



**Inhaltsverzeichnis:** Dr.-Ing. F. Rapatz: Ueberblick über Bearbeitungsfragen an Stahl, S. 305 / Prof. Henri Weiß: Die Struktur der Mineralölprodukte und ihre Bedeutung für die Technik, S. 310 / Flußlandschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft, S. 315 / Uebergang der Zeitschrift „Deutsche Wasserwirtschaft“ in den Verlag der Deutschen Technik G. m. b. H., München, S. 316 / Neuzugänge der Bücherei des Hauses der Technik, S. 317

## Ueberblick über Bearbeitungsfragen an Stahl<sup>1)</sup>

Von Dr.-Ing. F. Rapatz, Düsseldorf

Ueber die Zerspanbarkeit wird so viel geschrieben, daß es nur wenige gibt, die sich auf diesem Gebiet auskennen, und es ist für die Lernenden schwer, sich durch den Berg des Schrifttums durchzuarbeiten. Es besteht daher das Bedürfnis, eine Uebersicht über das wirklich Wichtige zu geben, was die Betriebe und Forschungsstätten in den letzten Jahren bewegt hat.

Die Bearbeitbarkeit ist ein Sammelbegriff, bei dem die Unterfragen getrennt behandelt werden müssen. Ich werde mich der Reihe nach befassen mit der Bearbeitbarkeit beim Schrumpfdrehen, mit dem Oberflächenaussehen, dem Feindrehen, der Zerspanbarkeit beim Bohren, Fräsen und Feilen, der Kurzprüfung, anschließend wird die Zerspanbarkeit einiger Sonderstähle behandelt und schließlich Werkzeugfragen.

### Schrumpfdrehen

Ueber die Bearbeitbarkeit beim Schrumpfen möchte ich zum Teil das wiederholen, was ich in meinem Vortrag (im Winter<sup>1)</sup>) gesagt habe. Unter Bearbeitbarkeit beim Schrumpfen versteht man die Geschwindigkeit, mit der man verschiedene Werkstücke verschiedener Spanstärke bei einer gegebenen Standzeit bearbeiten kann. Der Einheitlichkeit halber legt man diese Standzeit mit 60 Minuten fest und nennt die dazugehörige Geschwindigkeit V 60. Wallichs und Dabringhaus haben die Beziehungen, die hier gelten, in Schaulinien festgelegt (Abb. 1<sup>2)</sup>), in denen neben Spanstärke nur mehr die Festigkeit eine Rolle spielt. Ueber die Richtigkeit dieser Anschauung herrscht noch keine einheitliche Auffassung. Manche meinen nämlich, daß nicht die Festigkeit maßgeblich sei, sondern die Streckgrenze, andere sagen wieder, es sei die Dehnung, Einschnürung; wieder andere machen es davon abhängig, in welchem Ofen der Stahl geschmolzen war. Mehr als oft nötig wiederholte Erprobungen haben aber nachgewiesen, daß mit einer Fehlergrenze mit nicht mehr als 10% die Festigkeit die für V 60 maßgebliche Eigenschaft ist. Zur Einschränkung muß natürlich hinzugefügt werden, daß hochlegierte Stähle sich anders verhalten, so ist z. B. die Geschwindigkeit bei ge-

glühtem Schnellstahl nur halb so groß wie bei Chromnickelstahl und noch viel geringer ist V 60 etwa bei den bekannten, hochprozentigen Manganhartstählen. Auch die rostfreien Stähle sind schwerer bearbeitbar,

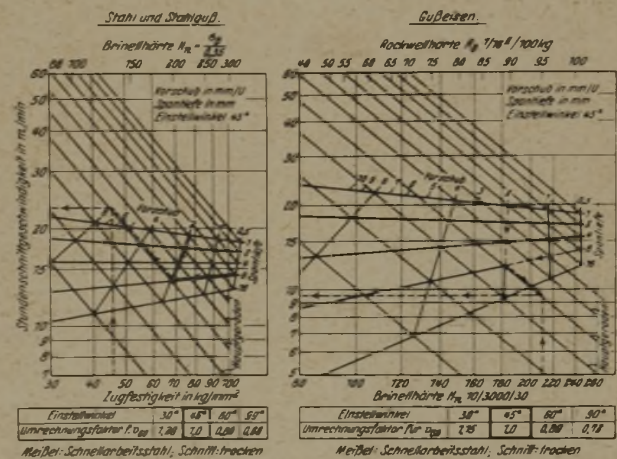


Abb. 1: V60-Tafeln zum Drehen von Stahl, Stahlguß und Gußeisen nach Wallichs und Dabringhaus.

als ihrer Festigkeit entspricht. Eine Ausnahme nach der anderen Seite machen die Automatenstähle. Sie sind leichter bearbeitbar, als von ihrer Festigkeit abzuleiten wäre. Ähnlich sind die gezogenen Stähle leichter zerspanbar als ihrer Festigkeit entspricht, so ist z. B. ein von 60 auf 70 kg/mm<sup>2</sup> Festigkeit gezogener Stahl nicht schwerer bearbeitbar als vorher. Die Tafel Wallichs und Dabringhaus' gilt zusammenfassend etwa wie die Stähle der DIN 1611, 1661, 1662, 1663. Es sei nochmals erwähnt, daß diese Zahlen für die Schnellstähle an der oberen Legierungsgrenze gelten. Die Werte für niedriger und höher legierte Schnellstähle und für Hartmetalle entnehmen Sie aus der Veröffentlichung des Winters<sup>1)</sup>.

### Feindrehen und Oberfläche

Weitaus ungeklärter liegen die Verhältnisse beim Feindrehen, dem sogenannten Schlichten. Hier spielt nämlich nicht allein die Abnützung, die das Werkstück auf die Schneide ausübt, eine Rolle, sondern auch das Oberflächenaussehen und die Maßhaltigkeit, die beim Schrumpfdrehen mehr oder weniger gleichgültig sind. Da Oberflächenaussehen und Verhalten beim Schlich-

<sup>1)</sup> Auszug aus einem am 28. Juni 1938 im Haus der Technik, Essen, gehaltenen Vortrag.

<sup>2)</sup> Die Abbildungen wurden vom Verfasser zur Verfügung gestellt.

<sup>3)</sup> Vergl. Veröffentlichung in Heft 2/1938 der Technischen Mitteilungen vom 16. Januar 1938, S. 25/30: „Zweckmäßige Auswahl und Arbeitsbedingungen der Werkstoffe für Zerspanungswerkzeuge“ von Dr.-Ing. F. Rapatz.

ten so eng miteinander verwoben sind, sollen zunächst die wichtigsten Gesetze, die für das Oberflächenaussehen gelten, behandelt werden.

Es gilt als erwiesen, daß bei hoher Geschwindigkeit die Schuppenbildung an der Oberfläche verschwindet und nicht mehr auftritt, wie hoch die Geschwindigkeit auch sein möge. Die **Grenztgeschwindigkeit** liegt um so niedriger, je höher die Festigkeit des Werkstückes ist. Die Zahlentafel 1 gibt ungefähre Anhaltspunkte über die Grenztgeschwindigkeit. Ich sagte „ungefähr“ deshalb, weil nicht wie beim Schruppen die Festigkeit allein, sondern auch Einschnürung, Kerbzähigkeit, Schmelzungsart von Einfluß zu sein scheinen, und manche allgemein gehaltene Angaben über schlechte Bearbeitung mögen mit der einen oder anderen dieser Eigenschaften zusammenhängen. Als erwiesen kann gelten, daß die Oberfläche um so leichter glatter und maßhaltiger zu bohren ist, je spröder und je fester das Werkstück ist, wobei also bei gleicher Festigkeit dem spröderen Werkstück von diesem Standpunkt aus der Vorzug zu geben ist.

Zahlentafel 1

| Werkstoff  | Geschwindigkeit, bei der glatte Oberfläche eintritt<br>Mittlerer Span |
|--|---|
| Weicher Flußstahl<br>35 kg/mm <sup>2</sup>                 | etwa 40 m Min.  |
| Mittelharter Flußstahl<br>76 kg/mm <sup>2</sup>            | etwa 35 m Min.  |
| Cr-Ni-Stahl (VCN 35)<br>vergütet auf 85 kg/mm <sup>2</sup> | etwa 18 m Min.  |
| Rostfreie Cr-Stahl<br>57 kg/mm <sup>2</sup>                | etwa 20 m Min.  |
| Rostfreier Cr-Ni-Stahl<br>70 kg/mm <sup>2</sup>            | etwa 10 m Min.  |
| Unlegierter<br>Werkzeugstahl                               | etwa 20 m Min.  |

Schnittgeschwindigkeit und Oberflächenaussehen

Vorbedingung für die Anwendung einer hohen Schnittgeschwindigkeit zur Erzielung einer glatten Oberfläche ist natürlich, daß das Werkzeug bei dieser Beanspruchung nicht vorzeitig verschlissen wird, dann von einer glatten Oberfläche nicht mehr die Rede sein kann.

Es ist nun sehr beachtenswert, daß bei dem Gesetz: glatte Oberfläche bei hoher Schnittgeschwindigkeit, eine merkwürdige Ausnahme zu bestehen scheint, worauf sowohl die praktische Erfahrung wie die wissenschaftlichen Untersuchungen hinzuweisen scheinen. So wollen Wallichs und Frank<sup>2)</sup> nachgewiesen haben, daß in dem Geschwindigkeitsbereich von etwa 3 bis 6 m die Oberfläche gut ist, während sie darüber und darunter rauh bleibt. Die Tatsache der guten Oberfläche bei hoher Geschwindigkeit wird auch bei diesen Untersuchungen nicht bestritten. Mit dieser Beobachtung Wallichs und Franks stimmen auch die Annahmen vieler Werkstättenleute überein, die von einer niedrigen Arbeitsgeschwindigkeit zur Erzielung einer glatten Oberfläche nicht abzubringen sind.

Diese Beobachtungen sind für die Werkstätten von außerordentlicher Bedeutung, da die Feinbearbeitung bei den meisten Werkstücken schließlich als Endbearbeitung angewendet werden muß. Die sonstigen Arbeitsbedingungen der Maschinen- und die

Schneidhaltigkeit des Werkzeuges machen es oft unmöglich, diejenige hohe Geschwindigkeit zu wählen, die mit Sicherheit glatten Schnitt gibt. Man muß sich aber im klaren sein, daß bei Geschwindigkeiten bis zu den in der Zahlentafel 1 angegebenen Grenzen wenigstens stellenweise raue Oberfläche immer wieder auftritt, selbst wenn man in dem Bereich von 3 bis 6 m bleibt.

