zähigkeitsänderung nach Kaltverformung und Alterung und die spangebende Bearbeitbarkeit, können im Rahmen dieser Arbeit nur angedeutet werden.

Die vorstehenden Ausführungen haben gezeigt, daß es ebenso wie auf anderen Gebieten gelungen ist, für die Kältetechnik an Stelle von bisher verwendeten Buntmetallen und rohstoffmäßig ungünstigen Stahlliegierungen Stähle herzustellen, bei denen der Bedarf an Sparmetallen auf ein Mindestmaß beschränkt bleibt. Die bisherigen Erfahrungen haben gezeigt, daß die an diese Stähle gestellten Forderungen voll und ganz erfüllt werden.

Eingeg. 20. Juli 1943. [32.]

## Fortschritte auf dem Gebiete der großtechnischen Betriebsapparaturen

### 7. Destillieren und Rektifizieren\*)

Von Dr.-Ing. BRUNO WAESER, Strausberg b. Berlin

#### A. Theoretische und allgemeine Betrachtungen.

Auf die mustergültige Buchveröffentlichung von E. Kirschbaum<sup>1)</sup>: „Destillier- und Rektifizierertechnik“ sei vor allem hingewiesen. Linde<sup>2)</sup> berichtet über Modellversuche für Querstrom- (Sieb- oder Glocken-) sowie Gegenstromböden an Hand des Mollier-Diagramms und einiger Betrachtungen von Busemann<sup>3)</sup>. Die durch die Grenzfläche zwischen Flüssigkeit und Dampf strömenden Wärme- und Stoffmengen müssen je eine Grenzschicht auf der Dampf- und auf der Flüssigkeitsseite durchströmen, so daß in beiden Zustandsgefälle entstehen. Bei guter Durchkonstruktion kann der Gegenstromboden nach Linde vielleicht dem Siebboden gleichwertig bzw. hinsichtlich Druckabfall, Platzbedarf und besonders Bauhöhe sogar überlegen sein. Mehlig<sup>4)</sup> entwickelt ein räumliches Wärmeinhalts-Zusammensetzungs-Diagramm für ideale Dreistoffgemische. Balawew u. Kolarow<sup>5)</sup> verbreiten sich über die Nebelbildung bei der Destillation, während von Fiaccadori<sup>6)</sup> allgemeine Mitteilungen über Molekulardestillation gebracht werden. Bei seiner graphischen Berechnung einer mit einem binären Gemisch arbeitenden Fraktioniersäule betrachtet Piazza<sup>7)</sup> die Kolonne in ihrem unteren Teil als eine Anordnung zur fraktionierten Kondensation. Baker<sup>8)</sup> leitet Gleichungen für das Mitreißen in Bodenkolonnen und zur Ermittlung der theoretischen Bodenzahl ab. Guinot u. Clark<sup>9)</sup> beschreiben die technische Anwendung der azeotropischen Destillation zur Herstellung von absolutem Alkohol, Äthylacetat, Äthern und Diäthylacetat, zur Konzentrierung von Essig- bzw. Ameisensäure sowie zur Gewinnung von Essigsäureanhydrid. Als Vorteile der Hochvakuumdestillation ( $10^{-6}$  at) nennen Burch u. van Dijk<sup>10)</sup> die um etwa  $100^\circ$  niedrigere Destillationstemperatur, die kurze Verweilzeit des Stoffes im Apparat und die große Anpassungsfähigkeit. Ein Beitrag von Matz<sup>11)</sup> bezieht sich auf Grundfragen (Thermodynamik, Strömung, Grenzflächen) des Stoffüberganges bei der Rektifikation, ein solcher von Kwalczyk<sup>12)</sup> auf die Berechnung und Projektierung von Rektifizierapparaten.

Randall u. Longtin<sup>13)</sup> erörtern Einzelheiten der Fraktionierung von teilweise mischbaren Flüssigkeiten ( $y-x$ -Diagramme, Analogie zwischen Absorption, Extraktion, Destillation und Wärmeaustausch); sie veröffentlichen Diagramme für die Zusammensetzung von Flüssigkeit und Dampf (bei binären Flüssigkeitsgemischen) bzw. für den mol. Wärmeinhalt in Abhängigkeit von den jeweiligen Temperaturen. Unter Anführung von Versuchen mit Methylcyclohexan-Heptan-Gemischen heben Mair u. Willingham<sup>14)</sup> den guten Wirkungsgrad einer Drehdestilliersäule hervor, deren Drehkörper aus Körben mit feinen Löchern, Flachplatten, Kegel od. dgl. bestehen. Eine Arbeit von Matthias<sup>15)</sup> gibt einen allgemeinen Überblick. Hinsichtlich des wichtigen Beitrags von Thormann<sup>16)</sup> über Destillieren und Rektifizieren mit Wasserdämpfen muß auf die Veröffentlichung selbst verwiesen werden. Von Du Bois<sup>17)</sup> rühren geschichtliche Notizen über den Ursprung der kontinuierlichen Destillationskolonne her.

Die bedeutungsvollen Untersuchungen von Kirschbaum, die im Original nachgelesen werden sollten, erstrecken sich vor allem auf die Wahl der Dampfgeschwindigkeit in Rektifiziersäulen<sup>18)</sup> sowie auf die Wirkung von Rektifizierböden bei Unterdrücken bzw. auf die Berechnung des Säulenquerschnitts von Rektifizierapparaten<sup>19)</sup> (Säule von 400 mm Dmr., Glockenböden, Alkohol-Wasser-Gemisch). Aus einem Belastungsbild ist die günstigste Dampfgeschwindigkeit bei gegebenen Betriebsbedingungen zu entnehmen. Je größer Dampfdrichten und Dampfgeschwindigkeiten bzw. je kleiner die Bodenabstände werden, desto mehr steigt der Druckverlust im Dampf, den die Böden bewirken. Gurwitsch<sup>20)</sup> wägt die Vorteile der Rektifikation in flüssiger und in dampfförmiger Phase gegeneinander ab und hält letztere für vorteilhafter. Rose<sup>21)</sup> (z. T. mit Welschans u. Long) teilt zunächst eine Berechnungsweise für die maximale Trennschärfe bei diskontinuierlicher Fraktionierung unter der Annahme mit, daß die festgehaltene Menge zu vernachlässigen ist, und erörtert weiter den Einfluß des zunehmenden Wirkungsgrades auf Destillationskurven bzw. den Optimalbereich des totalen Fraktionierungsfaktors, die Mindestzahl von Böden für eine gegebene Trennung, die Fraktionierung von Gemischen mit geringem Dampfdruckverhältnis sowie die Abhängigkeit der Lage des Knickpunktes der Destillationskurve von der ursprünglichen Zusammensetzung. Unter vereinfachenden Annahmen ergibt sich ferner die im Destillations-

\*) Zwischen 1. Juli 1939 und 31. Dezember 1941 wurden 110 Veröffentlichungen und Patente annähernd chronologisch herbeisichtigt; vgl. Chem. Fabrik 13, 221 [1940] und Waeser: Der chemische Apparatebau 1933 bis 1940, Berlin 1942, S. 80; C. = Chem. Zentralblatt.

<sup>1)</sup> Berlin 1940; vgl. Chem. Fabrik 13, 333 [1940].

<sup>2)</sup> Z. Ver. dtsh. Ing., Beih. Verfahrenstechn. 1939, 30.

<sup>3)</sup> Der Wärme- u. Stoffaustausch, Berlin 1933.

<sup>4)</sup> Z. Ver. dtsh. Ing. 83, Hauptversammlungsheft, 560 [1939].

<sup>5)</sup> Annu. Univ. Sofia, Fac. physico-math. [bulg.] 34, Nr. 2, 323 [1938] (C. 1939 II, 1344).

<sup>6)</sup> Chim. e Ind. [Milano] 21, [1939] (C. 1939 II, 1937).

<sup>7)</sup> Rev. Fac. Quim. ind. agric., Santa Fe, Argentina 7, 62 [1939] (C. 1939 II, 2358).

<sup>8)</sup> Ind. Engng. Chem. 31, 717 [1939] (C. 1939 II, 3321).

<sup>9)</sup> Trans. Instn. chem. Engrs. 18, 189 [1938] (C. 1939 II, 3611); vgl. Fußnote 58, 91.

<sup>10)</sup> Proc. chem. Engng. Group Soc. chem. Ind. 20, 81 [1938] (C. 1939 II, 3731); J. Soc. chem. Ind. 58, 39 [1939] (C. 1939 II, 3731).

<sup>11)</sup> Z. Ver. dtsh. Ing., Beih. Verfahrenstechn. 1939, 155; Z. Ver. dtsh. Ing. 85, 517 [1941].

<sup>12)</sup> Przegląd chemiczny 3, 514 [1939] (C. 1939 II, 4546).

<sup>13)</sup> Ind. Engng. Chem. 31, 908, 1181, 1295 [1939] (C. 1940 I, 440).

<sup>14)</sup> J. Res. nat. Bur. Standards 22, 519 [1939] (C. 1940 I, 1086).

<sup>15)</sup> Chemiker-Ztg. 64, 12 [1940].

<sup>16)</sup> C. 1940 I, 3829, nach einem Souderdruck aus Rev. gén. Appl. ind. 1939.

<sup>17)</sup> Chem. Fabrik 13, 181 [1940]; Z. Ver. dtsh. Ing. 84, 604 [1940].

<sup>18)</sup> Z. Ver. dtsh. Ing., Beih. Verfahrenstechn. 1940, 69.

<sup>19)</sup> Chem. Apparatebau [russ.] 9, Nr. 2, 17 [1940] (C. 1940 II, 671).

<sup>20)</sup> Ind. Engng. Chem. 32, 668, 673, 675 [1940] (C. 1940 II, 1335).

gefäß jeweils vorhandene Menge Destillationsgut und die Größe der mittleren Fraktion bei höchsten Trennschärfen. Die Verallgemeinerung der Gleichung für Berechnung jeder spezifischen Destillationskurve ist möglich.

Die Destillation in Füllkörpersäulen gewinnt an Bedeutung. *Furnas* u. *Taylor*<sup>22)</sup> geben Beobachtungen an solchen Säulen mit Sattelfüllkörpern für die Trennung von Alkohol bekannt. Größe und Art der Füllkörper sind wenig von Bedeutung, dagegen beeinflusst die Flüssigkeitgeschwindigkeit den Vorgang wesentlich. Man kann annehmen, daß nur ein geringer Teil der Füllkörperfläche benetzt wird, daß jedoch die Benetzung mit zunehmender Flüssigkeitgeschwindigkeit wächst. Auch die Alkohol-Konzentration im Ausgangsgemisch ist wichtig. *Lipstein*<sup>23)</sup> schlägt vor, mit Hilfe von Zentrifugalkraft zu rektifizieren; die Apparatur hat die Gestalt einer rotierenden Spirale; Flüssigkeit und Dampf bewegen sich im Gegenstrom. *Hibschmann*<sup>24)</sup> geht auf das Problem der Destillation einer Mehrstofflösung mit einer einzigen Gleichgewichtslinie ein. Das Druck-Temperatur-Diagramm nach *Cox*<sup>25)</sup> wird auf durchsichtiges Celluloid aufgetragen. Dieses Blatt wird auf entsprechend gezeichnete Versuchskurven für die Beziehungen zwischen den molaren Zusammensetzungen auf den benachbarten Böden aufgelegt und gestattet so, die verschiedensten Fragen der Mehrstoffdestillation schnell zu lösen. *Gilliland*<sup>26)</sup> verbreitet sich hinsichtlich der Mehrstoffrektifikation über die optimale Zusammensetzung am Einlaufboden (Zusammensetzung des Dampfes am Boden, auf den das zu zerlegende Gemisch zugeführt wird), über die geringst mögliche Anzahl der Böden, über das Mindestrücklaufverhältnis unter Berücksichtigung der relativen Flüchtigkeit und der Annahme, daß das Verhältnis der Konzentration von je 2 Bestandteilen des zu trennenden Gemisches auf benachbarten Böden gleich ist, sowie über die Bestimmung der Zahl der Böden als Funktion dieses Rücklaufverhältnisses aus einem Diagramm, dessen Abszisse den Werten  $(R - R_m)/(R + 1)$  und dessen Ordinate den Werten  $(S - S_m)/(S + 1)$  entspricht.  $R$  bedeutet dabei den Quotienten aus den Molen Rücklauf und den Molen Destillat (Mindestwert  $R_m$ ),  $S$  die Anzahl der theoretischen Stufen (Mindestwert  $S_m$ ). Auf die Beiträge von *Jenny*<sup>27)</sup> über die zeichnerische Verfolgung der Trennung von Vielstoffgemischen, von *Tour* u. *Lerman*<sup>28)</sup> über die Verteilung der Flüssigkeit in Füllkörperschichten sowie von *Brown* u. *Martin*<sup>29)</sup> über Rücklauf und Bodenzahl in Rektifiziersäulen sei besonders aufmerksam gemacht. *Gurwitsch* (*Fasstowski*)<sup>30)</sup> geht auf den Sonderfall der Berechnung von Krypton-Xenon-Rektifikations-säulen ein, während *Bragg*<sup>31)</sup> der Verwendung *Stedmanscher* Füllkörper des konischen oder für größeren Säulendurchmesser des pyramidalen Typs das Wort redet. *Waterman* u. *van Vlodrup*<sup>32)</sup> geben praktische Beispiele für die Molekular- oder Kurzwegdestillation im Kathodenvakuum, *Marillet*<sup>33)</sup> Berechnungsunterlagen für Destillationsverfahren und *Kirschbaum*<sup>34)</sup> einen Normblattentwurf DIN E 7052 betr. Trennung flüssiger Stoffe durch Destillation und Rektifikation.

## B. Neukonstruktionen und Patente.

*Loumlet*<sup>35)</sup> erzwingt bei der Destillation von zwei nicht mischbaren Flüssigkeiten unter Ausnutzung der Fliehkraftwirkung besten Wärmeaustausch in einer Rohrschlange bei wiederholter Änderung ihrer Lage. Die *Distillation Products Inc.* (*Hickman, Baxter*)<sup>36)</sup> empfiehlt als Arbeitsmittel für Hochvakuum-Kondensations-Pumpen Dioktylphthalat, Di-n-oktylphthalat, Diäthylhexylphthalat oder überhaupt Dialkylester einer zweibasischen aliphatischen Säure mit mindestens 12, aber nicht über 42 C-Atomen. Die *Metallgesellschaft A.-G.*<sup>37)</sup> verwendet zum Destillieren hochsiedender Flüssigkeiten (Fettsäuren, Glycerin, Öle) einen unten ringförmigen Behälter, dessen Inhalt mittels Dampf- oder Gaszufuhr dauernd in Be-

wegung gehalten wird. Die *Pure Oil Co. (Rollin)*<sup>38)</sup> führt die Dämpfe des höher siedenden Destillats aus einer Fraktionierungsstufe dem nächst niedrig siedenden Erzeugnis zu. Die *Asahi-Bemberg-Kenshi K. K.*<sup>39)</sup> arbeitet zwecks Abtrennung einer Komponente aus einem Flüssigkeitsgemisch mit einem Trägergas, das den verdampfenden Anteil aufnimmt und aus der Verdampf- in eine Trennkammer überführt, wo durch Absorptionsmittel getrennt wird. Als Beispiel wird die Aufarbeitung von Gemischen aus 30% Alkohol, 20% Essigsäure und 50% Wasser (Trägergas Luft mit Alkohol und Wasserdampf gesättigt, Absorptionsmittel Löschkalk und wäßrige Alkohol-Lösung) bzw. aus Ammoniak und Wasser (mit Wasserdampf gesättigte Luft, Schwefelsäure) angegeben. *Wentworth*<sup>40)</sup> verarbeitet ein Gemisch aus zwei flüchtigen Teilen (2,5%ige Aceton-Lösung) in einer Kolonne unter verhältnismäßig hohem Druck; die abziehenden Dämpfe gelangen in einen unten in eine zweite Kolonne eingebauten Wärmeaustauscher; das Kondensat wird nach Entspannung auf niedrigeren Druck in die Mitte der 2. Kolonne eingeleitet. *Seidel*<sup>41)</sup> destilliert in einem System von Kochböden und läßt die flüchtigen Anteile (z. B. Essigsäure) durch Absorptionsstoffe (z. B. Kalkmilch oder NaOH) aufnehmen. *Müller* u. *Volkmar Hänig & Co.*<sup>42)</sup> fraktionieren Glycerin-Wasser-Gemische, indem sie das den Glycerin-Kondensator verlassende Dampfgemisch vor Eintritt in den Wasserdampf-Kondensator durch einen Fliehkraftabscheider von Glycerin-Resten befreien. Die *I. G.* hat sich die Rektifikationsreinigung<sup>43)</sup> von Schwefelkohlenstoff durch Einleiten der Dämpfe in 2 getrennte Reinigungssäulen, eine Destillationsvorrichtung<sup>44)</sup> mit nur am unteren Ende befestigten, sonst frei in den Arbeitsraum hineinragenden Heizkörper, die Benutzung von durch physikalische Meßverfahren leicht zu überwachenden Indikatoren<sup>45)</sup> (z. B. Ar bei der Rektifikation von Gemischen aus CH<sub>4</sub>, CO und N<sub>2</sub>) als Rektifikationsregler, die Ausgestaltung der oberen, nicht mit Füllkörpern gefüllten Teile jedes einzelnen Kolonnenrohres als Rücklaufdephlegmatoren<sup>46)</sup> mit Flüssigkeitskühlung sowie endlich die Anbringung von Leitflächen<sup>47)</sup> auf den Böden, die der Flüssigkeit Kreuzströmung aufzwingen, schützen lassen. Beim Abtreiben niedrig siedender Kohlenwasserstoff-Anteile aus Altölen halten es *Hunyadi* u. *Koch*<sup>48)</sup> für vorteilhaft, wenn durch das in dünner Schicht fließende Öl hindurch Wasserdämpfe geleitet werden.

Um bei Herstellung von hochkonzentriertem Alkohol die Trennung zu erleichtern und den Rücklauf bzw. damit den Dampfverbrauch zu verkleinern, überhitzt die *Soc. An. Ateliers Pingris & Mollet Fontaine Réunis*<sup>49)</sup> die Dämpfe der flüchtigeren Anteile. Die *Comp. Gén. d'Électro-Céramique*<sup>50)</sup> baut Kühlschlangen aus keramischem Gut, die keine Geruchsbeeinflussung empfindlicher Destillate bewirken. Beim Verarbeiten von feinsten Ölen, von Sterinen oder Hormonen bedient sich die *Eastman Kodak Co.* eines Hochvakuums (0,005—1 mm Hg) und einer umlaufenden Destillationsfläche<sup>51)</sup> mit dünnsten Flüssigkeitsschichten, während sie bei der azeotropischen Destillation wäßriger Lösungen mit geringen Gehalten an aliphatischen Säuren Zusätze von Ester-Alkohol-Gemischen (Butylacetat mit Butylalkohol, Amylacetat mit Amylalkohol) in zwei oder mehreren Kolonnen empfiehlt<sup>52)</sup>. Die *Pennsylvania Research Corp.* (*Fenske*)<sup>53)</sup> leitet Öl-Lösungsmittel-Dämpfe im Dünnfilm-Gegenstrom zum Rücklaufkondensat über die in den Kolonnenrohren befindlichen Drahtspiralen, Drahtkrepeln usw., oder sie fraktioniert<sup>54)</sup> (z. B. Tetrachlorkohlenstoff-Benzin) in der Weise, daß die Dämpfe in mehreren Einzelströmen gegen das Kondensat geführt und dann auch ebenso weiterbehandelt werden. Von der *Rheinmetall-Borsig A.-G.* rührt ein Verfahren<sup>55)</sup> zur Regelung der Wärmemenge her, bei dem das Kondensat durch Wärmeaustauscher geführt wird, die ihrerseits in einem solchen Maße indirekt mit Dampf beheizt werden, wie gerade dem jeweiligen Wärmebedarf der Kolonnen ent-

<sup>22)</sup> Amer. Pat. 2 148 647 [1935].

<sup>23)</sup> Franz. Pat. 838 231 [1938]; Ital. Pat. 362 440 [1938].

<sup>24)</sup> Amer. Pat. 2 152 164 [1935].

<sup>25)</sup> Franz. Pat. 840 441 [1938].

<sup>26)</sup> D. R. P. 674 525 [1935] (s. Chem. Fabrik 12, 442 [1939]).

<sup>27)</sup> *Legler*, D. R. P. 677 205 [1937] (s. Chem. Fabrik 12, 442 [1939]).

<sup>28)</sup> *Wurzler*, D. R. P. 686 900 [1938] (s. Chem. Fabrik 13, 475 [1940]).

<sup>29)</sup> *Engel, Erb*, D. R. P. 700 916 [1939] (s. Chem. Fabrik 14, 258 [1941]).

<sup>30)</sup> *Matz*, D. R. P. 699 767 [1939] (s. Chem. Fabrik 14, 258 [1941]) u. D. R. P. 645 545 (s. Chem. Fabrik 10, 262 [1937]).

<sup>31)</sup> *Röcke*, D. R. P. 705 047 [1939] (s. Chem. Fabrik 14, 354 [1941]).

<sup>32)</sup> D. R. P. 676 624 [1935] (s. Chem. Fabrik 12, 517 [1939]).

<sup>33)</sup> Franz. Pat. 846 867 [1938].

<sup>34)</sup> Franz. Pat. 849 089 [1939].

<sup>35)</sup> Franz. Pat. 845 957 [1938].

<sup>36)</sup> *Bright, Zeitler*, Amer. Pat. 2 199 982 [1936].

<sup>37)</sup> Amer. Pat. 2 180 512 [1937].

<sup>38)</sup> Franz. Pat. 849 818 [1939].

<sup>39)</sup> Amer. Pat. 2 208 573 [1937].

<sup>40)</sup> Franz. Pat. 849 818 [1939].

spricht; in einem zweiten Patent<sup>65)</sup> werden Glockenbodenkolonnen beschrieben, deren Glocken durch trogförmige Bauteile verbunden und deren Flüssigkeitsführungsrohre über den ganzen Boden verteilt sind. Die *Union Oil Co. of America* (*Ragatz, McFaddin*)<sup>67)</sup> benutzt bei der Aufarbeitung von Benzol-SO<sub>2</sub>-Lösungen Gegenstromwaschung mit flüssigem Schwefeldioxyd, wobei die Benzol-Dämpfe kondensiert werden. Azeotropische Kondensate (z. B. Entwässerung von Alkohol, n-Butylamin usw.) werden durch systematische Dekantation der wäßrigen Schicht in der Wärme vorentwässert, wie die *Usines de Melle*<sup>68)</sup> angeben. Die *Little Inc.* (*Kleinschmidt*) nutzt beim Destillieren von Seewasser, Salzsole u. dgl. die Kompressionswärme eines Inert-Kreislauf-Gases (Luft) zum Verdampfen aus und kühlt dann im indirekten Wärmeaustausch<sup>69)</sup> oder sie verdampft mittels des Ansaugdruckes der Pumpe und kühlt die verdampften Anteile im indirekten Wärmeaustausch mit der frischen Flüssigkeit<sup>60)</sup>. Die *Du Pont (Pyle)*<sup>61)</sup> paßt in Fraktionierkolonnen für Essigsäure mit 30% Wasser, Gemische aus Aceton und Wasser, Äthanol und Aceton od. dgl. die freien Durchtrittsverschnitte auf den einzelnen Kolonnenböden den Produkten aus den Wurzeln der Dampflichten und den in der Zeiteinheit durch die betreffenden Bodenplatten hindurchströmenden Dampfolumina an.

*Belsen*<sup>62)</sup> erörtert die Vorteile von Fraktionierkolonnen in Leichtmetallbauweise mit gepreßten bzw. gestanzten Zackentellern, Dampfdruckläsen, Überläufen usw. *Underwood*<sup>63)</sup> setzt sich für die Druckdestillation ein, die beim Arbeiten in mehreren Stufen mit stets folgender mechanischer Trennung von Gas, Dampf und Flüssigkeit sehr hohe Dampfgeschwindigkeiten ermöglicht. *C. Still* stattet die Böden seiner Destillier-Fraktionierkolonnen mit mittleren Überlaufrohren bzw. angelegenen Zwischenstützen aus<sup>64)</sup> und ordnet zwischen je 2 solcher Böden weitere an, die an der mittleren Abstützungsstelle glatt sind; bei einer anderen Destilliervorrichtung<sup>65)</sup> für Kohlenwasserstofföle sind zwei zum Vorerhitzen bzw. Spalten dienende Rohrschlangenerhitzer mit einer nachgeschalteten Fraktionierkolonne in der Weise verbunden, daß im Unterteil der letzteren zwei besondere Behälter mit je einem Entspannungsventil für die beiden Rohrschlangenerhitzer liegen. Die *Dr. C. Otto & Co. G. m. b. H.*<sup>66)</sup> baut in die Hauptkolonne eine Nebenkolonne ein, deren besondere Stoffzuführungen bzw. Kondensat-Dampf-Ableitungen sektorförmig um einen in der Hauptkolonnenachse liegenden Verbindungskanal liegen. Ein Patent von *C. Canzler (Jakobs)*<sup>67)</sup> bezieht sich auf Austauschböden mit ungelochten Streifen, die als Staurippen ausgebildet sind und quer zur Strömungsrichtung sowie unter der Oberkante des Flüssigkeitsüberlaufwehrs liegen. *D'Yarnett*<sup>68)</sup> arbeitet mit vernebelten Flüssigkeiten, die innerhalb der Kolonnen durch rotierende Verteiler weiter vernebelt werden. Bei einer Destilliersäule der *Shell Development Co. (van Dongen, van Dijk)*<sup>69)</sup> sind die Räume zwischen den einzelnen Böden durch radiale Wände drei- oder mehrfach unterteilt. Von allgemeinem Interesse ist ein Vorschlag des *Jenaer Glaswerkes Schott & Gen. (Stadler)*<sup>70)</sup>, demzufolge die Verdampfgefäße so am Waagebalken aufgehängt werden, daß bei Neigungsänderungen Neuzulauf veranlaßt und die Gaszufuhr zu den Brennern selbsttätig geregelt wird. Ein Verfahren der *Aerovox Corp. (Waterman)*<sup>71)</sup> bezieht sich auf die Konstanthaltung der Zusammensetzung von Aluminium-Beizsäure (20,2%ige Salzsäure) während ihrer Reinigung durch Destillation (eutektisches Gemisch). *Dummett, Ralph, Webb* und die *Aluminium Plant & Vessel Co., Ltd.*<sup>72)</sup> leiten die Flüssigkeit auf jedem Kolonnenboden (mit Unterteilung durch je eine Zentralwand) stets in gleicher Richtung von einer in die andere Abteilung. Vor der Destillation von festen oder teigigen Stoffen (Trauben- oder Kartoffelmark) pressen die *Etabl. Maury Frères u. Beaune*<sup>73)</sup> zusammen und kühlen zur Kondensation der Alkohol-Dämpfe indirekt. Die *Chemical Foundation Inc. (Pegram)*<sup>74)</sup> erzwingt in ihrer Kolonne

mit abwechselnd umlaufenden und feststehenden Tellern einen langen Berührungsweg, um sie zur feststehenden Destillation von Gemischen mit sehr wenig verschiedenen Siedepunkten (schweres und leichtes Wasser) geeignet zu machen. Die *Soc. Gen. de Fours à Coke Systèmes Lecocq*<sup>75)</sup> destilliert Anthracenöl od. dgl. aus horizontalen, rotierenden Vakuumtrommeln mit spiraligen oder konzentrisch verlaufenden Kanälen. Die *Lummas Co. (Kraft)*<sup>76)</sup> benutzt Druck-Fraktionierkolonnen, in denen die Flüssigkeit durch den aus den Bodendüsen ausströmenden Dampf injektorartig angesaugt und zerstäubt wird.