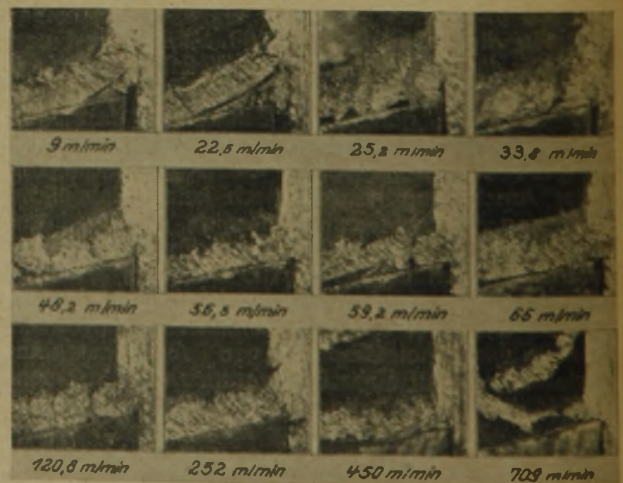
Verläßlich glatte Oberfläche bekommt man bei hohen Bearbeitungsgeschwindigkeiten, bei denen vor allem Hartmetallwerkzeug unverletzt bleibt. Eine allgemeine Anwendung scheidet zunächst an den veralteten Maschinen, aber auch daran, daß die für die Erzielung der Maßgenauigkeit notwendige Starrheit der Werkzeuge fehlt, und an der Abführung der Späne. Von der Werkstückseite aus kann man, wie man aus dem Beispiel Automatenstähle sieht, sprödere Werkstoffe heranziehen, sofern die Beanspruchung im Gebrauch des fertigen Teiles es erlaubt. Man könnte unter Umständen vielleicht auch das Werkstück für die Bearbeitung durch eine Wärmebehandlung verspröden und vor dem Gebrauch einer wieder zäh machenden Schlußbehandlung unterziehen, ein Fall, der aber sicher sehr selten vorkommt. Ein Beispiel wäre die Sprödbehandlung von Schnellstahl vor dem Hinderdrehen.

Die Gesetze beim Schlichten sind also keineswegs in so einfacher Weise in Versuchen zu erfassen, wie beim Schruppen. Die Laboratoriumsergebnisse sind so widersprechend, daß man damit wenig anfangen kann.

### Schneidenansatz

Die Ursache der rauhen Oberfläche ist der **Schneidenansatz**, über den uns die Versuche von Prof. Schwerd, Ernst und M. Martelotti<sup>3)</sup> und dem Japaner Doi endgültige Klarheit gegeben hatten. Aus der Abbildung 2 ist ersichtlich, daß bei niedrigen Geschwindigkeiten der Schneidenansatz, oder auch **Aufbauschnide** genannt, die Oberfläche aufraut und dieser Ansatz bei höherer Schnittgeschwindigkeit nicht mehr vorhanden ist. Wer sich mit der Beurteilung der Oberfläche durch Messung näher befassen will, lese z. B. die Abhandlung von Wallichs und Opitz<sup>4)</sup>.

Wir wollen nun eine Reihe von Sonderstählen in ihrem Verhalten bei der Bearbeitbarkeit vornehmen.



Werkstoff: SM-Stahl, Festigkeit = 41 kg/mm<sup>2</sup>, Brinellh. = 114 kg/mm<sup>2</sup>, Spanabgangswinkel = 15°, b = 2,5 mm u. t = 0,33 mm.

Abb. 2: Vorgang der Spanabtrennung bei verschiedenen Schnittgeschwindigkeiten nach F. Schwerd.

<sup>2)</sup> Dr.-Ing.-Dissertation Aachen 1933. Arch. Eisenhüttenwes. 1933/34 S. 417.

<sup>3)</sup> Mech. Engng. 57 (1935) S. 487/98.

<sup>4)</sup> Techn. Zbl. für prakt. Metallbearb. 44 (1934) S. 183.

## Automatenstähle

Die Automatenstähle zeichnen sich durch zwei Eigenschaften aus. Zum ersten erlauben sie eine hohe Arbeitsgeschwindigkeit, die nicht allein von ihrer Festigkeit abhängt. Es wurde z. B. von Wallich und Opitz<sup>5)</sup> gefunden, daß sie eine doppelt so hohe Arbeitsgeschwindigkeit zulassen wie gleich feste andere Stähle. Die zweite Eigenschaft der Automatenstähle ist dadurch gekennzeichnet, daß sie auch bei niedriger Geschwindigkeit leichter eine glatte Oberfläche aufweisen als andere Stähle. Diese Eigenschaften sind bei den Automatenstählen in verschieden starker Weise ausgeprägt. Man hat von der metallurgischen Seite her versucht zu ergründen, was denn eigentlich die gute Bearbeitbarkeit der Automatenstähle verursacht, um in Erkenntnis der Ursache die Eigenschaft dieser Stähle noch mehr zu heben. Es war naheliegend, anzunehmen, daß die in den Automatenstählen vorhandenen Phosphor- und Schwefelzeilen die Spanabtrennung erleichtern. Ferner nahm man an, daß die Automatenstähle durch ihre stärkere Versprödung bei der Kaltverformung einen glatten, nicht schmierenden Schnitt ermöglichen. Obwohl diesen beiden Annahmen ein hoher Grad der Wahrscheinlichkeit zugrunde liegt, ist ein schlüssiger Nachweis über die Zusammenhänge noch nicht gegeben.

## Chrommolybdänstähle

Eine andere Stahlgruppe, deren Verarbeitbarkeit in den Vordergrund des Interesses gerückt ist, sind die mit der Norm DIN 1663 eingeführten Chrommolybdän-Einsatz- und -Vergütungsstähle. Diese Stähle sollen nach Aussage der Werkstätten gegenüber den früher verwendeten Chromnickelstählen „schlecht bearbeitbar“ sein. Leider ist es oft sehr schwer, auf den Grund zu kommen, was darunter verstanden wird. Zur Behebung vorliegender Bearbeitungsschwierigkeiten muß den untersuchenden Metallurgen immer gesagt werden, um welchen Arbeitsvorgang es sich handelt, ob das Werkzeug zu früh verschleißt oder ob die Oberfläche schlecht ist. Meist bekommt man auf diese Frage von den Werkstätten keine klare Antwort und kann daher auch nicht klar dazu Stellung nehmen. Es scheint aber wohl, daß die Hauptursache darin liegt, daß die Chrommolybdän-Einsatzstähle im geglähten Zustand eine niedrigere Festigkeit haben als die Chromnickelstähle, und daß sie in diesem Zustand, wie aus dem Obigen schon hervorgeht, leichter schmierern und eine rauhe Oberfläche aufweisen. Ohne besondere Vorkehrungen liegt nämlich der Chromnickeleinsatzstahl im geglähten Zustand etwa 10 kg/mm<sup>2</sup> höher in der Festigkeit als der Chrommolybdänstahl. Bringt man den Chrommolybdänstahl durch Normalglühen oder Vergüten auf höhere Festigkeit, so kann man augenscheinlich den größten Teil der Beschwerden beseitigen. Es mag wohl sein, daß man die zweckmäßige Festigkeit und Werkzeugformen in den einzelnen Fällen noch wird finden müssen. Ich glaube aber, daß sich dies in der nächsten Zeit von selbst ergeben wird.

## Rostfreie Stähle

An den rostfreien Stählen machte man anfänglich den Fehler, dieselben Schnittwinkel zu verwenden wie bei andern gleichfesten Stählen. Bemerkenswert sind vielleicht die Empfehlungen des Amerikaners W. Buchanan<sup>6)</sup>, die in Abb. 3 und Zahlentafel 2 zusammengefaßt sind.

## Zahlentafel 2

| Werkstoff  | Durchmesser des Werkstückes | Schnittgeschwindigkeit in m/Min. | Spanntiefe in mm | Vorschub in mm | Schnittwinkel |    |   |   |
|--|-----------------------------|----------------------------------|------------------|----------------|---------------|----|---|---|
|  |                             |                                  |                  |                | A             | B  | C | D |
| Martensitischer Cr-Stahl<br>12-15% Cr<br>0,15% C<br>Festigkeit:<br>47-55kg/mm <sup>2</sup> | 25                          | 24 - 27                          | 0,5              | 0,5            | 15            | 10 | 5 | 5 |
|  | 300                         | 15 - 21                          | 6,3              | 0,5            | 15            | 10 | 5 | 5 |
|  | 25                          | 30 - 37                          | 0,05 - 0,1       | 0,5            | 15            | 10 | 6 | 6 |
| Austenitischer Cr-Ni-Stahl<br>18% Cr<br>8% Ni<br>Festigkeit:<br>63-79kg/mm <sup>2</sup>    | 300                         | 24 - 30                          | 0,05 - 0,1       | 3,2            | 15            | 10 | 6 | 6 |
|  | 25                          | 18                               | 1,6              | 0,5            | 12            | 10 | 5 | 5 |
|  | 300                         | 9                                | 6,4              | 0,5            | 15            | 15 | 3 | 3 |
|  | 25                          | 24                               | 0,05 - 0,1       | 0,05           | 10            | 5  | 5 | 5 |
| 300  | 15                          | 0,05 - 0,1                       | 0,15             | 10             | 15            | 3  | 3 |   |

Empfehlenswerte Arbeitsbedingungen zum Drehen von korrosionsbeständigen Stählen (nach W. Buchanan)

## Bohren

Die einfachen Gesetze, die bei der Zerspanbarkeit, im Schruppdrehen, herrschen, ließen den Versuch als erstrebenswert erscheinen, auch beim Bohren ähnliche Gesetze zu finden.

Man setzt hier bekanntlich nicht wie beim Drehen Standzeit und Schnittgeschwindigkeit in Beziehung, sondern Stand- oder Bohrlänge und Schnittgeschwindigkeit (Abb. 4). Man erhält Beziehungen, wie sie in Abb. 4 dargestellt sind.

Ebenso wie beim Drehen sind die Standzeitlinien im doppeltlogarithmischen System gerade. Als Maßstab nimmt man gewöhnlich diejenige Schnittgeschwindigkeit, bei der man 2 m Bohrtiefe erreicht. Eine einheitliche Bestimmungstafel ähnlich der beim Drehen aufzustellen, war deshalb schwierig, weil außer der Spanstärke noch der Bohrdurchmesser als Veränderliche dazukommt. Ferner schien es, als ob die Bohrbarkeit nicht allein von der Festigkeit abhängig war. Hansen glaubt aber auch für das Bohren eine einheitliche Bestimmungstafel aufstellen zu können, in der von der Werkstückseite nur die Festigkeit als Veränderliche vorkommt. Sie ist in Abb. 5 wiedergegeben<sup>7)</sup>.

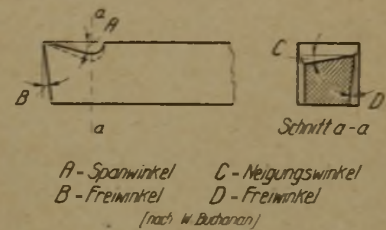


Abb. 3: Empfehlenswerte Schnittwinkel zum Drehen von korrosionsbeständigen Stählen.

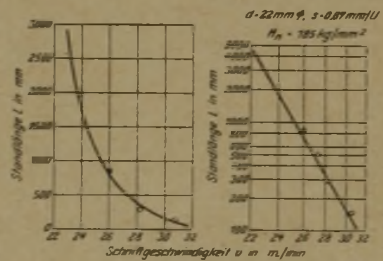


Abb. 4: L-v-Kurven beim Bohren in Gußeisen.

## Fräsen

Was den Fräsvorgang betrifft, so sind hier die Verhältnisse wegen der verschiedenen Fräsengrößen und Zahnformen noch viel verwickelter, so daß man ein einheitliches Schaubild nie wird erreichen können. Für einzelne Fälle wurden Werte aufgestellt von Beck<sup>8)</sup> und Gschur<sup>9)</sup>. Schur kommt bei schwachen Scheibenfräsen zu der Feststellung, daß ähnlich wie beim Bohren mit zunehmender Schnittgeschwindigkeit die

<sup>7)</sup> Bohrbarkeitsuntersuchungen an unlegierten Stählen. Arch. Eisenhüttenwes. 11 (1937/38) Heft 8, S. 285/911

<sup>8)</sup> Masch. Bau 1926, S. 497 bis 504 und 557/561

<sup>9)</sup> Schur: Zerspanen mittels schwacher Scheibenfräser (L. Heege, Schweidnitz 1936).