Die *Standard Oil Development Co. (Rupp, Mateer, Moore)*<sup>77)</sup> destilliert in Turmsäulen mit Querstromflüssigkeit und solchen Glocken, die sich dem jeweiligen Druck der aufsteigenden Gase und Dämpfe anpassen können. *Hamilton (Dodds)*<sup>78)</sup> will die leichteren und schwereren Anteile von Dämpfen dadurch trennen, daß er sie in einem aus mehreren Abteilungen bestehenden, liegenden Kessel durch Gleichstrom-Tauchrohre mit Waschlüssigkeit in Berührung bringt. Zur Hochvakuumdestillation (0,1—0,00001 mm Hg) ist nach Angaben der *Standard Oil Co. (Voorhees)*<sup>79)</sup> eine mit sehr hoher Geschwindigkeit umlaufende Trommel geeignet, auf deren beheizter Innenseite sich die zu destillierende Flüssigkeit in Dünnschichten gleichmäßig verteilen kann. *Thibaut*<sup>80)</sup> faßt mehrere übereinanderliegende Böden seiner Kolonne zu Gruppen zusammen; die oberen Böden jeder Gruppe nehmen die Gesamtflüssigkeit, die übrigen dagegen nur die kondensierten Fraktionen auf. Die *United Gas Improvement Co.* unterteilt eine Kolonne in mehrere senkrecht stehende Rohre, die mit Hemmketten-Matten dicht ausgefüllt sind<sup>81)</sup>; die zwischen 2 Stellen der Destillations-Zone vorhandene Druckdifferenz dient über eine automatische Steuerung zur Bemessung der Dampferzeugungsmenge bzw. der Heizmittelzufuhr<sup>82)</sup>. Die *Dr. Alex. Wacker Ges. für elektrochem. Industrie G. m. b. H. (Fritz)*<sup>83)</sup> läßt die durchzusetzende Flüssigkeit von außen nach innen strömen; die Einlaufschüsseln besitzen radiale Trennwände und die Ablaufschüsseln Rücklaufleitungen zum nächst unteren Boden. Die *Ges. für Teerverwertung m. b. H. (Kertscher, Fischer)*<sup>84)</sup> arbeitet in der Weise, daß sie den einen Teil des zu destillierenden Stoffgemisches unterhalb seiner Trenntemperatur auf die oberen Böden einer Kolonne bzw. den anderen Teil oberhalb seiner Trenntemperatur auf die unteren Böden der Kolonne leitet. Die *Foster Wheeler, Ltd.*<sup>85)</sup> legt mehrere Zellen mit Capillaröffnungen übereinander, wobei jedoch die Dampfleitungsdüsen von größerem Querschnitt sind. Der Überwachung von Destillier- bzw. Rektifiziervorgängen dient folgende Einrichtung der *Techn. Büro Percola G. m. b. H.*<sup>86)</sup>: Das in Kleinkolonnen kondensierte Leichtes wird teilweise einem Meßgefäß am Kolonnenkopf zugeleitet, sobald in einem zweiten Meßgefäß eine bestimmte Menge Schwersiedendes entnommen und abgemessen ist. Zwecks Regelung der Heiztemperaturen von Destillationsanlagen verbindet die *Siemens-Schuckertwerke A.-G. (Sieber)*<sup>87)</sup> Zufluß- und Abflußseiten durch Meßrohre, die in den gleichen Feuerräumen liegen und die durch sie hindurchfließenden Teilströme auf die Temperaturen der Stoffe in den Schlangenrohren bringen.

*C. H. Borrmann*<sup>88)</sup> geht von dem Gedanken aus, daß die bisherigen Kolonnen keineswegs ideale Einrichtungen darstellen, und schlägt daher vor, Gase oder Dämpfe mit 3—12 m/s von unten nach oben durch düsenförmige Schlitze der Kolonnenböden in auf diesen stehende, 3—10 mm hohe Flüssigkeitsschichten so einströmen zu lassen, daß bei einem Widerstand von nur 30 mm W.S. und vollkommenem Wärmeaustausch Zerstäubung in Form eines feinen Regens erfolgt. Zur Verarbeitung von 95%igem Alkohol sind statt bisher 40 jetzt nur 20 Böden nötig (Kraftaufwand gtw 0,56 PS je 1000 kg und h). *Caregnato*<sup>89)</sup> hat Destillations-Drehtrommeln mit inneren Mithermertaschen für die Flüssigkeit konstruiert. Ein von der *Messer & Co. G. m. b. H. (Grassmann)*<sup>90)</sup> angegebener Austauschboden zur Trennung tiefsiedender Gemische in Läute-

<sup>65)</sup> *McColloch, Weir*, D. R. P. 099 788 [1937] (s. Chem. Fabrik 14, 343 [1940]).  
<sup>66)</sup> *Amer. Pat.* 2 185 311 [1934].  
<sup>67)</sup> *Amer. Pat.* 2 185 596 [1938].  
<sup>68)</sup> *Amer. Pat.* 2 185 595 [1938]; *Brit. Pat.* 512 657 [1937].  
<sup>69)</sup> *Amer. Pat.* 2 201 502 [1939].  
<sup>70)</sup> *Oel u. Kohle* 15, 363 [1939] bzw. *Chem. Fabrik* 13, 75 [1940]; vgl. Fußnote 92.  
<sup>71)</sup> *D. R. P.* 669 496 [1935] (s. Chem. Fabrik 13, 112 [1940]).  
<sup>72)</sup> *D. R. P.* 684 478 [1936] (s. Chem. Fabrik 13, 192 [1940]).  
<sup>73)</sup> *D. R. P.* 690 045 [1932] (s. Chem. Fabrik 14, 87 [1941]).  
<sup>74)</sup> *D. R. P.* 683 268 [1936] (s. Chem. Fabrik 13, 249 [1940]).  
<sup>75)</sup> *D. R. P.* 693 413 [1938] (s. Chem. Fabrik 13, 419 [1940]) (irrtümlich als Fußnote 52. *Chem. Technik* 13, 254 [1943] angegeben).  
<sup>76)</sup> *D. R. P.* 687 142 [1936] (s. Chem. Fabrik 13, 455 [1940]).  
<sup>77)</sup> *Amer. Pat.* 2 202 071 [1938].  
<sup>78)</sup> *Brit. Pat.* 519 528 [1938].  
<sup>79)</sup> *Frantz. Pat.* 857 886 [1938].  
<sup>80)</sup> *D. R. P.* 698 968 [1938].  
<sup>81)</sup> *Brit. Pat.* 517 381 [1938].  
<sup>82)</sup> *Frantz. Pat.* 857 886 [1938].  
<sup>83)</sup> *Amer. Pat.* 2 218 342 [1938].

<sup>84)</sup> *Brit. Pat.* 516 125 [1938].  
<sup>85)</sup> *Amer. Pat.* 2 222 565 [1940]; vgl. z. B. Fußnote 88.  
<sup>86)</sup> *Amer. Pat.* 2 218 993 [1937].  
<sup>87)</sup> *Amer. Pat.* 2 224 621 [1938].  
<sup>88)</sup> *Kerr, Amer. Pat.* 2 231 828 [1938].  
<sup>89)</sup> *D. R. P.* 707 322 [1940] (s. Chem. Fabrik 14, 409 [1941]).  
<sup>90)</sup> *D. R. P.* 706 825 [1936] (s. Chem. Fabrik 14, 409 [1941]).  
<sup>91)</sup> *Frantz. Pat.* 865 165 [1940].  
<sup>92)</sup> *D. R. P.* 709 389 [1937] (s. Chem. Fabrik 14, 409 [1941]).  
<sup>93)</sup> *D. R. P.* 688 259 [1938] u. auch 661 235 (s. Chem. Fabrik 14, 66, 67 [1941]).  
<sup>94)</sup> *Oel u. Kohle* 18, 26 [1941] (s. Chem. Fabrik 14, 145 [1941]); vgl. *Chem. Fabrik* 8, 43 [1933] sowie *Oel u. Kohle* 16, 591 [1939]; vgl. z. B. Fußnote 76.  
<sup>95)</sup> *D. R. P.* 692 566 [1938] (s. Chem. Fabrik 14, 149 [1941]).  
<sup>96)</sup> *D. R. P.* 695 587 [1938] (s. Chem. Fabrik 14, 186 [1941]).

ringssäulen ist so gestaltet, daß die Flüssigkeit in mehreren ringförmigen Rinnen und anschließend über den Innenteil des Bodens zunächst über den Innenteil und dann über den Außenteil fließt. Bei der azeotropischen Entwässerung organischer Flüssigkeiten arbeitet die Firma *E. Meyck (Guinot)*<sup>91)</sup> in der Weise, daß sie erstens das azeotropische Kondensat in der Wärme wiederholt dekantiert und die wasserarmen Schichten unmittelbar auf die Entwässerungskolonnen bringt bzw. daß sie zweitens innerhalb dieser letzteren Kammern für die Wärmedekantierung unterhalb des Kolonnenkopfes anordnet und sie mit Kühlern, Scheidegefäßen sowie Hilfskolonnen ausrüstet.

<sup>91)</sup> D. R. P. 693 766 [1937] (s. Chem. Fabrik 14, 202 [1941]); vgl. Fußnote 9, 58.

Von den *Berliner Städt. Gaswerken, Gasag (Belsen)*<sup>92)</sup> rührt ein Vorschlag her, die Glockenböden der Fraktionierkolonnen aus einer Vielzahl gleichbemessener, gleichartiger Konstruktionselemente rechteckiger Form zusammensetzen. Bei der Destillation von Rohölen benutzt die *Rud. Hartmann A.-G.*<sup>93)</sup> Vorrichtungen mit 2 oder mehr Heizzügen, deren Trennungen Gruppen von Destillationskammern mit ebenen Böden enthalten, die waagrecht liegen. Die Einzelkammern sind in ihren Gruppen hintereinandergeschaltet, während die Gruppen unter sich in Reihen verbunden sind.

Eingey. 14. Dezember 1943. [42.]

<sup>92)</sup> D. R. P. 700 915 [1939] (s. Chem. Fabrik 14, 243 [1941]); vgl. Fußnote 62.

<sup>93)</sup> D. R. P. 701 231 [1935] (s. Chem. Fabrik 14, 244 [1941]).

## BERICHTE AUS DER CHEMISCHEN TECHNIK

### UMSCHAU

Über Ingenieuraufgaben der Energiewirtschaft berichtet *H. Schult*<sup>1)</sup> das Folgende:

Es darf als bekannt vorausgesetzt werden, daß die Anwendung des elektrischen Stromes heute die größte Bedeutung erlangt hat. Die Stromerzeugung der Welt beträgt gegenwärtig etwa 600 Mia. kWh, woran Großdeutschland mit 12% und Amerika mit 30% beteiligt sind. In Deutschland stieg der Stromverbrauch zwischen 1914 und 1923 auf das Doppelte bzw. zwischen 1914 und 1929 auf das Vierfache. Diese Entwicklung hat angehalten. Die Aufteilung der Stromerzeugung Deutschlands gibt in Versorgungsunternehmen und Eigenanlagen folgendes Bild:

Dampfkraftanlagen	
Steinkohle.....	36,1%
Braunkohle.....	40,9%
Gas.....	2,3%
Sonstige Brennstoffe (Torf, Holz usw.).....	0,7%
Wasserkraftanlagen.....	16,2%
Verbrennungsmotoren	
Gas.....	3,7%
Öl.....	0,1%
	80,0%

80% unserer elektrischen Energie werden also in Dampfkraftanlagen erzeugt. Eine erhebliche Entlastung wurde aus den gegenwärtig noch nicht ausgebauten deutschen Wasserkraften erwartet, doch sind die hier bestehenden Möglichkeiten immerhin begrenzt und jährlich etwa 50 Mia. kWh gleichzusetzen. Eine Verschiebung könnte die Heranziehung außerdeutscher Wasserkraften bringen. Mit den bisher angewandten Drehstrom-Hochspannungs-Leitungen von 220 000 V wird man allerdings dann nicht mehr auskommen können, da eine Doppel-Freileitung von 600 km Länge bei ungefähr 250 000 kW ihre wirtschaftliche Grenze findet. Leitungen für Drehstrom und etwa 400 000 V sind nur bei unterirdisch verlegten Kabeln technisch möglich, aber dann unwirtschaftlich. Aussichten bietet nur die Anwendung hochgespannten Gleichstromes.

Die Lebensdauer unserer Kohlenvorräte ist immerhin begrenzt. Deutschland verfügt zwar über einen Vorrat von etwa 650 Mia. t Steinkohle, von denen jedoch nach heutigen Gesichtspunkten nur 110 Mia. t als abbauwürdig zu betrachten sind. Die abbauwürdigen deutschen Vorräte an Braunkohle belaufen sich auf 63 Mia. t. Hinsichtlich der Betrachtungen über die hohen Anforderungen, die steigend an den Bergbau gestellt werden, und über den Einsatz geringwertiger Brennstoffe muß auf das Original verwiesen werden. Sehr wichtig ist dagegen weiter die Herabsetzung des Kohleverbrauches durch Verbesserung des thermischen Wirkungsgrades. Bei reiner Stromerzeugung erforderten die vor 1914 errichteten Anlagen bei einem Betriebsdruck von etwa 15 at einen mittleren Wärmeverbrauch von 6000 WE je nutzbar abgegebene kWh. Als man später den Dampfdruck auf 30—35 at erhöhte, sank der mittlere Wärmeverbrauch bis 4000 WE/kWh. Heute verbrauchen modernste Kraftwerke für 125 at im Bestfalle nur noch 2800 WE/kWh. Vf. hält es für möglich, die weitere Entwicklung so zu fördern, daß bei 300 at eine Absenkung des Wärmeverbrauches um nochmals 12—15% zu erwarten ist. Die Verhältnisse der aerodynamischen Wärmekraftmaschine liegen an sich günstig, jedoch ist die Entwicklung technisch erst in Angriff genommen, so daß es abzuwarten bleibt, ob dieser Maschinenart ein nennenswerter Anteil an der Stromerzeugung zufallen wird. Auch die sog. Zweistoffverfahren dürften keine größere Bedeutung erlangen (sie arbeiten z. B. mit Quecksilber oder Diphenyloxid).

Sehr große Aussichten bietet die Verbindung von Stromerzeugung und Heißdampfabgabe, für die gerade die chemische Industrie in allererster Linie in Frage kommen sollte. Durch eine derartige Kombination wird die Erzeugung einer Gegendruckleistung ermöglicht, welche die heutige Gesamtstromerzeugung auf Kohlegrundlage weit übersteigt. Sie gewährleistet auch die Deckung der zukünftigen Mehrleistung ohne weitere Erhöhung des Kohleinsatzes. Ebenso ergibt der heutige Bedarf an Wärme

und Niederdruckdampf in Industrie und Haushalt rechnerisch sehr gute Möglichkeiten bei gleichzeitiger Absenkung des jährlichen Kohleneinsatzes um 45 Mio. t (bezogen auf Steinkohle). Wenn auch der Verwirklichung dieser letzteren Aussichten allerlei wirtschaftliche und technische Schwierigkeiten entgegenstehen, so zeichnen sich doch die ungeheuer großen Ersparnismöglichkeiten deutlich ab. (9)

Bestimmung des Gehaltes an Aromaten, Naphthenen und Paraffinen in Benzin aus Dispersion, Refraktion und

Dichte<sup>2)</sup>. Die spezifische Dispersion  $\frac{n_D - n_D^0}{d} \cdot 1000$  charakterisiert den Aromatengehalt<sup>3)</sup>; in der spezifischen Refraktion  $\frac{n_D - 1}{d}$  unterscheiden sich die Naphthene besonders deutlich und einheitlich von den beiden anderen Stoffklassen. Wie auch sonst in der Benzin-Analyse üblich, wird zuvor eine Fraktionierung des Benzins nach den Siedegrenzen 65°, 90°, 122° und 150° vorgenommen und jede Fraktion gesondert gemessen und ausgewertet. Als optisches Meßgerät dient das übliche *Abbe*-Refraktometer. Um die nach der Mischungsregel durchführbare, aber etwas zeitraubende Berechnung der Ergebnisse zu umgehen, wurde für die vier Benzin-Fractionen je ein Dreieckskoordinatenblatt angefertigt, in welches man mit den beiden oben genannten Meßgrößen eingeht und an den Dreiecksseiten unmittelbar den Gehalt an Aromaten, Naphthenen und Paraffinen ablesen kann. Ein etwaiger Olefin-Gehalt kann an Hand der Brom- oder Jod-Zahl berücksichtigt werden. Das Verfahren wurde an Benzin-Mischungen aus individuellen Benzin-Komponenten geprüft und ergab eine Übereinstimmung von  $\pm 2-4$  Einheiten der Gewichtsprozent. Damit dürfte es nicht nur die rascheste, sondern derzeit auch die genaueste Bestimmung der drei Benzin-Klassen ermöglichen. (109)

Die neuzeitlichen Entschwefelungsverfahren<sup>4)</sup>. Der Schwefel-Gehalt des Steinkohlengases wäre ausreichend, den gesamten Bedarf Deutschlands an Schwefel (1938 120 000 t) und an Schwefelsäure (1937 2 050 000 t) zu decken. Der Erlös liegt jedoch im Vergleich zu den übrigen aus dem Gas gewonnenen Wertstoffen sehr niedrig, so daß seine Gewinnung früher keinen besonderen Anreiz geboten hat. Die Entschwefelung des Gases wird daher nur dann durchgeführt, wenn sein Verwendungszweck eine vollständige Gasreinigung erfordert. Die Forderungen des Vierjahresplanes haben nunmehr in den letzten Jahren zu einer außerordentlich großen Anzahl von Vorschlägen für die Entschwefelung unter gleichzeitiger Nutzbarmachung des gewonnenen Schwefels geführt. Die einzelnen Verfahren lassen sich unterteilen in Oxydationsverfahren (Trockenreinigung, Carbonorit, Glud-Still, Thylox, Staatsmijnen-Otto unter Gewinnung von elementarem Schwefel und I.G., Koppers, Kohlenteknik, Katalysulf unter Gewinnung von Ammonsulfat) und in Neutralisationsverfahren (Girbotol, Alkazid, Pottasche-Verfahren, Ammoniak-Verfahren unter Gewinnung von Schwefelwasserstoff), von denen die wichtigsten an Hand von Abbildungen eingehend besprochen werden. Die Mannigfaltigkeit der bestehenden Verfahren zeigt, daß die Entschwefelungsfrage noch nicht endgültig dahingehend geklärt ist, welches Verfahren unter den jeweils vorliegenden örtlichen Bedingungen allein oder bestens geeignet ist.

Im allgemeinen kann angenommen werden, daß für kleine Durchsatzleistungen nur die Trockenreinigung in Betracht kommt.

Für größere Durchsatzleistungen und geringe Schwefel-Gehalte ist die Trockenreinigung wirtschaftlich günstiger; für mittlere Schwefel-Gehalte ist die Wahl zwischen Trocken- und Naßreinigung von eingehender Prüfung abhängig; für hohen Schwefel-Gehalt ist die Naßreinigung stets von Vorteil.

Bei Anwendung der Naßreinigung wird es häufig zweckmäßig sein, die gesamte Gasmenge unter Verzicht auf vollständige Entschwefelung auf nassem Wege so weit vorzureinigen, daß die

<sup>1)</sup> *W. Lethe*, Oel u. Kohle 39, 883 [1943].

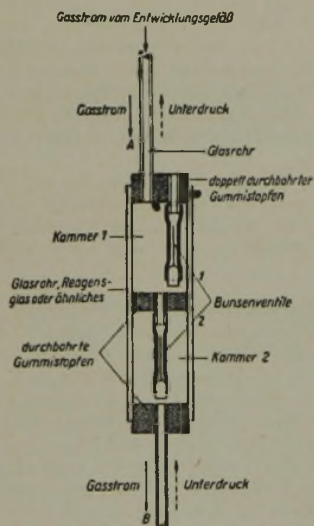
<sup>2)</sup> *Grosse u. Wackher*, Ind. Engn. Chem. analyt. Ed. 11, 614 [1939].

<sup>3)</sup> *G. Lorenzen u. F. Lethe*, Gas- u. Wasserfach 86, 313 [1943].

Schwefel-Erzeugnisse Gewinn bringen, und nur denjenigen Teil des Gases, der vollkommen entschwefelt werden muß, in einer Trockenreinigung nachzureinigen. Hierbei ist zu beachten, daß die Vorreinigung noch so viel Schwefel im Gas belassen muß, daß man nicht unter den Minimalwert der Trockenreinigung kommt. Wird die schwefel-freie Gasmenge unter Druck abgegeben, so empfiehlt es sich, die Trockenreinigung auch unter Druck vorzunehmen; denn man kann dann in der Vorreinigung stärker auswachen, was den Erlös an Erzeugnis steigert; man verbilligt zudem die Nachreinigung.

Ein Unterschied besteht grundsätzlich zwischen der Wirtschaftlichkeit der Naß- und der Trockenreinigung. Bei der Naßreinigung sind die reinen Betriebskosten im allgemeinen unabhängig vom Schwefel-Gehalt des Gases. Dagegen steigen die Gutschritten für Schwefel-Erzeugnisse mit dem Anwachsen des Gasschwefel-Gehaltes. Die Gesamtunkosten sinken daher, je mehr Schwefelwasserstoff das Rohgas enthält; es gibt einen Punkt, bei dem die Unkosten durch den Erlös an Erzeugnis gedeckt werden, bei noch höherem Schwefel-Gehalt werden Gewinne erzielt. Bei der Trockenreinigung wird die Masse gesättigt und dann ausgewechselt; dieses Wechsels erfordert einen so wesentlichen Teil der Betriebskosten, daß diese bei normalen Schwefel-Gehalten insgesamt steigen, je mehr Schwefelwasserstoff im Gas vorhanden ist. Nun nimmt aber die erzielbare Anreicherung der Masse bei sehr niedrigen Schwefel-Gehalten des Gases ab. Bei normalem Druck und normalem Schwefel-Gehalt von mehr als 5 g H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup> Gas erreicht man bei gleichzeitiger Wiederbelebung der Masse im allgemeinen eine Anreicherung von 50%, bei einem Schwefel-Gehalt von 1 g H<sub>2</sub>S/Nm<sup>3</sup> kann die Masse jedoch nur 25% aufnehmen. In gleichem Maße sinkt dann auch der Wert der Masse für den Verkauf oder die Extraktion. Die unter höherem Druck erzielbaren Anreicherungsgrenzen liegen bei etwa 70% bzw. 30%. Die Kosten der Trockenreinigung haben einen Minimalwert bei einem Gasschwefel-Gehalt um 2 bis 3 g/Nm<sup>3</sup> herum, außerhalb dessen steigen die Unkosten sowohl bei sinkenden als auch bei steigendem Gehalt. (105)

**Ein einfaches Druckausgleichventil beim Arbeiten mit Gasen im Laboratorium<sup>5)</sup>** (Abb.) besteht aus einem etwa 2½ cm weiten und etwa 10—12 cm langen Glasrohr, das in der Mitte durch einen dicht sitzenden, einfach gebohrten Gummistopfen in zwei Kammern mit je einem Bunsenventil unterteilt ist. Das Gas tritt aus dem Entwickler mit etwas Überdruck durch A in die Kammer 1, Ventil 1 schließt sich, Ventil 2 öffnet sich und läßt das Gas durch seinen Schlitz in die Kammer 2 strömen, aus der es durch B entweichen kann. Entsteht in dem Gasentwickler ein Unterdruck, so will die Kammer 1 Gas aus Kammer 2 zurücksaugen: Ventil 2 schließt sich; Ventil 1 läßt atmosphärische Luft durch den Schlitz ein, bis Druckausgleich hergestellt ist. (106)



Kammer 1 Gas aus Kammer 2 zurücksaugen: Ventil 2 schließt sich; Ventil 1 läßt atmosphärische Luft durch den Schlitz ein, bis Druckausgleich hergestellt ist. (106)

**Theoretische Grundlagen der Verdunstungstrockner mit beheizten Flächen<sup>6)</sup>.** Bei dem einfachen Fall der natürlichen Trocknung findet nur ein Wärme- und Stoffaustausch zwischen Gas und Gut statt. Infolge des zwischen beiden vorhandenen Temperaturgefälles geht nämlich Wärme vom Gas auf das Gut über, welche dazu dient, die Flüssigkeit zu verdampfen. Wegen des verschiedenen Dampfgehaltes an der Gutsobefläche und im Luftkern wandert der neu gebildete Dampf entgegen dem Wärmestrom in das Gas hinein. Wird jedoch das zu trocknende Gut auf einer beheizten Wand aufgetragen, so wandert Wärme vom Heizmittel auf die Wand, das Gut sowie das Gas und damit in dieselben Richtung wie die verdampfte Flüssigkeit. Für den erstgenannten Fall geben die Änderung des Wärmeinhaltes  $dx$  des über ein unendlich kleines Flächenelement streichenden Gases sowie seine gleichzeitige Änderung des Dampfgehaltes  $dx$  den Wärmeinhalt  $i'$  der Feuchtigkeit an der Gutsobefläche durch die Beziehung an:  $dx/dx = i'$ . Beim zweiten Fall des Trockners mit beheizten Flächen ist durch den Differentialquotienten  $dx/dx$  die Summe aus  $i'$  und der Wärmemenge festgelegt, welche zum Auftrocknen von 1 kg Wasser erforderlich ist. Diese Beziehung

wird verquickt mit einer ebenfalls erstmalig hergeleiteten Gleichung für  $dx/dx$ , die mit Hilfe des Mollierschen  $i,x$ -Bildes auf Grund einfacher geometrischer Zusammenhänge erhalten wird. Schließlich werden noch bekannte Wärmeübergangs- und Wärmeleitungsgleichungen herangezogen, um für einen gegebenen vorliegenden Fall die Gutsobefläche, den spezifischen Wärmeverbrauch, die spezifische Trockenleistung sowie das Verhältnis zwischen Wärme- und Verdunstungszahl zu berechnen.