<sup>5)</sup> Arch. Eisenhüttenwes. 4 (1930/31) S. 254

<sup>6)</sup> Metal Treatment Vol. 2 (1936) S. 67.

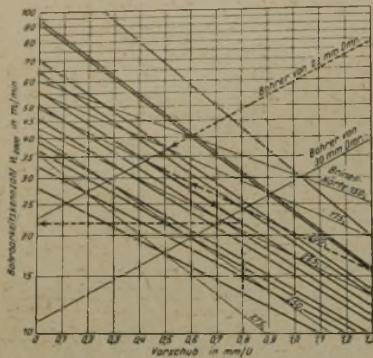


Schaubild zur Ermittlung der Bohrbarkeitskennzahl  $V_{K5000}$  bei gegebenem Vorschub und Bohrerndurchmesser. (Gültig für Zerspanen quer zur Faserrichtung mit üblichen Schnellstahlbohrern bei Kühlung mit Bohrölmulsion und Lochtiefen von 25 mm.

Abb. 5: Bohrbarkeitskennzahl  $V_{L5000}$  nach Hansen.

Zahlentafel 3

| Werkstoff  | Schnittgeschwindigkeit für  |  |  |
|--|---|--|--|
|  | feine Zahnteilung<br>1...5 mm<br>bis 10 mm Tiefe<br>bis 20 mm Länge<br>m/Min. | mittlere Zahnteilung<br>3...10 mm<br>bis 25 mm Tiefe<br>üb. 100 mm Länge<br>m/Min. | grobe Zahnteilung<br>7,5...14 mm<br>bis 100 mm Tiefe<br>üb. 100 mm Länge<br>m/Min. |
| Stahl bis 50 kg $mm^2$   | 80...100  | 70...80  | 40...50  |
| 50...70 kg $mm^2$  | 70...90   | 60...70  | 30...40  |
| 70...90 kg $mm^2$  | 50...60   | 40...50  | 20...30  |
| 90...110 kg $mm^2$   | 30...40   | 25...40  | 15...20  |
| Werkzeugstahl<br>ungehärtet<br>Schnellstahl<br>Nichtroststahl<br>Stahl | 30...40   | 25...40  | 15...20  |

Erfahrungswerte für Schnittgeschwindigkeiten an Kalkkreissägen (nach Stock)

### Schmiermittel

Wichtig ist auch die Frage des Schmiermittels. Zahlentafel 4 gibt eine Zusammenstellung an<sup>11)</sup>, welche verhältnismäßige Wirkung die einzelnen Schmiermittel haben.

Zahlentafel 4

|  |
|--|
| 83 Trockener Schnitt   |
| 89 Reines Mineralöl  |
| 93 Emulsion mit 6% Oel   |
| 97 Geschwefeltes Mineralöl und Mineralöl mit Schwefelchlorürbehandlung |
| 100 Emulsion mit 6% Oel und 0,150% kolloidalem Graphit                 |
| 106 Mineralöl mit 0,153% kolloidalem Graphit                           |

(nach Boston, Gilbert u. Kraus)

Verhältniszahlen für Schnittgeschwindigkeiten bei Verwendung verschiedener Kühlmittel

### Kurzversuche

Einen breiten Raum in den Fragen um die Bearbeitung nehmen auch die Erörterungen über Kurzversuche ein, die deshalb wertvoll wären, um die Werkstoff und Zeit verschwendenden Standzeitversuche zu sparen. Die wichtigsten Verfahren hierzu sind der Schnitt-Druck-Versuch, Temperaturmessungen der Schneide und das Leyensetter Pendelverfahren. Es

<sup>10)</sup> K. Krekeler, Die Zerspanbarkeit der Werkstoffe, S. 28 (Werkstoffbücher, Heft 61).

<sup>11)</sup> Transaktion of American Society for Metals, Vol XXIV (1936), S. 186 bis 212.

Fräslänge, noch stärker als die Standzeit, absinkt. Trotzdem scheint es nach Schur, als ob die wirtschaftliche Schnittgeschwindigkeit erheblich größer ist als diejenige, die man heute für derartige Fräsarbeiten in den Werkstätten anwendet.

### Sägen

Für das Sägen sind einige Zahlenwerte in Zahlentafel 3 gegeben<sup>10)</sup>. Diese Werte gelten für Schnellstahlsägen.

würde zu weit führen, auf die Einzelheiten einzugehen und auszuführen, warum diese Kurzprüfverfahren nicht allgemein gültig sein können. Dazu muß auf das Schrifttum verwiesen werden<sup>12)</sup>.

Bisher ergab sich beim Vergleich ähnlicher Stähle eine ungefähr übereinstimmende Wertung zwischen den einzelnen Verfahren. Eine Uebereinstimmung mit der Beurteilung der Werkstätten konnte allerdings noch nicht erzielt werden. Wenn also die Kurzversuche mehr oder weniger eine Enttäuschung waren, so haben sich doch Zerspanungsgesetze gefunden, die es ermöglichten, aus einigen wenigen Versuchen ein ganzes Zerspanungsschaubild aufzustellen. So sind die Geschwindigkeitsstandzeitkurven im doppeltlogarithmischen System Gerade. Man braucht daher nur zwei Werte zu bestimmen, um die Gerade festzulegen. Weiter bauend fand Wallich, daß die Verdoppelung des Vorschubs um eine bestimmte Größe die Schnittgeschwindigkeit doppelt so stark herabsetzt wie die gleiche Erhöhung der Spantiefe<sup>13)</sup>. Man braucht also nur zwei oder drei Standzeitgeraden doppeltlogarithmischen Systems festzustellen und von da aus die Werte für andere Spanstärken abzuleiten (Abb. 6<sup>14)</sup>). Leyensetter geht von der sogenannten Schnittkennziffer aus (Abb. 7).

Die Schnittkennziffer bedeutet nach Leyensetter die spezifische Schneidenbelastung. Weiter folgend setzt Leyensetter voraus, daß bei einem bestimmten Werkstoff die Standzeit nur von der spezifischen Belastung abhängt. Es ist also nach Abb. 10 jede Schnittkennziffer einer einzigen V 60-, V 20- oder V-120-Zahl zugeordnet. Man braucht nichts anderes zu tun, als für die verschiedenen Kennzifferwerte V 60 ein für allemal festzustellen und

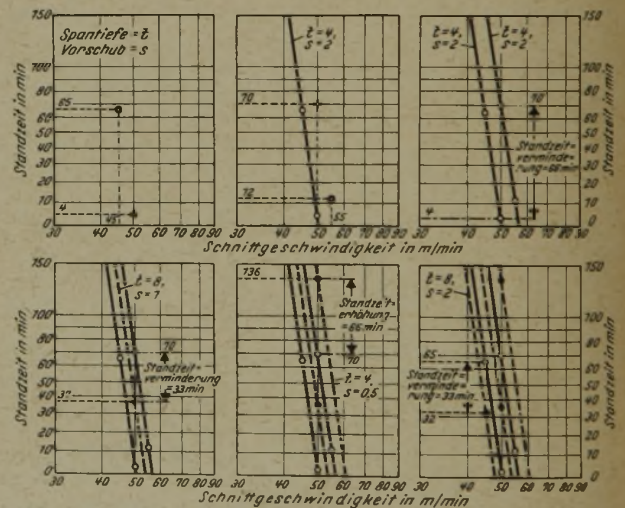
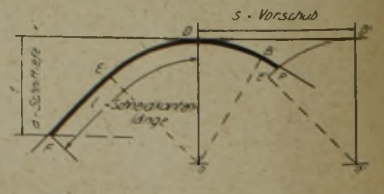


Abb. 6: Ermittlung verschiedener Standzeitkurven aus zwei versuchsmäßig aufgestellten Kurven, nach dem abgekürzten Verfahren von A. Wallich's.

dann bei einem gegebenen Span aus der Schnittkennziffer V 60 zu bestimmen. Zwischen den Ergebnissen Leyenssetters und Wallich's besteht gute Uebereinstimmung.



$$\text{Schnittkennziffer} = \frac{\text{Schneidekantenlänge}}{\text{Schnitttiefe} \cdot \text{Vorschub}} = \frac{l}{a \cdot s}$$

Abb. 7: Schnittkennziffer nach Leyensetter.

<sup>12)</sup> AWF-Mitteilungen März 1936 bis Juni 1936, insbes. März 1936, S. 29 und 30.

<sup>13)</sup> AWF-Mitteilungen von März 1936 bis Juni 1936.

<sup>14)</sup> AWF-Mitteilungen Juni 1936, S. 71.

Zahlentafel 5

| Leistungsgruppe | W u. V.-Gehalt bisher in % |         | Zusammensetzung ab 1. 1. 38 in % (Höchstgehalt) |     |      |  |                        |              |              |  |
|-----------------|----------------------------|---------|---|-----|------|--|------------------------|--------------|--------------|--|
|                 | W                          | V       | Wolfram-Schnellstähle                           |     |      |  | Molybdän-Schnellstähle |              |              |  |
|                 |                            |         | W   | Mo  | V    | Be-merkungen   | W                      | Mo           | V            |  |
| A               | etwa bis 18                | bis 0,8 | 10  | 1,0 | 1,0  | falls Mo geringer, kann W höher, aber höchstens bis 12% sein | —                      | —            | —            |  |
| B               | etwa bis 18                | bis 1,2 | 11  | 1,0 | 1,5  | falls Mo geringer, kann W höher, aber höchstens bis 12% sein | 2,0 oder 3,0           | 8,0 oder 3,5 | 1,2 oder 3,0 |  |
| C               | etwa bis 18                | bis 1,8 | 12  | 1,0 | 2,0  | falls Mo geringer, kann W höher, aber höchstens bis 13% sein | —                      | —            | —            |  |
| D               | etwa bis 18                | über 2  | 12  | 1,0 | 2,7  | falls Mo geringer, kann W höher, aber höchstens bis 13% sein | 6,0                    | 4,5          | 2,7          |  |
| Sondergruppe    | W V Co Mo                  |         | W V Co Mo                                       |     | oder |  | W V Co Mo              |              | W V Co Mo    |  |
|                 | 13 1,7-5                   |         | 2-5 ÷ 2   |     |      |  | 13 2,7-5               |              | — ÷ 2        |  |

Zusammensetzung der Schnellstähle ab 1. Jan. 1938 nach Leistungsgruppen

**Werkzeuglegierungen — Schnellstähle**

Wir haben uns bisher mit dem zu bearbeitenden Werkstück allein befaßt und wollen einige Ausführungen über das Werkzeug selbst geben. Ich hatte schon im Dezember 1937 Gelegenheit, die Austauschstähle mit verringertem Wolframgehalt zu erwähnen. Wie ich schon in meinem Vortrag<sup>1)</sup> sagte, hat man den Wolframgehalt der Schnellstähle herabgesetzt. Die Zahlentafel 5 zeigt die neuen Zusammensetzungen.