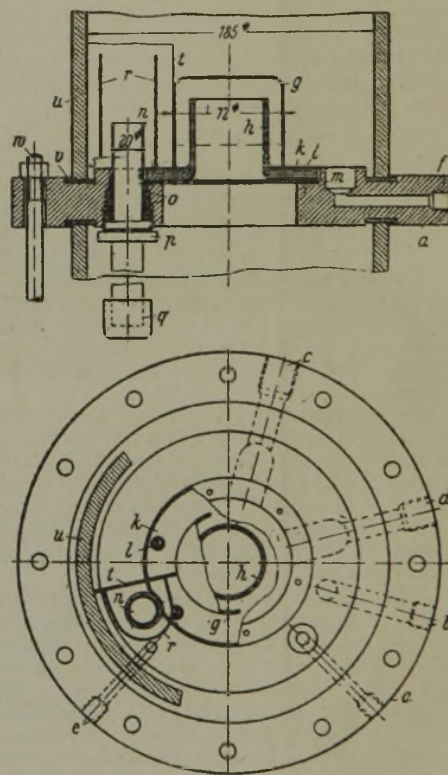
An Hand eines ausführlichen Zahlenbeispiels wird in der Arbeit gezeigt, wie durch ein graphisches Verfahren die Lösung der Gleichungen gefunden wird.

Die vorliegenden Untersuchungen gelten für den Beharrungszustand der Trocknung von nichthygroskopischem Gut. Von ihnen kann ausgegangen werden, wenn es sich um die Verfolgung der Vorgänge handelt, die sich bei der Trocknung von hygroskopischem oder solchem Gut abspielen, das seine Temperatur beim Trockenvorgang ändert. (108)

**Der Flüssigkeitsstand auf Glockenböden<sup>7)</sup>.** Messungen des Flüssigkeitsstandes auf einem Glockenboden von 185 mm Dmr. ergaben, daß die Flüssigkeit bei kleinen Geschwindigkeiten wesentlich unterhalb und bei großen Geschwindigkeiten wesentlich oberhalb des Ablaufrohres stand. Bei Vergrößerung der geometrischen Eintauchtiefe erhöhte sich der Flüssigkeitsstand nicht um den entsprechenden Betrag; bei kleinen Geschwindigkeiten war die Zunahme nur halb und bei großen Geschwindigkeiten fast doppelt so groß wie der Vergrößerung der Eintauchtiefe entsprach.

Die Messungen des Druckverlustes auf Glockenböden von 185, 460 und 620 mm Dmr. ergaben, daß dieser bei nicht zu großen Geschwindigkeiten um ebensoviel zunimmt wie die Flüssigkeitshöhe. Damit ist das „Minimum des Druckverlustes in Abhängigkeit von der Belastung“ durch eine Flüssigkeitsstandsabsenkung bei kleinen Geschwindigkeiten erklärt. Auch die in der Praxis häufig gemachte Beobachtung, daß der Druckverlust nur um einen kleinen Teil der Flüssigkeitsdruckzunahme bei Erhöhung der geometrischen Eintauchtiefe steigt, kann damit zwanglos erklärt werden.

Mit einer einfachen Vorrichtung, dem Überlaufschutz, mit dessen Hilfe von einem Boden nur verhältnismäßig klare und ruhige Flüssigkeit abgeführt wird, gelang es, bei nicht-schäumenden und schäumenden Flüssigkeiten den Flüssigkeitsstand in einem großen Belastungsbereich konstant zu halten. Bei den Versuchen wurde weiter gefunden, daß eine mit Äthylalkohol-Wasser-Gemischen betriebene Kolonne um 50% mehr belastet werden konnte, wenn die Ablaufrohre aus Aluminium durch ebenso groß bemessene aus Glas ersetzt wurden. Als Grund wurde eine geringere Verdampfung der Rücklauf Flüssigkeit im Ablaufrohr des untersten Bodens infolge der kleineren Wärmeleitfähigkeit des Glases festgestellt. Mit der Verdampfung der Rücklauf Flüssigkeit im Ablaufrohr ist eine weitere Ursache für das vorzeitige Aufhören des Rücklaufs von Kolonnenböden gefunden. (1)



Mit einer einfachen Vorrichtung, dem Überlaufschutz, mit dessen Hilfe von einem Boden nur verhältnismäßig klare und ruhige Flüssigkeit abgeführt wird, gelang es, bei nicht-schäumenden und schäumenden Flüssigkeiten den Flüssigkeitsstand in einem großen Belastungsbereich konstant zu halten.

Bei den Versuchen wurde weiter gefunden, daß eine mit Äthylalkohol-Wasser-Gemischen betriebene Kolonne um 50% mehr belastet werden konnte, wenn die Ablaufrohre aus Aluminium durch ebenso groß bemessene aus Glas ersetzt wurden. Als Grund wurde eine geringere Verdampfung der Rücklauf Flüssigkeit im Ablaufrohr des untersten Bodens infolge der kleineren Wärmeleitfähigkeit des Glases festgestellt. Mit der Verdampfung der Rücklauf Flüssigkeit im Ablaufrohr ist eine weitere Ursache für das vorzeitige Aufhören des Rücklaufs von Kolonnenböden gefunden. (1)

**Der Vakuum-Umlauf-Verdampfer** einer bekannten Firma<sup>8)</sup> wird seit langem zum schonenden Eindampfen von Lösungen benutzt und ist jetzt durch Zusatzteile wesentlich erweitert worden. Die einzudampfende Flüssigkeit zirkuliert in einem ringförmigen System unter starkem Temperaturgefälle und unter Vakuum. Bei Bereitung von Essenzen und alkoholischen Extrakten und beim Abdampfen von Lösungsmitteln kann man am „stehenden“, also abgeschalteten Vakuum praktisch verlustfrei arbeiten. Durch das Aufprallen des Dampf-Flüssigkeit-Gemisches auf die Wand des Verdampfungskolbens wird bei allen Lösungen eine völlige Schaumzerstörung erreicht. Die Bauelemente der Apparatur,

<sup>5)</sup> W. Kuhnheim u. G. Schiele, Wiener Chemiker-Z. 48, 84, [1943].  
<sup>6)</sup> Kirschbaum, Z. Ver. dtsh. Ing. Beih. Verfahrenstechn. 1343, 84.

<sup>7)</sup> K. Sigwart, Z. Ver. dtsh. Ing., Beih. Verfahrenstechn. 3, 79 [1943].  
<sup>8)</sup> Wird auf Anfrage mitgeteilt.



die für verschiedene Zwecke in Frage kommen, sind durch wenige Handgriffe gegeneinander austauschbar.

Bei dem Normaltyp-Verdampfer wird die Rohflüssigkeit in eben dem Tempo nachgesaugt, in dem sie verdampft. Den Inhalt des Verdampfersystems kann man abschnittsweise abnehmen.

Beim Eindampfen von Lösungen, aus denen sich Kristalle abscheiden, verwendet man geeignete Rundkolben mit Kugelflansch und seitlichem Hahnrohr, so daß großoberflächige Feststoffe in dem großen Querschnitt des Rohrs Gelegenheiten haben, sich abzusetzen. — Handelt es sich um Wiedergewinnung von Lösungsmitteln oder die Abdestillation von Essenzen, so benutzt man eine graduierte 5-l-Flasche mit Zapfstelle am tiefsten Punkt des Bodens. Bei der Alkohol-Rückgewinnung und der Essenzenbereitung ist es oft erwünscht, den Alkohol-Gehalt fortlaufend zu kontrollieren. Zu diesem Zweck befestigt man am Ablaufrohr des Kühlers ein für ständigen Durchlauf eingerichtetes Alkohol-Meßgefäß durch Drahtligatur an einem über das Ablaufrohr des Kühlers gezogenen Gummischlauch; in diesem schwimmt ein in Volumprozent Alkohol geteiltes Alkoholometer.

Wird rasche Verdampfung gewünscht, so kann man an das Verdampfersystem einen zweiten Verdampferkörper anschmelzen, den sog. „Doppelkopf“-Verdampfer. Falls nötig, kann man hierüber auch über 2 Gabelrohre 2 Kühler parallel schalten. Der Doppelkopf-Verdampfer empfiehlt sich außerdem bei schonender Einengung empfindlicher Lösungen, z. B. von Fermenten. Es ist auch möglich, mit Unterdruckdampf zu heizen. Ferner besteht die Möglichkeit der Wasserdampfdestillation von mit Wasser nicht mischbaren Flüssigkeiten. Schließt man an Stelle des Umlaufverdampfers einen Glockenverdampfer an das Kondensationsystem, so kann man ein Eindampfen zur Trockene erreichen. Um die Gefahr des Übersäumens auszuschließen, steckt man in den Stopfen der Verdampferglocke einen Schaumzerstörer nach Eddy.

Von besonderer Bedeutung ist die Extraktion fester Stoffe im Vakuum für die Extraktbereitung in der Apotheke, da alle bisher mitgeteilten Verfahren noch nicht zu einem befriedigenden Ergebnis geführt haben. Diese Extraktion im Vakuum läßt sich bewerkstelligen, wenn man unter dem Kühler den Extraktor anbringt und den Ablauf des Extraktors mit dem tiefsten Punkt der Vorratssaugflasche verbindet.

Die Leistung des Normaltyps des Umlaufverdampfers beträgt am Vakuum der Wasserstrahlpumpe etwa 2,5 l/h für verdünnte wäßrige Lösungen und etwa das Doppelte für stark alkoholartige Lösungen. (110)

#### Leistungsfähigkeit von Feinstzerkleinerungsmaschinen.

Über den Einfluß der Feinstmahlung auf die Lösungs- oder Benetzungswärme von Zucker und Cellulose und ein darauf aufgebautes Verfahren zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Feinstmühlern berichten J. Gundermann<sup>9)</sup> und K. Boedeker<sup>10)</sup>. Beim Zermahlen eines Feststoffes wird i. allg. der innere Gitterzustand und damit die innere Gitterenergie der Teilchen nicht oder nur geringfügig beeinflusst. Auch bei den äußersten technisch erreichbaren Mahlfineinheiten ist die mittlere Teilchengröße noch um Größenordnungen von der molekularen Aufteilung entfernt. Anders liegen die Verhältnisse, wenn beim Zerkleinern eines Stoffes in immer kleinere Teilchen neben der Zerteilung gleichzeitig eine starke Störung im inneren Gitteraufbau erfolgt. So zeigt gewöhnlicher Kristallzucker, wenn er trocken in der Schwingmühle genügend lange gemahlen wird, starke Gitterstörungen, und man kann erwarten, daß diese mit meßbaren Energieänderungen verbunden sind. Diese Beobachtung an Kristallzucker wurde dazu benutzt, um den Mahlvorgang bei Zucker in verschiedenen Mühlentypen genau zahlenmäßig in Abhängigkeit von der Mahldauer zu verfolgen, indem die Lösungswärme verschiedenen lange gemahlener Zuckerproben in Wasser bestimmt wurde. Aus der Tatsache des völligen Verschwindens des Röntgeninterferenzbildes<sup>11)</sup> bei diesem gut kristallisierenden Stoff war eine Differenz im Gesamtenergieinhalt zwischen ungemahlener und völlig zermahlener Proben von der Größenordnung der Schmelzwärme des Zuckers zu erwarten. Dieser Unterschied mußte in der Lösungswärme hervortreten. Die Messungen haben diese Annahme voll bestätigt.

Wegen der Unmöglichkeit, Zucker trocken zu mahlen, ohne daß er zusammenbackt, wurde die Zerkleinerung als Naßmahlung durchgeführt, u. zw. in Tetrachlorkohlenstoff als Nichtlöser. Während der Mahlung wurden von Zeit zu Zeit Proben genommen und an diesen nach Abdunsten des Tetrachlorkohlenstoffes die Lösungswärmen in Wasser bestimmt. Dabei wurde festgestellt, daß die ursprünglich negative Lösungswärme des ungemahlener Zuckers sich während des Mahlens allmählich einem positiven Grenzwert nähert, der je nach den Mahlbedingungen mehr oder weniger schnell erreicht wird. Aus dem beobachteten Grenzwert der Temperaturänderung folgt eine Zunahme der Lösungswärme von etwa 5 kcal je Mol Zucker. Dies entspricht der Größenordnung nach der molaren Schmelzwärme von organischen Stoffen, so daß also der Energieinhalt von feinstgemahlenem Zucker ungefähr dem von geschmolzenem Zucker entspricht.