Eine große Zahl von Dreharbeitsversuchen bestätigte ohne Zweifel, daß die neuen Stähle im Durchschnitt sogar etwas schneidhaltiger sind als die alten<sup>15)16)17)</sup>

Auch für Spiralbohrer hat man eine große Zahl von Versuchen durchgeführt, die dasselbe Bild ergeben. Eine Frage ist es noch, ob in der Großerzeugung infolge der Aenderung der Härtetemperatur und des engeren Härtetemperaturbereiches die Uebergangsschwierigkeiten früher oder später behoben werden. Es ist aber keine Frage, daß man sie überwinden wird und überwinden muß.

Vielleicht ist hier ein Wort über Molybdän-schnellstähle am Platze. Für den Fall, daß die Wolframzufuhr vollkommen abgeschnitten wird, ist es zu empfehlen, daß sich die Werkzeugfabriken und Werkstätten an den Stahl gewöhnen und wenigstens

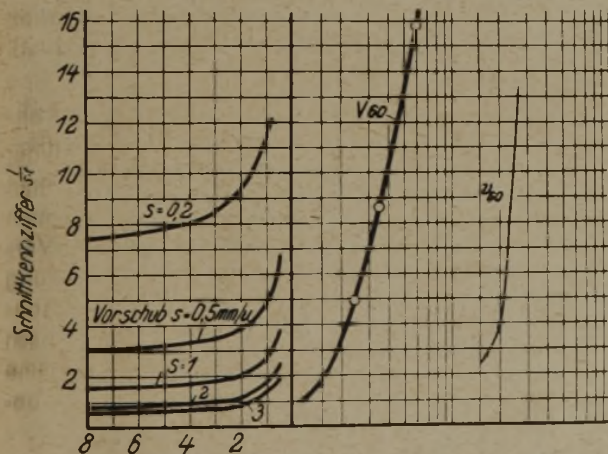


Abb. 8: Ermittlung von V<sub>60</sub> aus der Schnittkennziffer (nach Leyenselter).

<sup>15)</sup> Vgl. E. Houdremont u. H. Schrader: Stahl u. Eisen 57 (1937) S. 1317/22; Techn. Mitt. Krupp 5 (1937) S. 227/38.  
<sup>16)</sup> R. Scherer: Stahl und Eisen (1937) S. 1355/59.  
<sup>17)</sup> Stahl u. Eisen 58 (1938) Heft 10 S. 265/76.

einen Teil ihres Schnellstahlbedarfes den Molybdänstählen vorbehalten. Von den Molybdänstählen weiß man, daß sie die beklagenswerte Eigenschaft haben, sehr leicht zu entkohlen und dadurch zu einer noch sorgfältigeren Wärmebehandlung zwingen. Dieser Uebelstand der Entkohlung liegt nun bei den Stählen mit höchstens 3% Molybdän, 3% Vanadin in der Zahlentafel 5 vor. Sie sind devisensparend und mindestens so leistungsfähig wie die Wolframstähle und ohne die obengenannten Schwierigkeiten.

**Verchromen**

In den letzten Jahren war auch viel von Verchromen von Zerspanungswerkzeugen die Rede. Die neu gefundenen Hartverchromungen liefen Hoffnungen zu, daß auch für Zerspanungswerkzeuge der Vorteil herauskommen würde. Der entscheidende Umstand, der einer ausgedehnten Verwendung der Hartverchromung bei Zerspanungswerkzeugen hinderlich ist, ist aber der, daß die Verchromungsschicht bei

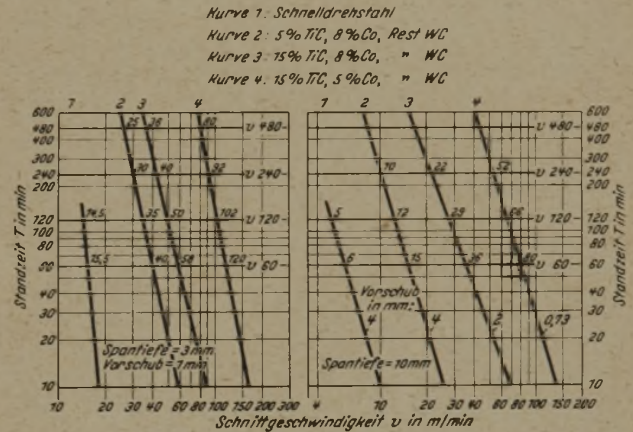


Abb. 9: Schnittleistungen einiger Hartmetalle im Vergleich zu Schnell-drehstahl.

350° erweicht und auch nach der Abkühlung weich bleibt. Es handelt sich also nicht um einen umkehrbaren Umwandlungsvorgang. Da bei den heutigen Arbeitsbedingungen die Schneidtemperatur in den allermeisten Fällen 350° übersteigt, würde eine Anwendung der Verchromung eine Erniedrigung der Arbeitsgeschwindigkeit nötig machen. Die Verchromung wird also nur dann wirtschaftlich anwendbar sein, wenn die Arbeitsgeschwindigkeit nicht zu hoch ist.

**Hartmetalle**

Anschließend möchte ich noch etwas über die Entwicklung der Hartmetalle sagen. Die Entwicklung nach der Richtung der zäheren, aber weniger schneidhaltigen Metalle hat sich noch weiter durchgesetzt. Abb. 8 zeigt in der Kurve 2 die Leistung eines solchen neuartigen Hartmetalls. Der Vorteil dieser neuen Legierung kommt dadurch zum Ausdruck, daß bei geringen Geschwindigkeiten viel schwerer Schnitt genommen werden kann als bei den älteren Metallen. Wie weit dieses Metall den Schnellstahl zu ersetzen vermag, müssen noch die praktischen Erfahrungen lehren. Ferner muß noch für jeden einzelnen Fall überlegt werden, wie weit dieses Metall vom wirtschaftlichen Standpunkt aus gegenüber dem Schnellstahl einen Vorteil bietet (Abb 9).

**Schrifttum**

Wer sich über das in diesem Aufsatz Gegebene mit der Zerspanbarkeit befassen will, lese außer den hier gegebenen Schrifttumsstellen noch einige kleine

Werkchen, in denen das Wesentliche für den Betriebsmann zusammengefaßt ist, denn das Durcharbeiten durch umfangreiche Bücher ist zeitraubend und auch wenig gewinnbringend.

**W. Leyensetter:** Schnittdruck, Schnittdruckschwingungen und Werkstoffverformung / Stahl und Eisen 53 (1933) S. 1184/86.

**AWF Berlin:** Hartmetallwerkzeuge, Behandlung und Verwendung. AWF Bln. 2. verb. Aufl. Best.-Nr. AWF 258, Beuth-Verlag, Bln.

**E. Brödner:** Zerspanung und Werkstoff (Berlin: VDI-Verlag GmbH., 1934).

**K. Krekeler:** Zerspanbarkeit der Werkstoffe / Werkstattheft Nr. 61 (Berlin: Julius Springer 1936).

## Die Struktur der Mineralölprodukte und ihre Bedeutung für die Technik\*)

Von Prof. Henri Weiß, Straßburg

### Motorbrennstoffe

Die Bedeutung der Erforschung der Struktur der Mineralöle stellt für die Technik einen in schneller Entwicklung begriffenen Zweig der Erdölindustrie dar. Ueberall in der Welt bietet dieses Problem einen besonderen Charakter, der durch die örtlichen wirtschaftlichen Verhältnisse und durch die Stellungnahme der Bevölkerung zu wissenschaftlichen und technischen Fragen bedingt ist. Man behauptet wohl: Wissenschaft kenne keine Heimat, aber es erscheint mir als feststehend sogar in der reinen Wissenschaft, daß die Theorien und Erwägungen, welche zur Entdeckung der Naturgesetze geführt haben — mögen dieselben sich auch auf eine unbedingte objektive Universalität gründen —, ganz besonders den genialen Geist einer Nation widerspiegeln. In der angewandten Wissenschaft kommt noch eine mehr oder minder ausgesprochene Tendenz der Organisation der Massen und der individuellen Initiative hinzu. Jeder dieser Aspekte menschlicher Betätigung ergänzt sich, und so kam es, daß der Mensch einen wirksamen Kampf gegen die ihm feindlichen Kräfte der Natur führen konnte und sie ihm nach ihrer Bezwingung dienstbar wurden.

Ich will im folgenden eine Darlegung geben, wie, nach und nach, das wohl bekannte Problem der Erforschung der Struktur der Mineralprodukte sich in Frankreich gestellt hat und von welchem Gesichtspunkte und aus welchen Quellen wir dieses augenblicklich betrachten.

Ich will nicht von den verhältnismäßig neuen Zeitperioden sprechen, die man vom technischen Standpunkte als veraltet ansehen kann; Zeitperioden, welche nur die Anwendung des Leuchtöles kannten, welche die leichten Fraktionen vernachlässigten und sie beseitigten wie eben nur möglich, welche die Rückstände als grobe Schmiermittel benutzten. Als nun eine Verwendung für alle, sei es durch Destillation, sei es durch physikalische Trennungsmethoden, aus dem Rohöl gezogenen Produkte wie Benzin, Leuchtöl, Gasöl, Schmieröl, Paraffin, Pech, gefunden war, erschien die chemische Struktur als ein unwichtiges Kriterium. Nur die Flüchtigkeit der Brennstoffe, nur die Viskosität der Schmiermittel, hatten die Aufmerksamkeit der technischen Welt auf sich gezogen.

Zu Beginn des XX. Jahrhunderts hatte die Verwendung rumänischen Leuchtpetroleums in Lampen den Nachteil einer starken Rauchbildung gezeigt. Diese Beobachtung hatte die erste Anwendung selektiver Lösungsmittel für die Entfernung der aromatischen Kohlenwasserstoffe zur Folge. Man suchte nach einem leicht zu trennenden Lösungsmittel und fand in der flüssigen schwefligen Säure den gesuchten Körper. Das Edeleanoverfahren war entstanden. In der Folgezeit drängte sich allmählich das Problem der chemischen Konstitution der Erdölprodukte überall auf. Ich will nun einen kurzen Ueberblick über Motorbrennstoffe und Schmieröle geben.

Als die Flugtechnik entstand und sich weiter entwickelte, war es nötig, die spezifische Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Bei dieser Gelegenheit zeigte es sich, von welcher Bedeutung die Kenntnis der Struktur des Benzins für seine Verwendung in Vergasermotoren ist. Man mußte höhere Kompressionsverhältnisse anwenden. Unter dieser Bedingung entsteht das Klopfen im Zylinder, welches auf Ventile, Kolben, Zylinderkopf zerstörend wirken kann. Lange brauchte man, um mit Genauigkeit die Natur dieses Phänomens auszulegen, welches man zuerst Frühzündungen durch Erglühen von Oelkrusten, vorstehenden Dichtungen und dergleichen zuschrieb.

Jedoch seit 1882 konnte man, nach den Arbeiten Berthelots einerseits und Malards und Le Chateliers andererseits, die Existenz zweier Fortpflanzungsformen der Flammen in den Gasen: Die Deflagration und die Detonation (Abb. 1), ebenso Uebergangsformen.

Erst in den letzten Jahren ist es gelungen, die Flammen im Innern des Motorenzylinders zu fotografieren und die Diskontinuität der Flammenfortpflanzung im klopfenden Zylinder nachzuweisen.