<sup>9)</sup> Kolloid-Z., 99, 142 [1942].

<sup>10)</sup> Z. Ver. dtsch. Ing., Beih. Verfahrenstechn., 1943, 71.

<sup>11)</sup> J. Gundermann, l. c., Tafel 1.

Diejenige Mahldauer, bei der die Hälfte der erwähnten Änderung der Lösungswärme auftritt, dient als Kennzeichen für die Mahlleistung der Mühlen. Es zeigt sich z. B., daß eine Schwingmühle mit Stahlkugelfüllung rd. 3,3mal schneller mahlt als dieselbe Mühle mit gleich großen Porzellankugeln. Dies entspricht etwa dem Unterschied in der Dichte von Stahl gegen Porzellan. Auch der Einfluß der Schwingamplitude bei der Schwingmühle wurde untersucht, ebenso die Bedeutung der Größe und Menge der eingefüllten Kugeln. Ein Vergleich gewöhnlicher Kugelmühlen mit der Schwingmühle zeigt die Überlegenheit der letzteren. Die Wirksamkeit einer Kugelmühle ist wesentlich abhängig von der Größe der eingefüllten Kugeln.

Zur Feststellung, ob die eingangs erwähnte Gitterstörung tatsächlich vorliegt, wurden Röntgendiagramme des Zuckers im Anfangs-, Mittel- und Endstadium der Vermahlung aufgenommen<sup>11)</sup>. Die Gitterstörung nimmt in der Tat mit fortschreitender Mahldauer erheblich zu.

Beim Trockenmahlen liegen die Verhältnisse meistens weniger übersichtlich, da sich hierbei das Mahlgut leicht zusammenballt. Doch konnte bei der Trockenmahlung verschiedener Koksarten beobachtet werden, daß man Mahlleistungskurven ähnlicher Art erhält, wenn statt der Lösungswärme die Benetzungswärme in geeigneten Flüssigkeiten als Funktion der Mahldauer aufgetragen wird. Auch hier bekommt man ein asymptotisches Ansteigen der Benetzungswärme mit der Mahldauer. (107)

## NEUE BÜCHER

**Taschenwörterbuch der deutschen und italienischen Sprache für die chemische Industrie.** Dizionario Tascabile delle lingue tedesca e italiana per l'industria chimica. Von O. Dorner. Libreria Editrice Politecnica di Cesare Tamburini, Milano 1943. Alleinvertrieb für Deutschland: Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin W 35. 267 S. Pr. geb. RM. 7,70.

Das handliche Taschenbuch ist „aus der Praxis heraus für die Praxis“ geschaffen und soll die bisherigen, nach rein literarischen Gesichtspunkten verfaßten Wörterbücher auf chemisch-technischen Gebieten ergänzen. Es wendet sich daher in erster Linie an die deutschen und italienischen Chemiker und Ingenieure, namentlich an solche, die vorübergehend im Ausland beruflich tätig sind. Zu diesem Zwecke findet sich im Anhang auch ein kurz gefaßter Sprachführer mit den in chemischen Betrieben häufigen Redensarten und Wendungen, so daß der Benutzer in der Lage ist, seine Wünsche und Anordnungen in der fremden Sprache unmißverständlich auszudrücken. Erleichtert wird dies durch sorgfältige Aussprachebezeichnung sowie durch Angabe der wichtigsten Zahlwörter, Maßeinheiten und Formeln.

Als Taschenbuch erhebt es natürlich nicht den Anspruch auf eine lückenlose Wiedergabe aller Spezialausdrücke, sondern beschränkt sich auf die wesentlichen Fachausdrücke, insbesondere auf die Gummi- und Kunststoffindustrie. Auf diesem Fachgebiet dürfte das Buch in der Tat allen praktischen Anforderungen genügen.

Bei der Durchsicht fand Ref. nur wenige geringfügige Ungenauigkeiten bzw. Druckfehler).

Bei der Bearbeitung und Zusammenstellung des Textes erfreute Vf. sich der Mitarbeit italienischer Kollegen. Das auch äußerlich vorzüglich ausgestattete Büchlein, zu welchem der bekannte Mailänder Technologe G. Natta anerkennende Geleitworte schrieb, kann daher deutschen und italienischen Fachgenossen als zuverlässiger Führer durch die Sprache der Technik beider Länder wärmstens empfohlen werden. A. Sander. [145.]

**Metallische Überzüge.** Von W. Machu. 2. Aufl. 644 S., 236 Abb. u. 52 Zahlentafeln. Akademische Verlagsges., Leipzig 1943. Pr. geh. RM. 40,—, geb. RM. 42,—.

In verhältnismäßig kurzer Zeit ist nach dem Erscheinen der 1. Auflage die 2. Auflage zur Veröffentlichung gekommen. Bei der einfachen und klaren Gliederung der 1. Auflage war eine grundsätzliche Änderung im Aufbau nicht erforderlich. Somit werden auch hier nach dem allgemeinen Teil, in dem die theoretischen Grundlagen, die Metallreinigung und die Metallüberzugsverfahren im allgemeinen behandelt werden, spezielle Angaben über die Herstellung von Metallüberzügen, ihre Eigenschaften und ihre Prüfverfahren, in Sonderabschnitten nach Metallen geordnet, gemacht.

Trotz größerer Erschwerungen sind gerade auf dem Gebiete der metallischen Überzüge weitere Fortschritte erzielt worden, wie aus dem Vergleich der 1. und 2. Auflage hervorgeht. Bei der

<sup>11)</sup> So z. B. auf S. 58 idrólítico (richtig ist: idrolítico), S. 144 „Duck“ (statt Druck), „Sperrholz“ (S. 103) wäre u. E. richtiger durch legno compensato wiederzugeben; ebenso sollte zweckmäßigerweise beim Zeitwort „verschieben“ außer der angegebenen örtlichen auch die ebenso häufig gebrauchte zeitliche Bedeutung rimandare gebracht werden. „Eisenfeile“ (S. 39) heißt, wenn es sich um Feilspäne handelt, limatura di ferro; die hier angegebene Übersetzung lima di ferro würde lediglich eine eiserne Feile bezeichnen. Das Eigenschaftswort „echt“ wird, wenigstens in der Farben- und Textilindustrie, wohl meist durch solido bezeichnet. Für „Bütte“ wird man in der Praxis wohl häufiger mastello hören. Beim Wort „Brecher“, das richtig mit frantoio wiedergegeben ist, vermüßte Ref. das italienische Synonym frangiflutti für die häufig in Rühr- und Mischwerken verwendeten Brecher. Für „Abfall“ ist in der Praxis außer den angeführten Übersetzungen ebenso häufig das Wort scarto anzutreffen.

Reinigung als Vorbehandlung für das Aufbringen metallischer Überzüge stehen die alkalischen Reinigungsverfahren im Vordergrund des Interesses. Hierüber sind neuere Angaben über den Einfluß von Bewegung und Temperatur vorhanden. Beim Beizen mit Säuren finden sich neue Angaben über säurefeste Auskleidungen. Auf dem Gebiet der allgemeinen Herstellungsverfahren ergeben sich Fortschritte bei der Metallplattierung, bei den Spritzverfahren und bei den galvanischen Verfahren. Von den speziellen Herstellungsverfahren stehen die Fortschritte auf dem Verzinkungsgebiet, sowohl der Feuerverzinkung als auch der galvanischen Verzinkung, an erster Stelle. Neu bearbeitet wurde ferner die Aluminium-Plattierung, wobei insbesondere über die Vermeidung der Kupfer-Diffusion Angaben enthalten sind, und die Chromierung in der Gasphase, die in neuerer Zeit besonderes Interesse gefunden hat.

Dem Verfasser ist für die Herausgabe der 2. Auflage besonders zu danken, da er in so kurzer Zeit die wichtigsten Fortschritte berücksichtigt und so das Buch auf den neuesten Stand der wissenschaftlichen und technischen Erkenntnisse gebracht hat.

Wiederholt. [151.]

**Werkstoffzerstörung und Schutzschichtbildung im Wasserfach.** Von L. W. Haase. Teil II. (Herausgeg. auf Veranlassung der Ges. f. Korrosionsforschung u. Werkstoffschutz im V DCh e. V., Arbeitskreis im NSBDT.) 251 S., 20 Zeichnungen, 72 Abb. und 3 Vierfarbentafeln. Verlag Chemie, Berlin, 1943. Pr. geb. RM. 12,—.

Dem schon 1939 erschienenen Teil I mit Darlegungen über die für das Wasserfach bedeutsamen theoretischen Grundlagen der Werkstoffzerstörung, über die Eigenschaften der kalten Wässer und über die Wege zur Verhütung der dadurch verursachten Werkstoffzerstörung folgt jetzt nach unvorhergesehen langer Wartezeit der neue Teil II mit Abschnitten über die Verwendbarkeit der Werkstoffe bei kaltem Wasser, über Werkstoffangriffe durch warmes Wasser, über Werkstoffschutz durch Wasseraufbereitung bei warmem Wasser und über die Verwendbarkeit der Werkstoffe bei warmem Wasser.

Wichtige Feststellungen des Buches liegen nicht nur in der hier erstmalig gebrachten grundsätzlichen scharfen Abgrenzung der verschiedenen Verwendungszwecke des erwärmten Wassers und in der Einführung eindeutiger Bezeichnungen, sondern auch in der Betonung, daß bei jedem, auch noch so rein und klar erscheinenden Wasser eine „Feinfiltration“ angeschlossen werden soll, insbesondere zur Beseitigung kolloider Stoffe, eine Forderung, in welcher der Autor einen Wendepunkt der Wasseraufbereitung überhaupt erblickt (S. 174 ff.). Hervorgehoben zu werden verdient auch der ebenso eindeutige Hinweis darauf, daß die Ursache mancher unerklärlichen Verbackungen von Filtermassen nach dem Durchgang warmen Wassers in einer zu hohen Rand-Temperatur zu liegen pflegt (S. 181), auch wenn die mittlere Temperatur mäßige Grenzwerte nicht überschreitet.

So ist der Teil II, wie auch das Vorwort betont, bewußt nicht nur eine Fortsetzung oder Ergänzung des Teils I, sondern eine selbständig für sich bestehende, für jeden Fachgenossen außerordentlich wertvolle Veröffentlichung, die sich auf die umfangreichen praktischen Erfahrungen des Verfassers im Rahmen seiner amtlichen Tätigkeit an der Reichsanstalt für Wasser- und Luftgüte während des Krieges in Deutschland und in außerdeutschen Gebieten stützt. Gewisse Lücken im Stoffgebiete werden durch die Art der Schrift begründet, in der nur solche Tatsachen und Beobachtungen behandelt werden, über welche sich der Verfasser auf Grund eigener Prüfungen und Beobachtungen selbst ein Urteil bilden konnte.

In einem Ausblick werden die heutigen und zukünftigen Fragen des Wasserfachs, insbesondere der Trink- und Nutzwasserversorgung, sowie die schwebenden und offenen Fragen der Wasserchemie und der Wassertechnik aufgezeigt. Zum Schluß geben eine Zusammenstellung des für tieferes Eindringen notwendigen Schrifttums und ein ausführliches Sachverzeichnis die Möglichkeit zur bequemen Benutzung des Buches als Nachschlagewerk.

Bei sonst guter drucktechnischer und buchhändlerischer Ausstattung stört leider eine ganze Reihe übersehener Druckfehler<sup>2)</sup>.

A. Splittgerber. [149.]

**Deutsche Werkstoffe.** Von V. Pöschl. 2. Aufl. 276 S. F. Enke, Stuttgart 1943. Pr. geh. RM. 13,—, geb. RM. 14,20.

Der durch seine Veröffentlichungen auf dem Gebiete der Stoff- und Warenkunde in weiten Kreisen bekannte Verfasser legt diesmal eine Stoffkunde deutscher Werkstoffe vor. Er bemüht sich um klare Begriffsformulierungen und gestaltet den früher oft einseitig aufgefaßten Begriff der Stoffkunde komplexer, indem er eine „stoffkundlich-technologische Darstellung“ wählt, die gleichzeitig Verwendung und Herkunft berücksichtigt und eine Wertung versucht. Die Einteilung des Stoffes erfolgt letzten Endes nach einem „Prinzip natürlicher Ordnung in Technik und Wirtschaft“. Es ist bezeichnend, daß ein Werk des Verfassers unter diesem Titel demnächst erscheinen wird.

Die gewählte Einteilung des Stoffes belebt die Darstellung, muß aber Zugeständnisse an die Übersichtlichkeit machen und in Kauf nehmen, daß sich manche Gebiete stark überschneiden. Zunächst werden behandelt: Steine und Mörtel aus Steinen und Erden, Metalle und Holz (diese beiden leider nur sehr kurz), und schließlich Fasern, denen die aus Zellstoff gewinnbaren plastischen Massen angehängt sind (ein besonders schön aufgebauter Abschnitt). An Stelle der im Anschluß hieran zu erwartenden Abhandlung über die organischen Kunststoffe ist ein sehr großer Abschnitt über mechanische Hilfsmittel, d. h. Baustoffe für Kurzwaren, Klein- und Großgeräte und deren Teile angefügt, der etwa 40% des Gesamtumfanges des Buches umfaßt. Hier werden die unter „Steine und Mörtel“ nicht genannten Werkstoffe als anorganische Werkstoffe behandelt. Man hätte gewünscht, daß konsequenterweise auch die Metalle und Holz nochmal an dieser Stelle der Vollständigkeit halber angeführt worden wären. Die Ausführungen über die organischen Kunststoffe geben gemeinsam mit dem unter Fasern Gesagten eine sehr gute Übersicht über dieses so wichtig gewordene Gebiet. Das Schlußkapitel erfaßt Hilfsmittel vom Waschmittel bis zum Treibstoff in etwas willkürlicher Auswahl.

Das Buch gewinnt sehr durch die Behandlung der wichtigsten Verfahren zur Herstellung bzw. Gewinnung der verschiedenen Werkstoffe und durch sehr gut ausgewählte Abbildungen, die Stoffkundliches, Anwendungsgebiete und -techniken zeigen. Viele tabellarische Zusammenstellungen vermitteln einen guten Überblick. Das Buch stellt einen wertvollen Beitrag zu dem in neuerer Zeit oft behandelten Thema der deutschen Werkstoffe dar. Es enthält einige Unvollständigkeiten und Ungeradheiten, die beseitigt werden müssen. Dies sollte einer dritten Auflage des Buches vorbehalten sein, die voraussichtlich bald notwendig werden wird.

Krannich. [150.]

**Chemische Laboratoriumstechnik.** Ein Hilfsbuch für Laboranten, Chemiewerker und Fachschüler. Von W. Wittenberger. 261 S., 290 Abb. Springer-Verlag, Wien 1942. Pr. geh. RM. 5,70.

Die „Chemische Laboratoriumstechnik“ ist als das erste ausführlichere — und dabei sehr preiswerte — Hilfsbuch für die technische Ausbildung der Helfer des Chemikers im Laboratorium erschienen. Der erstaunlich reichhaltige Inhalt, ergänzt durch viele lehrreiche Abbildungen, wird eine wertvolle Hilfe zum Erlernen der wichtigsten technischen Kunstgriffe sein. Das gute Inhaltsverzeichnis macht das Buch auch nach der Lehr- oder Anlernzeit zu einem willkommenen Ratgeber.

Über eine rein technische Hilfe geht der Inhalt kaum hinaus. Die Frage nach dem Warum bleibt bei den Erklärungen zu den meisten Apparaten und Meßmethoden offen<sup>3)</sup>.

Bei den wenigen technischen Rechnungen werden Vorkenntnisse in Arithmetik und Algebra vorausgesetzt. Anlernlinge und Lehrlinge bringen diese von der Volksschule nicht mit. Bei der Mischungsregel (S. 94/95) wird das besonders deutlich; hier ist die Anwendung der Mathematik wirklich überflüssig.

Hoffentlich werden in einer neuen Auflage die Maßeinheiten der DIN-Normen und die Festlegungen des AEF gebührend berücksichtigt. Die Art der Zahlenangaben könnte man denen des Chemiker-Taschenbuches (z. B. die über Löslichkeit S. 90) und der Küster-Thielschen Rechentafeln möglichst angleichen; die spätere Benutzung dieser Hilfsmittel würde dadurch erleichtert.

Als Lehrbuch für Berufs- und Fachschulunterricht müßte das Buch erst ausgebaut werden.

W. Ebert. [144.]

**Das Mikroskop.** Von A. Ehringhaus. (Mathematisch-physikalische Bibliothek Reihe II.) 3. Aufl. 156 S., 83 Abb. B. G. Teubner, Leipzig u. Berlin 1943. Pr. kart. RM. 3,50.

Das Büchlein will einerseits „dem wißbegierigen Laien ein Bild von dem Wesen und der kulturellen Bedeutung des Mikroskopes“ geben, andererseits dem Mikroskopiker in Wissenschaft und Praxis ein tieferes Verständnis für die Wirkungsweise und die Anwendungsmöglichkeiten seines Instrumentes verschaffen. Nach einer kurzen, leicht verständlichen Erläuterung der notwendigen Grundbegriffe wird die Einrichtung, Wirkungsweise und Handhabung des Mikroskopes und seiner Nebenapparate übersichtlich beschrieben. Ein eigener Abschnitt behandelt die Zurechtung verschiedenartigsten Untersuchungsmaterials für die mikroskopische Beobachtung. Bei der Anwendung des Mikroskopes in Wissenschaft und Technik werden die Physik, Biologie, Zoologie, Botanik, Mineralogie, Petrographie, Metallographie, Kolloidchemie, die Untersuchung der Nahrungs-, Genuß- und Heilmittel, die Medizin, — aber nicht die Chemie berücksichtigt. Das Fehlen der Chemie bei Besprechung der praktischen Anwendung des Mikroskopes beleuchtet die geringe Wertschätzung, die dieses Instrument beim Chemiker findet. Dem Mikroskop und dem Buch, das damit vertraut machen soll, ist weiteste Verbreitung in den chemischen Laboratorien zu wünschen.

L. Kofler. [146.]

<sup>2)</sup> Erwähnt sei der falsche Hinweis auf Zeichnung 13, anstatt auf Zeichnung 12 auf Blatt 131, Zeile 4 von unten.

<sup>3)</sup> Wie leicht könnte man z. B. das Hebelsystem der Dezimalwaage durch Aufbau aus den einzelnen Hebeln erklären (S. 58). Ähnlich geht es z. B. mit der Mohr-Westphalschen Dichtenwaage (S. 217), mit dem „Faktor“ — besser: „Normalfaktor“ — (S. 89) u. a. m.

**Mensch und Fortschritt im Betrieb.** Von H. Benkert. (Dreieck-Bücherreihe „Führen u. Fortschritt“. Hrsg. von E. Kupke. Bd. I.) 68 S. Dreieck, H. Schmitt-Horr, Wiesbaden 1943. Pr. geh. RM. 2,70.

Mit diesem Bericht des Betriebsführers der Siemens-Schuckert-Werke aus der Praxis der modernen betrieblichen Rationalisierung wird eine Bücherreihe des Dreieck-Verlags „Führen und Fortschritt“ eingeleitet. Der Leiter des Amtes für Leistungserleichterung, Berufserziehung und Betriebsführung der Deutschen Arbeitsfront, Dipl.-Ing. *Herbert Steinwarz*, hat dem Bericht ein eindringliches Geleitwort vorangestellt.

Nach einer Darlegung über die Schwierigkeit der Verbindung von Idee und Durchführung des Fortschritts im Betrieb wird gezeigt, wie durch innerbetriebliche Beratung die Ziele der Werkleitung auf diesem Gebiet zum persönlichen Ziel der Mitarbeiter werden. Wenn es gelingt, die Gefolgschaft weitgehend positiv zur Rationalisierungsidee einzustellen, so zeigt sich das sowohl in der Leistungssteigerung, vor allem aber auch in der Aktivität des Mitgehens der Gefolgschaft, die sich in der Beteiligung am Verbesserungsvorschlagswesen des Betriebes ausdrückt. Sowohl für die Praxis der innerbetrieblichen Werbung als auch für die Organisation des Verbesserungsvorschlagswesens im Betriebe gibt die Schrift anschauliches Einzelmaterial in Wort und Bild. *A. Weiß*. [148.]

## NORMUNG

**Normungsarbeiten auf dem Kunststoffgebiet.** Da sich die Notwendigkeit ergeben hat, in steigendem Maße auch chemische Prüfverfahren für die Charakterisierung und Güteüberwachung von Kunststoffen — Rohstoffen und Fertigfabrikaten — heranzuziehen, hat der Unterausschuß C 1 „Kunststoffe an Stelle von Kautschuk, Guttapercha und Blei“ der VDCh-Arbeitsgruppe Kunststoffe die folgenden „VDCh-Richtlinien zur Prüfung von Kunststoffen“ im Entwurf fertiggestellt und in der Zeitschrift „Kunststoffe“ 33, 297 [1943] der Öffentlichkeit zur Kritik unterbreitet:

Nr. 1 Vinylchloridpolymerisate, Prüfverfahren  
Nr. 2 Weichgemachte Vinylchloridpolymerisate, Prüfverfahren.

Sonderdrucke dieser Entwürfe sind kostenlos von der Hauptnormenstelle Chemie im DNA, Frankfurt a. M., Bismarckallee 25, zu beziehen, an die auch alle Einsprüche und Änderungsvorschläge zu richten sind. **Einspruchsfrist 29. März 1944.** (5)

**Normungsarbeiten auf dem Gebiet der Anstrichstoffe.** Im Einvernehmen mit dem Deutschen Normenausschuß, der Hauptnormenstelle Chemie im DNA und dem Fachausschuß für Anstrichtechnik beim VDI und VDCh hat die Arbeitsgruppe Chemie der Körperfarben und Anstrichstoffe des Vereins Deutscher Chemiker Normungsarbeiten auf ihrem Arbeitsgebiet in Angriff genommen.

Es handelt sich zunächst um die Erarbeitung folgender Vereinheitlichungen:

- Bestimmung der Schichtdicke von Anstrichstoffen
- Meßgerät zur Dickenmessung von Anstrichen
- Begiffe und Bezeichnungen von Lacken und Anstrichstoffen
- Art der Trocknung von Lacken und Anstrichstoffen
- Bestimmung der Trockenzeit von Lacken und Anstrichstoffen
- Bestimmung der Haftfestigkeit von Lackfilmen
- Prüfung auf Reißfestigkeit und Dehnung von Anstrichfilmen
- Ausführung der Entrostung und des Anstriches von Eisenkonstruktionen
- Pigmente und Anstrichfilme, Bestimmung des  $p_H$ -Wertes
- Lackfilme, Prüfung der Wasser- und Wasserdampfdurchlässigkeit
- Lackfilme, *Ericson-Test*
- Lackfilme, Bestimmung der Quellzahl und des Quellverlustes
- Lackfilme, Bestimmung der Kältefestigkeit.

Interessenten werden gebeten, ihre Anschrift der Hauptnormenstelle Chemie, Frankfurt a. M., Bockenheimer Landstr. 10 (Haus der Chemie) bekanntzugeben, damit sie über den Fortgang der Arbeiten auf dem laufenden gehalten werden können. (7)



## BEKANNTMACHUNGEN DER BERUFGENOSSENSCHAFT DER CHEMISCHEN INDUSTRIE

**Bau und Berechnung von Druckgefäßen.** An Stelle der überholten Berechnungsgrundlagen sind vom Reichsverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften als anerkannte Regeln der Technik für Werkstoffe, Bauart und Herstellung der Druckgefäße und Druckluftbehälter (§ 2 der Druckgefäß- und Druckluftbehältervorschrift) die AD-Merkblätter anerkannt worden. Bisher erschienen folgende Merkblätter<sup>1)</sup>:

- B 1 — Wanddicken zylindrischer Schlässe
- B 2 — Wanddicken kegelförmiger Schlässe bzw. kegelförmiger Böden
- B 3 — Wanddicken gewölbter Böden
- W 1 — Flußstahlbleche, allgemeine Richtlinien
- W 2 — Kesselbleche (noch nicht erschienen)
- W 3 — Gußeisen.

Außer den AD-Merkblättern gelten nach wie vor die Unfallverhütungsvorschriften für Druckgefäße und Druckluftbehälter. Außerdem sind in Vorbereitung „Richtlinien für Bau und Prüfung der Druckgefäße“, eine Zusammenfassung aller im Laufe der letzten Jahre erfolgten Auslegungen und Zusätze zu den Unfallverhütungsvorschriften. (1)

**Sicherheitsmaßnahmen beim Destillieren von Flüssigkeiten, deren Destillationsrückstände bei Berührung mit den Heizflächen gefährliche Zersetzungen erleiden können.** Von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie werden folgende Maßnahmen empfohlen (Auslegung zu den Allgem. Unfallverhütungsvorschriften Abschn. 1 § 55):

Werden Flüssigkeiten destilliert, deren Destillationsrückstände (z. B. Nitrolack- oder Sprengstoffreste) bei Berührung mit den Heizflächen gefährliche Zersetzungen erleiden können, sind Maßnahmen zu treffen, die eine direkte Berührung solcher Destillationsrückstände mit trockengelegten Heizflächen verhindern. Diese Maßnahmen sind auch bei anderen beheizten Gefäßen anzuwenden, wenn durch unzulässiges Absinken des Flüssigkeitsstandes die gleichen Gefahren entstehen.

Zur Durchführung der genannten Bestimmungen können folgende Maßnahmen, je nach Sachlage einzeln oder miteinander verbunden, zur Anwendung kommen. Grundsätzlich sind die Heizflächentemperaturen möglichst niedrig zu halten und die Heizflächen im Destillationsapparat möglichst tief zu legen.

1. Die zu destillierende Flüssigkeit ist vor dem Einlauf in den Destillationsapparat von solchen Bestandteilen zu befreien, die zu den gefährlichen Zersetzungen führen können.