Die Auslösung der Wellen von Flammen mit großer Geschwindigkeit geschieht nicht mit der gleichen Leichtigkeit für alle Benzinarten. Man kann schnell empirisch feststellen, daß die chemische Struktur eine Hauptrolle spielt und daß gewisse Familien von Kohlenwasserstoffen, zum Beispiel die normalen Paraffine, ganz besonders dazu geneigt sind. Nachdem man lange Zeit in allen Richtungen gesucht hat, ist man heute zu der Annahme gekommen, daß das Verbrennungsphänomen nicht in der direkten Bildung von Kohlenensäure oder Kohlenoxyd und Wasser, sondern in einem Kettenmechanismus, welcher je nach den Bedingungen wechseln kann und so langsame oder sehr schnelle Flammen verursachen kann, besteht.

So wurde zum Beispiel für die normalen Paraffine gezeigt, daß je nach Temperatur und Gasdruck vor der Zündung und lebhaften Verbrennung man einen



Abb. 1: Auf der Kurve links sieht man die Deflagrationswelle in einem feststehenden Rohre. Auf diese folgt die Detonationswelle, welche von verschiedenen Reflexerscheinungen begleitet ist. Auf der Kurve rechts kann man zwischen der Deflagrations- und der Detonationswelle ein Zwischenphänomen beobachten. (Aus einer Arbeit von Laffitte.)

\*) Vortrag, gehalten am 22. Juni 1938 im Haus der Technik, Essen.

Umsetzungsmechanismus beobachtet, der entweder durch Hydroxylierung mit langsamer Flamme oder durch vorherige Peroxydation mit detonierender Flamme vor sich geht (Abb. 2).

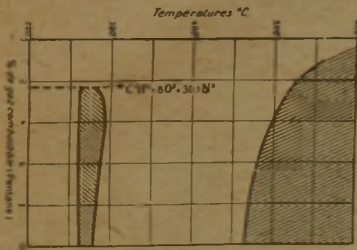


Abb. 2: Diese Figur, aus einer Arbeit von Prettre gezogen, zeigt die Entflammungszone für Normal-Pentan, und zwar die mit kalter Flamme durch einen Peroxydationsmechanismus und die mit warmer Flamme durch einen Hydroxylierungsmechanismus.

Der Verlauf dieser Kettenreaktionen kann durch antikatalytische Einflüsse, sogenannte Antiklopfwirkungen, geändert werden. Der Zusatz von geringen Mengen gewisser organometallischer Verbindungen, wie das Tetraäthylblei und das Eisenpentakarbonyl, bewirkt eine Unterbindung der vorherigen Peroxydation der Paraffinkohlenwasserstoffe, so daß ihr Flammenregime mehr oder weniger mit demjenigen der anderen Kohlenwasserstoffe verglichen werden kann.

Man ist in der Lage, zahlenmäßig die Klopfintensität der Benzine zu schätzen, indem man sie mit standardisierten Produkten in Standardmotoren vergleicht. Diese arbeiten mit einer bestimmten Betriebsstoffzuführung und Temperatur. Man kann verstehen, daß dieses Verfahren nicht immer Resultate ergibt, die parallel mit denen der Praxis verlaufen, denn die Verwendungsarten der Motore sind verschieden. Die Resultate einer Klassifizierung für bestimmte Bedingungen in einem Falle können in einem anderen nicht beibehalten werden. Diese Standardmotore haben jedoch die größten Dienste erwiesen, indem sie eine systematische Erforschung der Beziehung zwischen chemischer Struktur und Klopfintensität unter gegebenen Bedingungen gestatten.

Welches sind die physikalischen Methoden, die uns erlauben, einen Einblick in die chemische Struktur der Benzine zu erhalten?

Wir wollen nicht von der Dichte sprechen, die uns zuerst gestattete, Unterschiede zwischen den verschiedenen Benzinen zu erkennen, zum Beispiel zwischen russischen und amerikanischen. Man kann sagen, daß die kritische Lösungstemperatur mit Anilin die erste physikalische Untersuchungsmethode war, welche für die Strukturanalyse angewandt wurde.

Im Prinzip ist sie sehr einfach: sie gründet sich auf die verschiedene Löslichkeit in Anilin der drei Kohlenwasserstoffklassen, welche man in den normalen Destillationsbenzinen antrifft. Es folgen mit abnehmender Löslichkeit die aromatischen, die zyklisch gesättigten, die normalen oder leicht verzweigten Kohlenwasserstoffe aufeinander. Man bestimmt die Temperatur des Auftretens der kritischen Trübung des Benzins mit einem gleichen Volumen Anilin. Durch eine sorgfältige Behandlung mit Salpeterschwefelsäure entfernt man die aromatischen Kohlenwasserstoffe, die in Anilin bei jeder Temperatur und in allen Mengenverhältnissen löslich sind. Die Erhöhung der Trübungstemperatur gibt uns ein Maß für den Gehalt an Aromaten. Diese Temperatur gibt uns aber auch das Verhältnis der Paraffin- und Naphthenkohlenwasserstoffe an.

Hat man durch Fraktionierung mit einer guten Rektifikationskolonne das Benzin in Fraktionen mit möglichst engen Siedegrenzen zerlegt, so kann man durch diese Methode die Kohlenwasserstoffe, deren Siedetemperaturen und physikalische Eigenschaften man im voraus kennt, identifizieren. So konnten vor zwanzig Jahren Simon und Chavanne die ersten,

allerdings noch nicht ganz einwandfreien Analysen von Benzinen verschiedener Herkunft ausführen.

Heute wird eine ähnliche Arbeit durch das „Bureau of Standards“ in Washington (USA.) ausgeführt, aber mit ganz anderen Mitteln. Die Destillation und die fraktionierte Kristallisierung wurden auf eine bis heute ungeahnte Vollkommenheit getrieben. So kann man die sicherste Charakterisierung der verschiedenen gesättigten Kohlenwasserstoffe, welche die Theorie vorausgesehen hatte, erhalten.

Um komplizierte physikalische Trennungen zu vermeiden, haben verschiedene Forscher die optischen Eigenschaften in Betracht gezogen. Diese können um so aufschlußreicher sein, je weiter die Gemische durch fraktionierte Destillation getrennt worden sind.

Wir werden den Brechungsindex erwähnen, oder genauer die Formel von A. Lorenz und L. Lorenz  $\frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d}$  als Funktion der mittleren Molekularmasse der Fraktion, von welcher wir noch bei den Schmierölen sprechen werden. Wir werden ebenfalls den Dispersionskoeffizienten der Brechung als Funktion der Wellenlänge erwähnen, welcher für die aromatischen Kohlenwasserstoffe einen höheren Wert hat als für die anderen Kohlenwasserstoffe.

Das Gebiet, welches mir am interessantesten erscheint, ist das der spektralen Eigenschaften. Es ist bekannt, daß, wenn man einen Kohlenwasserstoff mit weißem Lichte beleuchtet, die Moleküle desselben Licht mit bestimmten Vibrationsfrequenzen teilweise absorbieren. Die Bestimmung dieser Frequenzen erlaubt uns, die Struktur der Kohlenwasserstoffe zu erkennen. Für die Bestandteile des Erdöls gibt es keine Absorptionsbanden im sichtbaren Teile des Spektrums; die gesättigten Kohlenwasserstoffe zeigen dieselben nur im Infrarot (Abb. 3).

Spektre des carbures saturés de C<sup>6</sup>6000 à C<sup>9</sup>3500

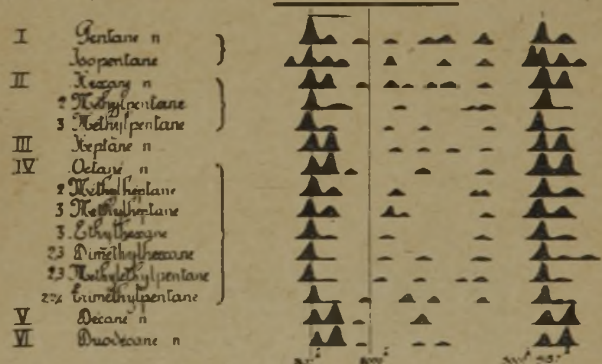


Abb. 3: Dieses Bild aus einer Arbeit von Aubert zeigt die Spektren im Infrarot einer Anzahl von Kohlenwasserstoffen. Die Verwandtschaft dieser Spektren wird uns einerseits durch das Band 4472, andererseits durch das Band 9157 gezeigt.

Forschungen dieser Art wurden in Frankreich von Aubert und seinen Mitarbeitern J. Lecomte und P. Lambert ausgeführt. Die Arbeitsmethoden werden durch die Unempfindlichkeit der photographischen Platten für die infraroten Strahlungen und ihrer Absorption durch das Glas erschwert. Für die Beobachtungen im nahen Infrarot bis zu 3  $\mu$  benötigt man Quarz als Prismensubstanz und Steinsalz für das interessanteste Gebiet, welches von 3  $\mu$  bis 16  $\mu$  reicht.

Das Spektrum des ausgesandten Lichtes wird mit Hilfe eines photoelektrischen Elements erforscht und sofort graphisch als Kurve, welche die Intensität der Energie als Funktion der Wellenlänge angibt, festgelegt. Will man diese Spezialapparatur vermeiden und einen ge-

wöhnlichen Spektrographen für sichtbares Licht mit photographischer Registrierung verwenden, so kann man den Raman-Effekt (Abb. 4/5), welcher in Frankreich von A n d a n t für Kohlenwasserstoffe erforscht wurde, benützen.

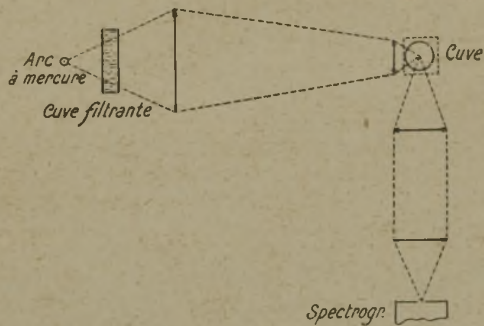


Abb. 4: Das Prinzip der Bestimmung eines Raman-Spektrums:

- die Quecksilberlampe;
- das Filtergefäß, welches nur monochromatische Strahlungen durchläßt;
- Verdichtung des Lichtes in dem Gefäß, in welchem sich das zu untersuchende Muster befindet;
- Spektrophotographie in senkrechter Richtung aufgenommen.

(Aus einer Arbeit von Aubert.)

Man richtet auf eine durchsichtige und nicht fluoreszierende Flüssigkeit ein sehr starkes monochromatisches Lichtbündel und photographiert nach langer Belichtungszeit das Spektrum des diffundierten Lichtes senkrecht zur Richtung des Einfallswinkels. Auf der Photographie sieht man außer der tief-schwarzen Exzitationslinie eine gewisse Anzahl schmaler oder breiter Linien, mit scharfen oder unscharfen Rändern, die gewöhnlich von äußerst schwacher Intensität sind. Bezeichnen wir mit  $N_0$  die Frequenz der Exzitationslinie, so sind die Frequenzen dieser Linien  $N_0 \pm n_1$ ,  $N_0 \pm n_2$  und so weiter.  $n_1$  und  $n_2$  sind von der Exzitationsfrequenz von  $N_0$  unabhängige Größen und hängen nur von den eigenen Vibrationsfrequenzen der Moleküle in der untersuchten Flüssigkeit ab. Es sind die sogenannten Ramanfrequenzen für die beobachtete durchsichtige Flüssigkeit und stehen in sehr enger Beziehung mit den Frequenzen im Infrarot.