2. Ein unzulässiges Absinken des Flüssigkeitsstandes so weit, daß die Heizflächen trockengelegt werden, ist zu verhindern. Dies kann beispielsweise dadurch geschehen, daß der Flüssigkeitsstandanzeiger<sup>2)</sup> mit einer Kontaktvorrichtung<sup>3)</sup> verbunden wird, die beim Absinken der Flüssigkeit unter das zulässige Maß ein akustisches Warnsignal auslöst und nach Möglichkeit zwangsläufig die Heizquelle abschaltet bzw. neue Flüssigkeit zuströmen läßt. Zusätzlich empfiehlt sich die Anbringung von Schaugläsern zur Beobachtung des Flüssigkeitsstandes im Destillierapparat.
3. Statt der Wärmezuführung durch die Heizflächen ist Destillieren durch unmittelbare Zuführung von Wasserdampf anzuwenden. Hierbei ist sicherzustellen, daß die Dampfeinführungsröhre stets von Flüssigkeit bedeckt sind.
4. Herabsetzung der Heizflächentemperatur unter die Zersetzungstemperatur der Destillationsrückstände durch Anwendung von Vakuum bei der Destillation. (17)

**Belastung der Ketten bei Kälte** — das Thermometer als Warnsignal für Kranführer und Anbinder. Es sei daran erinnert, daß das Arbeitsvermögen des Eisens bei sinkender Temperatur stark abnimmt: bei 20° Kälte auf 57% des normalen Wertes bei Schweißisen und auf 14,5% bei Flußeisen. Dadurch ist die Tragfähigkeit von Ketten sehr vermindert und die für normale Temperaturen zulässige Höchstbelastung entsprechend herabzusetzen. Vor allem ist ruckartige Belastung zu vermeiden. (1)

**Schuhwerk für Arbeiter in Sprengstoffbetrieben und anderen explosionsgefährdeten Räumen.** Dazu nimmt die Berufsgenossenschaft folgende Stellung ein:

„Eiserne Nägel, Schuhspitzen und Beschlüge am Schuhwerk dürfen von Personen nicht getragen werden, die

- a) in Räumen beschäftigt sind, in denen sich offener Sprengstoff befindet (z. B. in Sprengstoff-, Pulver- und Munitionsbetrieben, Feuerwerkereien u. dgl.),
- b) in Räumen beschäftigt sind, die durch brennbare Gase, Dämpfe oder Staube explosionsgefährdet sind (z. B. in Schwefelkohlenstoff-, Äther-, Acetylen-, Zellwolle-, Mineralölfabriken, Hydrierwerken, Lager- und Umfüllstellen für brennbare Gase und Flüssigkeiten, chemischen Fabriken, die brennbare Gase und Flüssigkeiten verwenden u. v. a.). Ausgenommen sind Räume mit Gasen, Dämpfen oder Stauben, die durch Schlag- oder Reibungsfunkten nachweislich nicht gezündet werden.“

Der Reichsinnungsverband des Schuhmacherhandwerks hat alle Schuhmacher- und Holzschuhmacherinnungen angewiesen, dieser Vorschrift entsprechend zu verfahren. (16)

<sup>1)</sup> Flüssigkeitsstandanzeiger sind beschrieben: Rdsch. dtsh. Techn. 7/8, 6 [1942]; Jahresbericht der B. G. ch. I. 1933/28; 1934/5 und 7, 1935/10, 1936/9 und 10.  
<sup>2)</sup> Kontaktvorrichtungen sind beschrieben: Elektrotechn. Z. 1941, 251. Zwei weitere Beispiele von Flüssigkeitsstandanzeiger und Kontaktvorrichtung können von der Berufsgenossenschaft der chemischen Industrie bezogen werden.

# DIE REDAKTION DER ZEITSCHRIFTEN DES VDCh

Die Stelle für VDCh-Arbeitsgruppen

Die Schriftumsstelle der NSBDT-Reichsfachgruppe Chemie

Die VDCh-Arbeitsgruppe für Geschichte der Chemie

„Die Chemie“ — „Die Chemische Technik“

erbitten sämtliche Manuskripte, Büchersendungen, Zuschriften und Ferngespräche nur nach

**(16) Fronhausen (Lahn), postlagernd; Fernsprecher 27**

Dr. W. FOERST

## VON WOCHE ZU WOCHE

### GEPLANTES UND BESCHLOSSENES

Zur Herstellung von synthetischen Kohlenwasserstoffen in Frankreich wurde die Studiengesellschaft Les Hydrocarbures de Synthèse mit Sitz in Paris gegründet, der vor allem Firmen zur Ausbeutung von bitumenhaltigem Schiefer angehören und die sich mit Crack-Verfahren, der Polymerisierung der Produkte usw. befassen wird. (4009)

Ein Kunstharzindustrie-Verband in Finnland, dem die 22 einschlägigen Betriebe angehören, wurde von dem 1940 eingesetzten Vertrauensrat der Kunstharzindustrie gegründet. (4007)

Die Herstellung von Spiritus aus Roßkastanien in Ungarn soll auf Grund eines neuen Verfahrens möglich sein, während bisher der Saponin-Gehalt der Kastanien die Umwandlung der Stärke unmöglich machte. Man versucht jetzt auch, Spiritus für Genußmittel aus den wilden Kastanien zu gewinnen. (4011)

Zur Herstellung von Pflanzenölen in Bulgarien, u. zw. von Speiseöl aus Sonnenblumenkernen, von Firnis und anderen technischen Ölen, wird von der Genossenschaft Bulgarska Sachar eine Fabrik errichtet. (4010)

Eine Zementfabrik in der Türkei soll in Bartin am Schwarzen Meer errichtet werden. (4006)

Die Errichtung einer Lithopone-Fabrik in der Türkei in Pendik mit einer Jahresleistung von 2000 t ist geplant. (4005)

Eine neue Glasfabrik in Spanien, die von der Firma Vidrios de la Florida S. A. in Vigo gebaut wurde und Tafelglas, Dekorationsgläser, Ampullen und Glühbirnen erzeugen soll, wird demnächst den Betrieb aufnehmen. (4012)

Zur Gewinnung von Kupferkonzentraten in Portugal wird von der Cerro de Pasco Corp. eine Anlage mit einer Tagesleistung von 800 t erbaut. Es sollten dort ursprünglich nur Blei- und Zinkerze verhüttet werden. (4004)

Zur Herstellung von Kunstkautschuk-Reifen in USA. will die General Tire and Rubber Co. bei Waco, Texas, eine Fabrik bauen. (4000)

### PERSONAL- UND HOCHSCHULNACHRICHTEN

**Gefallen:** U. Düber, Stendal, als Bevollmächtigter der Zuckerwirtschaft einer Gebietsverwaltung im Osten, Mitglied des VDCh (VDZ), am 7. Januar im 54. Lebensjahr. — cand. chem. R. Lang, Kiel, als Gefreiter in einem Grenadier-Regiment vor kurzem im Osten.

**Jubiläen:** Dr. Möllney, Ammendorf bei Halle, Betriebsführer der Orgazid G. m. b. H., langjähriges Mitglied des Kleinen Rates des VDCh und Vorsitzender des VDCh-Arbeitsausschusses für Erfinderfragen, feierte am 11. Februar sein 25jähriges Arbeitsjubiläum im Goldschmidt-Konzern.

**Geburtstage:** Prof. Dr. H. Kühn, Honorarprof. für Zement- und Mörtelkunde an der T. H. Berlin und Inhaber eines zement- und mörteltechnischen Laboratoriums, feierte am 11. Februar seinen 65. Geburtstag.

**Ernannt:** Dipl.-Ing. V. Gerzabek, Rohöl-Gewinnungs-A.-G., Wien, wurde beauftragt, Vorlesungen und Übungen über Tiefbohrbetrieb und Erdölgewinnung an der Montanistischen Hochschule Leoben abzuhalten. — Dr.-Ing. E. Mörath, Doz. für Chemische und Mechanische Betriebstechnik der Säge-, holzverarbeitenden und Holzkonservierungsindustrie in der Forstlichen Hochschule Eberswalde, zum apl. Prof.

**Gestorben:** Dr. W. Ahrens, Leipzig, Chemiker der Fa. M. B. Vogel, Chem. Fabrik, Mitglied des VDCh seit 1939, am 18. Dezember 1943 im Alter von 45 Jahren. — Dr. phil. G. Berger, Fehrbellin (Mark), Inhaber d. Berger-Brauerei, Mitglied des VDCh seit 1935, am 9. Dezember 1943 im Alter von 49 Jahren. — Dr. phil. W. Cramer, Altfelde, Direktor der Zuckerfabrik, Mitglied des VDCh (VDZ), am 11. Dezember 1943 im Alter von 67 Jahren. — H. Eggebrecht, Schöppenstedt, Direktor der Fa. Horney & Krause, G. m. b. H., Mitglied des VDCh (VDZ), im November 1943 im Alter von 63 Jahren. — Dr.-Ing. A. Gerassimoff, Berlin, Chemiker der Edeleanu G. m. b. H., Mitglied des VDCh seit 1939, vor kurzem im Alter von 32 Jahren. — Dr. W. Heike, Ordinarius für Metallkunde und physikalische Chemie an der Bergakademie Freiberg, vor kurzem im Alter von 63 Jahren. — C. Hoepke, Direktor der Zuckerfabrik Alexandrowka (Ukraine), Mitglied des VDCh (VDZ), am 19. Oktober 1943 im Alter von 46 Jahren. — Dr. F. A. Kötze, emerit. o. Prof. für Chemie und chemische Technologie an der Universität Göttingen, vor kurzem im Alter von 73 Jahren. — Dr. phil. E. Zimmer, Chemiker der Vereinigte Farbwerke A.-G., Ingelheim, Mitglied des VDCh seit 1928, am 2. Februar im 80. Lebensjahr. — Dr. phil. nat. K. Zschiesche, Heydebreck (O.-S.), Chemiker der I. G. Farbenindustrie A.-G., Mitglied des VDCh seit 1927, am 21. Dezember 1943 im Alter von 44 Jahren.

#### Ausland.

**Ehrungen:** Prof. Dr. phil. et chem. J. Plotnikow, Direktor am phys.-chem. Institut d. Technischen Fakultät an der Universität Agram, wurde für seine wissenschaftlichen Verdienste zum ordentlichen Ehrenprofessor ernannt.

**Gestorben:** Dr. J. Brolbeck-Sandreuter, Basel, Präsident und Delegierter des Verwaltungsrates der Chemischen Industrie, am 20. Februar. — Dr. C. Keleti, Generaldirektor der Dr. Keleti & Muranyi Chem. Fabrik, Uppest, Mitglied des VDCh seit 1927, im Sommer 1943.

Redaktion: Dr. W. Foerst.

Redaktion: (16) Fronhausen (Lahn), postlagernd; Fernsprecher 27. — Verlag und Anzeigenverwaltung: Verlag Chemie, G. m. b. H., Berlin W35, Kurfürstenstr. 51. Fernsprecher: Sammelnummer 21 9736. Postcheckkonto: Verlag Chemie, Berlin 15275.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung der Redaktion.

## Frontbetreuungsbücherei!

Der Verein Deutscher Chemiker hat vor kurzem eine Frontbetreuungsbücherei geschaffen. Sie wird chemisches Schrifttum aller Art vom Spezialwerk, welches über die letzten Fortschritte berichtet, über die grundlegenden Einführungsbücher bis zur allgemeinverständlich abgefaßten Schrift umfassen.

Diese Bücher sollen unseren Kameraden bei der Wehrmacht auf Anforderung leihweise gesandt werden. Einige Verluste wollen wir gern in Kauf nehmen in der Gewißheit, daß wir den Kameraden fachliche Anregung und Freude bereiten.

Die Bücherbeschaffung ist derzeit so schwierig, daß wir auch nicht einigermaßen die Buchwünsche der Front erfüllen können. Daß aber das Fachwissen unserer Berufskameraden draußen aufgefrischt, erhalten und vertieft wird, das verpflichtet nicht nur den Verein Deutscher Chemiker, sondern alle chemisch Schaffenden in Institut und Betrieb, alles nur geeignete Schrifttum zur Verfügung zu stellen.

An die Heimat ergeht daher unser Ruf, uns Lehr- und Fachbücher für unsere Frontbetreuungsbücherei zu überlassen. Diese Bitte ist nicht nur an die Chemiker gerichtet, sondern vor allem auch in deren eigenem Interesse an die chemischen Firmen. Wie viele Chemiebücher stehen wenig genutzt in den Bücherschränken, die dem Kameraden bei der Wehrmacht in ruhigen Stunden wertvollste Anregung und Vertiefung ihres Wissens bieten könnten.

Selbstverständlich nehmen wir auch ältere Ausgaben entgegen und erbitten alle Büchersendungen mit dem ausdrücklichen Vermerk

„Für die Chemiker-Frontbetreuungsbücherei“ an die Geschäftsstelle des Vereins Deutscher Chemiker, Frankfurt a. M., Haus der Chemie, Bockenheimer Landstraße 10, wo die Bücher im Rahmen des Möglichen sicher untergebracht werden.

## Mitteilung des Verlags Chemie

Unsere neue Anschrift ist:

**Berlin W 35, Kurfürstenstr. 51**

Wir bitten, uns alle unerledigten Briefe abschriftlich erneut einzusenden.