Diese Arbeitstechnik ist sehr wertvoll, sei es um reine Kohlenwasserstoffe, sei es um ein Gemenge einer kleinen Anzahl von Kohlenwasserstoffen zu identifizieren,

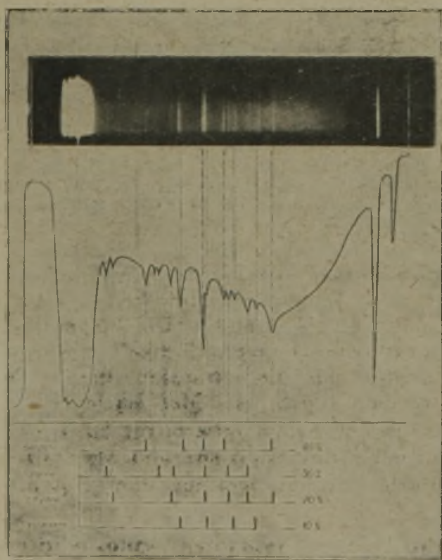


Abb. 5: Dieses Bild zeigt das Raman-Spektrum eines Gemisches aus Benzol, Toluol, Xylol und Cyclohexane und seine photometrische Untersuchung mit dem Zweck, die Intensität der Banden und die Menge der einzelnen Konstituenten festzustellen. (Aus der Arbeit von Aubert.)

besonders in den Fällen, in welchen die chemische Analyse versagt.

Die Einführung der Krackbenzine stellte eine neue Phase in der Erforschung des Problems der chemischen Struktur. Ursprünglich bezweckte das Kracken, die Gasöle und Destillationsrückstände durch eine schonende Pyrogenation zu behandeln, um Produkte von gleichen Siedegrenzen wie die Destillationsbenzine zu erhalten. Man erkannte schnell, daß die chemische Zusammensetzung eine andere war als die der Normalbenzine. Die Krackbenzine hatten zwar einen unangenehmen Geruch, schieden bei der Lagerung Harze ab, aber ihre Klopfendenz war geringer. Diese Treibstoffe enthielten eine ziemliche Menge von Kohlenwasserstoffen mit Doppelbindungen, und aus diesem Grunde war die Analysenmethode nach S i m o n und C h a v a n n e nicht mehr anwendbar. Diese waren durch die Zerstörung langer paraffinischer Ketten entstanden. Es gibt zahlreiche Arbeiten, unter welchen ich die Arbeit von G. H u g e l und seinen Schülern erwähnen möchte, welche zeigten, daß sich bei niedriger Temperatur durch Isomerisation sehr verzweigte Paraffinkohlenwasserstoffe bilden, während bei hoher Temperatur aromatische Ringe unter Wasserstoffbildung entstehen. Diese beiden Feststellungen fanden in der Praxis eine Anwendung, indem man durch Erhitzung unter Druck bei hoher Temperatur stark klopfende Benzine in klopfeste verwandelte.

Man ersieht, daß man die Pyrogenation benützte, um die chemische Struktur der Motorenbenzine vorteilhaft zu ändern.

In den letzten Jahren hat sich die Krackindustrie erweitert, man könnte fast behaupten in einem entgegengesetzten Sinne, durch Polymerisation der ungesättigten Bestandteile des Gases, welches ein unvermeidliches Nebenprodukt der Krackbenzine darstellt. Nachdem man die geeignetste Struktur der Benzine erkannt hatte, war man besser in der Lage, sie durch Synthese aus leichteren Molekeln zu erhalten. Was die Antiklopfwirkung betrifft, so kann man zwar in ihren Wirkungen aromatische und isoparaffinische Kohlenwasserstoffe vergleichen, aber man muß den letzteren den Vorzug geben wegen der großen Empfindlichkeit für Tetraäthylblei. Benzine, welche aus einer geringen Anzahl Körpern mit geeigneter Struktur wie Isopentan und Isooktan bestehen würden, hätten ein sehr regelmäßiges Flammenregime zur Folge, und man könnte ein optimales Kompressionsverhältnis, ebenso die Ueberfettung mit ihrem günstigen Resultat in der Motorleistung der Flugzeuge und die Erhöhung der Nutzlast durch einen bestimmten Aktionsradius benützen.

In den Vereinigten Staaten und in Holland gibt es Fabriken, in denen man Isobutylene in Gegenwart von geeigneten Katalysatoren zu Oktylen polymerisiert, welches sodann durch Hydrierung in technisches Isooktan verwandelt wird. Dieses wird mit schon klopf-festen Benzinen, die schon einen Zusatz von Tetraäthylblei erhalten haben, gemischt. Auf diese Weise erhält man eine bedeutende Menge Fliegerbenzin von bester Qualität.

Das Problem der Verbrennung der Gasöle für Dieselmotore hat eine dem Benzin parallele Geschichte. Dieses wurde den Forschern aufgedrängt, als sich die spezifische Leistungsfähigkeit sowohl im Straßen- wie im Luftverkehr stellte. Man konstruierte schnellaufende Motore, in denen die Schnelligkeit der Verbrennung im Hinblick auf die hohe Umdrehungszahl nicht vernachlässigt werden durfte.



Versuche am Motor haben uns die Schätzung der Entflammungseigenschaften für Gasöle ermöglicht. Die Destillation, die Dichte und die kritische Lösungstemperatur haben uns die nötigen Elemente für die chemische Struktur gegeben, aber in einer weniger vollkommenen Weise wie bei den Benzinen. Dieses wurde durch die zunehmende Komplexität der Moleküle bei steigendem Molekulargewichte bedingt. Es ist bekannt, daß die für ein Gasöl erwünschte chemische Struktur in diametralem Gegensatz zu den Anforderungen an ein Motorenbenzin steht. Diese Tatsache wurde durch Dumanois in suggestiver Art bewiesen dadurch, daß er feststellte, daß die besten Dieseltreibstoffe am meisten die Antiklopfeigenschaften der Benzine, denen sie zugesetzt wurden, herabsetzen.

### Schmieröle

Das Problem der Schmieröle ist noch viel komplexer. Seit man Öle aus verschiedenen Rohölen besitzt, weiß man, daß dieselben nicht die gleichen Verbrauchseigenschaften besitzen. Man ist weder in der Lage, diese Eigenschaften genau zu definieren, noch kennt man genau den Sitz der physiko-chemischen Eigenschaften. Man wußte zum Beispiel, daß die russischen, pennsylvanischen und die Texasöle nicht für die gleichen Zwecke passen.

Ich will nicht eine Historik all dieser Fragen entwickeln, nur einige Leitideen, die zu unseren jetzigen Kenntnissen geführt haben, möchte ich erwähnen. Allerdings sind sie noch sehr unvollkommen, aber doch schon von großem Nutzen.

Das wichtige Phänomen der Schlüpfrigkeit werden wir übergehen, denn es scheint für Mineralöle von der Gegenwart einer geringen Anzahl von großen Molekülen abzuhängen, ohne daß die chemische Struktur beeinflusst wird.

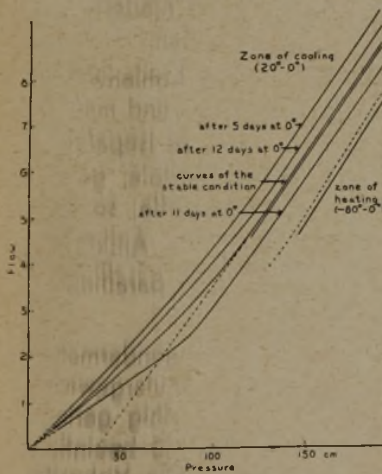
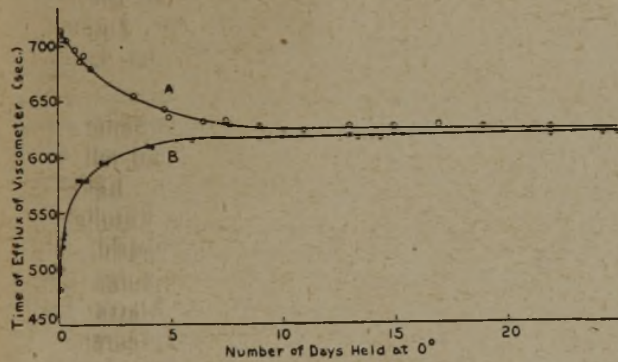


Abb. 6a u. b: Diese Bilder zeigen die Evolution der Viskosität in Funktion der Zeit für pseudoplastische Öle.

(Aus einer Arbeit von M. Louis.)

Unter den Verbrauchseigenschaften werden wir diejenigen besprechen, die bei der Charakterisierung der Öle eine große Rolle spielen:

1. die Viskosität-temperaturkurve;
2. die Erstarrungseigenschaften;
3. die Vorgänge der Alterungserscheinungen.

Die Bedeutung der Viskosität-temperaturfunktion ist be-

kannt, ebenso die Mittel, sie zahlenmäßig anzugeben: der Viskositätsindex nach Dean und Davis, die Polhöhe nach Walther.

Die Einwirkung der Kälte auf Öle, möge dieselbe durch einfache Beobachtung oder durch die Aenderung der Viskosität oder durch die Bestimmung der mechanischen Eigenschaften (Fließpunkt) geschehen, hat das Vorhandensein einer ganzen Reihe von Körpern gezeigt, die teils zur Kristallisation fähig sind, teils eine Art Verglasung erfahren, teils eine langsame Evolution erleiden (Aenderung des Schmelzpunktes, Pseudoplastizität, Abb. 6a und 6b).

Die Alterung durch Oxydation bei Temperaturen um  $100^{\circ}$  zeigt, daß sich als Folgeerscheinung der Absorption einer relativ geringen Menge Sauerstoffs im Öle unlösliche Niederschläge bilden oder daß sich eine große Menge Sauerstoff kombiniert, um teils flüchtige, teils öllösliche

Produkte, teils Harzstoffe zu erzeugen (Abb. 7a und 7b). Die Alterung infolge brutaler Pyrogenation bei Temperaturen um  $400^{\circ}$  und darüber gibt uns einen mehr oder minder bedeutenden kohligen Rückstand, dessen physikalische Eigenschaften eine größere Rolle zu spielen scheinen, als bis jetzt angenommen wurde.

Die Einwirkung der schwefligen Säure, welche so gute Resultate bei der Raffination des Leuchtöles gegeben hatte, wurde auch für Schmiermittel verwandt. Man glaubte zunächst, auf diese Weise die korrosiven und leicht alternden Schwefelverbindungen entfernen zu können. Aber das Prinzip dieser Raffinationsmethode gab den Ansporn zu einer Reihe von Forschungsarbeiten, die zur Anwendung von Lösungsmitteln wie Phenol, Furfurol, Chlorex und so weiter führen. Man wollte eine Selektionierung der Kohlenwasserstoffgruppen der Öle, auf Grund ihrer verschiedenen Löslichkeit, herbeiführen. Wegen der komplizierten Struktur dieser Moleküle kann man nur die extremen Typen unterscheiden, und so kam es, daß man infolge Extrapolation der Löslichkeitseigenschaften

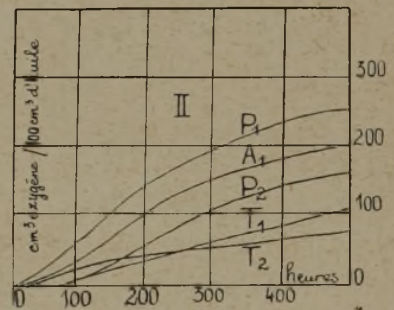
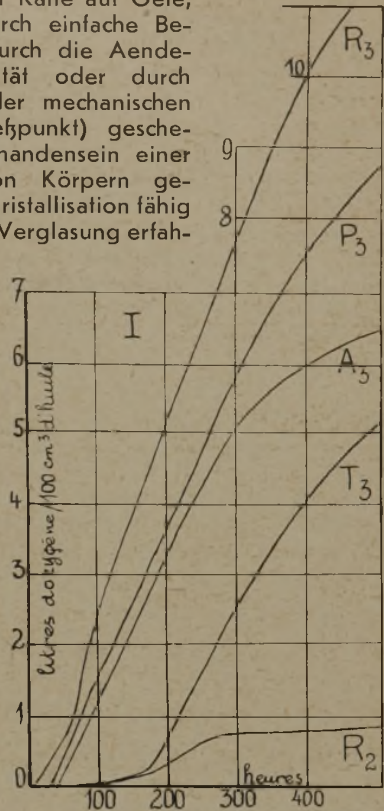


Abb. 7a u. b: Diese Bilder zeigen die Versuche von Muller über die Sauerstoffabsorption dreier Transformatoröle von verschiedenem Raffinationsgrad. Die zwei Extremzustände zeigen die typische Alterung der sogenannten aromatischen und der sogenannten paraffinischen Klasse.

der niederen Kohlenwasserstoffe, heute geläufig von zwei typischen Klassen spricht, und zwar von der aromatisch-naphthenischen und von der paraffinischen.

1. Die aromatisch-naphthenische Klasse. Die Oele dieser Gruppe sind in den obengenannten Lösungsmitteln löslich; die Viskosität ändert sich stark mit der Temperatur; der Kälte ausgesetzt erleiden sie eine Art Verglasung; während der Verwendung bei mäßiger Temperatur entstehen bedeutende Mengen Schlamm; durch Pyrogenation geben sie eine verhältnismäßig geringe Menge Kohlenrückstand.

2. Die paraffinische Klasse. Die Oele dieser Gruppe sind in den obengenannten Lösungsmitteln wenig löslich; die Viskosität ändert sich weniger schnell mit der Temperatur; der Kälte ausgesetzt kristallisieren sie, enthalten oft pseudoplastische Körper in der Nähe des Trübungspunktes; geben durch Oxydation flüchtige und lösliche Körper, aber wenig Schlamm; zeigen bei der Pyrogenation einen bedeutenden Kohlenrückstand.

Alle diese technischen Eigenschaften können nicht immer mit Leichtigkeit in der Laboratoriumspraxis der Oele und für die Kenntnis ihrer Evolution unter bestimmten Bedingungen benützt werden.

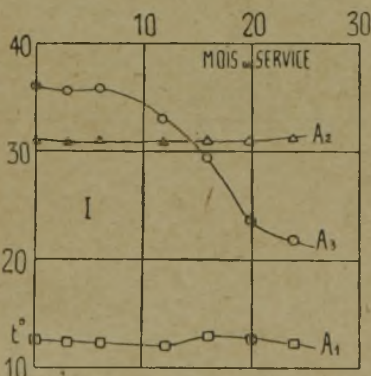
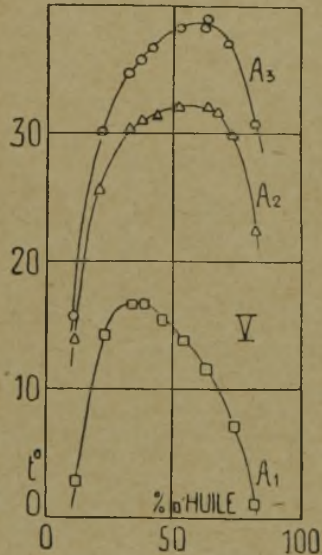


Abb. 8a u. b: Diese Darstellungen aus einer Arbeit von Vellingner und Herrenschildt zeigen:

a) die Variationen der kritischen Lösungstemperaturen in Azeton für drei Raffinationsgrade des gleichen Oeles;

b) die Bestimmung dieser kritischen Lösungstemperatur in Funktion der Alterung während des Gebrauches.

Trotzdem die Alterung sehr fortgeschritten ist, zeigt nur das stark raffinierte Oel eine Erniedrigung der kritischen Lösungstemperatur. Dies ist ein Beweis für die in Lösung gegangenen Alterungsprodukte.

Es wäre interessant, mit ein wenig mehr Genauigkeit zu wissen, was hinter den technischen

Bezeichnungen aromatisch-naphthenisch und paraffinisch steckt. In verschiedenen Laboratorien wurden ausgedehnte Forschungsarbeiten für die Klärung dieser Frage unternommen. Ich möchte die Arbeiten von Waterman und Vlugter in Delft und diejenigen der National-Hochschule für Erdölforschung in Straßburg erwähnen.

Waterman hat die Kurven des Brechungsindex nach Lorentz und das mittlere Molekulargewicht der Oele benutzt und seine Resultate durch Angabe der Anzahl Ringe pro Molekül ausgedrückt. Die von diesem Verfasser benutzten Kurven wurden mit Körpern bekannter Struktur, welche durch Synthese erhalten wurden, konstruiert. Diese

Arbeitsmethode gestattete, durch Extrapolation das mittlere Molekül eines Oeles zu bestimmen.

Die Arbeiten der National-Hochschule für Erdölforschung über dieses Thema sind sehr mannigfaltig, und ich möchte nur einige davon erwähnen.

a) Da die Raffination durch Lösungsmittel eine chemische Trennung der Kohlenwasserstoffe herbeiführt, kann man erhoffen, daß die kritische Lösungstemperatur in den gleichen Lösungsmitteln uns Aufschluß über die chemischen Komponenten geben kann. Waterman selbst hat diese Arbeitsmethode vorgeschlagen,

um die immer schwer auszuführende Molekulargewichtsbestimmung zu vermeiden.

Vellingner und seine Mitarbeiter haben mit Hilfe der kritischen Lösungstemperatur (Abb. 8a und 8b) in Azeton sowohl die chemische Raffination mit Schwefelsäure als auch das entgegengesetzte Phänomen verfolgt, das heißt die Alterung bei niedrigerer Temperatur. Sie haben bewiesen, daß nur die Oele, welche so raffiniert sind, daß sie der paraffinischen Klasse angehören, genügend Sauerstoff absorbieren. Diese Absorption beeinträchtigt die chemische Zusammensetzung, so daß man dieselbe mit der kritischen Lösungstemperatur feststellen kann.

b) Louis und seine verschiedenen Mitarbeiter haben Oele im Kathodenvakuum fraktioniert und mit einem selektiven Lösungsmittel, dem Azeton, behandelt. Gemeinsam mit Boisselet hat er die Resultate der künstlichen, gemäßigten Oxydation erforscht, indem er die gebildeten Fett- und Naphthensäuren identifizierte. Die Oele der paraffinischen Klasse geben höhere Fettsäuren und niedrigere Naphthensäuren, während die Oele der aromatischen Klasse niedere Fettsäuren und höhere Naphthensäuren bilden.

c) G. Hugel und seine Schüler haben Kohlenwasserstoffe verschiedenen Molekulargewichtes und mannigfaltiger chemischer Struktur dargestellt: so Isoparaffine durch Polymerisation ungesättigter Alkohole, gefolgt von einer Umsetzung in Kohlenwasserstoffe; so Kohlenwasserstoffe mit Benzol-, Naphthalin-, Anthrazen- und so weiter, in welchen er paraffinische Ketten wachsender Länge einführte.

Man kann seine Schlußfolgerungen folgendermaßen zusammenfassen: bei gleichem Molekulargewichte haben die Isoparaffine eine verhältnismäßig geringe Viskosität, die von der Temperatur wenig beeinflusst wird, während die aromatischen Kerne die Viskosität erhöhen, aber sehr temperaturempfindlich sind.

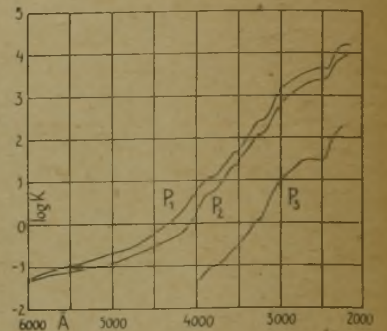
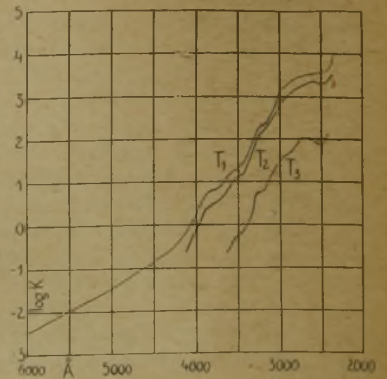


Abb. 9 u. 10: Diese Darstellungen zeigen die Absorptionsspektren von Oelen aus Texas und aus Pennsylvania. Die gleiche Stellung der Banden ist auffällig.

(Aus einer Arbeit von Vellingner und Klinkenberg.)

d) Vellingner und Klinkenberg haben Oele verschiedenen Ursprungs durch Spektrographie im Ultraviolett untersucht (Abb. 9 und 10). Sie gedachten diese Technik für die Untersuchung der durch Oxydation gealterten Oele zu benutzen. Dieser Versuch war nicht von Erfolg in dieser Richtung gekrönt; aber es zeigte sich von einem ganz unerwarteten Gesichtspunkt, daß Oele verschiedenen Ursprungs und verschiedener technischer Eigenschaften ähnliche Absorptionsspektren, welche die gleichen Banden für die gleichen Wellenlängen zeigten, besaßen. Selbst die pennsylvanischen Oele, die der paraffinischen Klasse angehören, zeigten Absorptionskoeffizienten, die nur durch die Gegenwart von mindestens 30% aromatischen Ringen erklärt werden können. Ein ähnliches Resultat war von Waterman durch seine Arbeitsmethode gefunden worden.

Aus dem Gesagten muß man den Schluß ziehen, daß alle natürlichen Mineralöle aromatische Moleküle mit mehr oder weniger langen paraffinischen Seitenketten, welche die aromatischen Kerne fast vollkommen bei einer oberflächlichen Untersuchung verdecken, enthalten.

Diese Resultate wurden durch die neuerdings veröffentlichten Arbeiten Pilats bestätigt, und wir wissen, welcher großen und erfolgreichen Anteil J. v. n.

Braun an dem ausgedehnten Gebiet der Petroleumchemie hat.

#### Petroleumpeche

Das Problem der Petroleumpeche ist im Vergleich zu demjenigen der Schmieröle ebenso komplex wie dasjenige der Schmieröle im Vergleich zu demjenigen der Benzine. Auch hier scheint eine ähnliche Evolution stattgefunden zu haben.

Wenn man die Peche mit verschiedenen Lösungsmitteln behandelt, so kann man technische Produkte: Asphalte, Harzstoffe, ölige Anteile trennen. Dieselben spielen die gleiche Rolle wie die Körper, welche wir aromatische — und paraffinische Oele genannt haben. Es scheint, daß wir in einer nahen Zukunft, genau wie wir es bei den Schmierölen getan, die Hauptschwierigkeiten in der Erforschung der chemischen Struktur werden beseitigen können.

Zum Schluß möchte ich mir erlauben, die Hoffnung auszusprechen und den Wunsch zu hegen, daß die Männer der Wissenschaft und die Ingenieure aller Länder in gemeinsamer Arbeit unsere Kenntnisse auf diesem Gebiet erweitern möchten und so der Mensch kraft einer besseren Kontrolle zum Beherrscher der Naturkräfte werden kann.

## Flußlandschaft und Technik in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft

Generalinspektor Dr. Todt hat bereits im Februarheft der „Deutschen Technik“ nochmals nachdrücklich auf die große Verantwortung hingewiesen, über die wir uns bei wasserbaulichen Maßnahmen klar sein müssen.

Einen sehr aufschlußreichen Beitrag zur Bedeutung der Wasserwirtschaft bringt nunmehr die „Deutsche Technik“ in ihrem Juliheft. Dipl.-Ing. F. Hautum berichtet über „Flußbau und Landeskultur im mittleren Maintal“. Man könnte diesem Artikel die Ueberschrift geben „Tragödie eines Flusses“, wenn der Verfasser am Schlusse nicht doch einen tröstlicheren Ausgang der wasserbaulichen Maßnahmen zum mindesten in Aussicht stellen könnte.

Die Folgen des früheren Wasserbaues und die in Aussicht gestellten Folgen künftigen Wasserbaues sind über den Einzelfall hinaus von so grundsätzlicher Bedeutung, daß sie überall Beachtung finden müssen. Wir geben deshalb nachfolgend einige uns besonders wichtig erscheinende Abschnitte dieses Aufsatzes im Auszug wieder:

„Es läßt sich nun aus gewissen Ueberbleibseln der einstigen Talbodenvegetation und aus den kleinen, noch überlieferten Auenwaldresten nachweisen, daß der Boden des Maintales etwa bis zum Mittelalter von Eichen-Ulmen-Wäldern bedeckt war. Entlang den Flußufern dürrten Pappeln, Erlen und Weiden gestanden haben. Da eine fest im Boden verankerte Baumvegetation selbst in einzelnen Gruppen und erst recht in geschlossenem Verband durchaus imstande ist, den Hochwässern zu widerstehen und, was noch wichtiger ist und an jedem Bachbett beobachtet werden kann, insbesondere die Ufer verfestigt, darf man annehmen, daß der Fluß damals ein beständiges Bett besessen hat. Im Schatten der Talwälder wurde genug Feuchtigkeit für die krautige Bodenvegetation zurückgehalten, es erfolgte eine naturgemäße, stetige Nach- und Neu-

bildung von Bodenhumus, mit anderen Worten, der Eichen-Ulmen-Wald war die standortgemäße, natürliche Pflanzengesellschaft im Maintal, welche die Erhaltung des Kräftegleichgewichtes im Talboden gewährleistete.

Im Zuge der fortschreitenden Besiedlung wurden die zusammenhängenden Talwälder gerodet und der Talboden kultiviert. Aus der dichtbewachsenen, natürlichen Wildnis schuf der Mensch einen künstlich-offenen Zustand, der den Angriffen des Wassers und der unmittelbaren, im tiefen Tal sehr wirksamen Sonnenbestrahlung ausgesetzt war. Tau, Nebel und das tiefliegende Grundwasser können die Oberschicht, für die keine Neubildung mehr erfolgt, nicht mit genügender Feuchtigkeit versorgen, die Talbodenlandschaft wird zur Trockenlandschaft.

Dazu kam, daß mit der Beseitigung der Baumvegetation auch die Hochufer ihres inneren Haltes beraubt wurden und dem Ansturm der Hochwässer nicht mehr standhalten konnten. Uferabbrüche, Bettverlagerungen, Durchbrüche an den Wurzeln der Flußschleifen, schließlich ein Hin- und Herpendeln der Flußrinne im ganzen Bereich des Talbodens, zurückgelassene Altarme, Tümpel und vom Fluß abgeschnittene Weiher waren die Folge des gestörten Gleichgewichtes der Tallandschaft und beeinträchtigten zu den ohnedies mäßigen Voraussetzungen die Talwirtschaft in erheblichem Maße.

Es ist daher begreiflich, daß zunächst der Wunsch auftauchte, das Flußbett durch geeignete flußbauliche Regulierungsmaßnahmen festzulegen. Die Regulierung wurde in großem Maßstab etwa von 1825 ab durchgeführt, und zwar als weitgehende Begradigung der Flußwindungen mittels künstlicher Durchstiche und als Versteinung des Flußbettes. Die Versteinung bestand im Einbau von Quer- und Längswerken.

Die Begradigung des Flußlaufes, damals als flußbauliches Allheilmittel angesehen, brachte in den breiten Ebenen des oberen Talabschnittes eine Laufverkürzung um 25%, stellenweise auf 50% der ursprünglichen Länge und damit eine wesentliche Steigerung des Flußgefälles, d. h. eine weitere Störung des Kräfteausgleichs. Es ist dabei bezeichnend, daß eine Reihe von Durchstichen zur Gewinnung von Dammaterial für den gleichzeitigen Eisenbahnbau betrieben wurden. Da die Ufer versteint und die künstlichen Uferbefestigungen nunmehr ständig unterhalten wurden, begann der Ueberschuß an wasserkräftlicher Energie an der Sohle zu wühlen, so daß steinerner Grundschwellen eingebaut und unausgeglichenen Strecken eben als ständig schwache Stellen hingenommen werden mußten.

In einer Zusammenstellung der wichtigsten Daten zeigt Hautum, daß die Talbodenbreite und das Talbodengefälle von oben nach unten erheblich abnehmen, während das ursprüngliche Gefälle vor den im 19. Jahrhundert durchgeführten flußbaulichen Maßnahmen annähernd gleichmäßig bei 0,35% gelegen hat. Dieses Gefälle betrachtet Hautum als dem Ausgleich zwischen Wasserkraft und Talbodenbeschaffenheit entsprechend.

Als gegen Ende des 19. Jahrhunderts die Mainschiffahrt unter dem Uebergewicht der Eisenbahn zu erliegen drohte und dringend der Förderung bedurfte, mußte man sich dazu entschließen, durch wohlüberlegtes Ausbaggern einer Fahrrinne und durch Einbau weiterer Buhnen und Leitwerke das klägliche Niederwasser in einer auch während des Sommers brauchbaren Fahrrinne zusammenzufassen. Die Belange der Landeskultur im Talboden traten also hinter denen der zwar traditionellen, aber nicht eben bedeutenden Schifffahrt zurück. Das Maintal blieb eine Trockenlandschaft.

Jedoch in Wahrheit stehen Flußkanalisierung und Talwirtschaft überhaupt nicht gegensätzlich zueinander. In erster Linie hebt der Aufstau des Flusses zu Haltungen, die auf wenigstens  $\frac{1}{3}$  ihrer jeweiligen Länge die ganze Flußrinne ausfüllen, die Regulierungsbauten überdecken und neue Uferregionen schaffen, gleichzeitig den Grundwasserspiegel im Talboden auf eine für die Bodenvegetation wesentlich günstigere Höhe. Das bedeutet nach roher Schätzung für den dritten Teil der Talbodenfläche eine wesentliche Verbesserung der Bodendurchfeuchtung."

Für die Verbleibung der Trockenwiesen unterhalb der Wehranlagen scheint die Bewässerung aus dem gestauten Fluß, der keine Wassernot kennt, möglich. Zwar stellt die Wasserabgabe eine nicht eben einfache und nur in mühevoller Kleinarbeit nach örtlichen Verhältnissen zu lösende Aufgabe dar. Auch geht der Wasserbedarf für die Bewässerung der Krafftausnutzung verloren. Er wird aber nur auf 0,5% bis 0,75% der gesamten wasserkräftlich nutzbaren Wassermenge geschätzt und erscheint somit durchaus tragbar. Hautum schließt seinen Aufsatz mit folgendem Ausblick:

„Man wird dann sagen können, daß im landeskulturellen Rahmen die Kanalisierung als letzte Konsequenz der bisherigen Eingriffe in das Maintal erscheint. Mit der Rodung der Talwälder war die reine, in sich geschlossene Naturlandschaft beseitigt; an ihre Stelle trat eine nicht standortbedingte Wiesenwirtschaft. Das Gleichgewicht im Flußtal war gestört, künstliche Maßnahmen am Fluß selbst die notwendige Folge. Das letzte Glied dieser fortgesetzten Zivilisierung des Flusses, die Kanalisierung, eröffnet zugleich die Aussicht auf eine intensive Talbewirtschaftung; erst dann

kann von einer geordneten Kulturlandschaft im Maintal gesprochen werden.

Das Maintal und vor allem der hier behandelte Talboden ist gewiß nur ein kleiner Ausschnitt aus der deutschen Landkarte und die Geschichte des Flußbaues am Main nur ein bescheidenes Kapitel in der Chronik des deutschen Wasserbaues. Aber im kleinen wie im großen gilt, daß nur geeinte, auf ein Gesamtziel gerichtete Bestrebungen imstande sind, den natürlichen Organismus der freien Landschaft in die geschlossene Organisation einer gesunden Kulturlandschaft umzuformen. Fehler, Unterlassungen und einseitige Maßnahmen rächen sich im Flußtal rascher und eindeutiger als in der offenen Landschaft. Dabei sind die landeskulturellen Fragen freilich nur Teilprobleme neben den siedlungstechnischen Problemen, den Verkehrs- und energiewirtschaftlichen Maßnahmen, den Fischerei- und Jagdbelangen und schließlich der landschaftlichen Gestaltung, die alle Gliederungen einer übergeordneten, wasserwirtschaftlichen Ordnung darstellen sollten.

Man kann nicht von einer Stelle, die mit einer Teilaufgabe betraut ist und dafür einen meist knapp bemessenen Etat erhält, die Verbesserung aller Mißstände und die Behebung aller vorhandenen Schwierigkeiten, bisherigen Unterlassungen usw. verlangen. Sie wird, wenn sie ihre Aufgabe auch noch so geschickt anpackt, auf den guten Willen, das Verständnis und nicht zuletzt auf die wirtschaftlich ebenso eng begrenzten Möglichkeiten der neben ihr an anderen Teilaufgaben arbeitenden Stellen angewiesen sein. Auf diese Weise können schwerlich Gesamtlösungen zustande kommen. Gerade im Flußbau muß jede Maßnahme von einer übergeordneten Basis aus im Gesamtplan der Talwirtschaft abgewogen, eingeordnet und abgegrenzt werden. Wasserwirtschaft im Flußtal ist daher im besonderen Maße eine Organisations- und Führungsfrage."

## Uebergang der Zeitschrift „Deutsche Wasserwirtschaft“ in den Verlag der Deutschen Technik G. m. b. H., München

Die Zeitschrift „Deutsche Wasserwirtschaft“ wird künftig herausgegeben im Auftrage des Leiters des Hauptamtes für Technik der NSDAP., Professor Dr.-Ing. Fritz Todt, und zwar vom Reichsverband der deutschen Wasserwirtschaft, dessen Organ die Zeitschrift auch bisher war.

Die Schriftleitung hat Oberbaurat Dr. Marquardt (München) übernommen. Im Zusammenhang mit dieser engeren Bindung an das Hauptamt für Technik ist die Zeitschrift übergegangen in den Besitz des neugegründeten „Verlags der Deutschen Technik G. m. b. H., München“, eines parteiamtlichen Verlages, dessen Anteile der NS.-Bund Deutscher Technik besitzt.

Die Zeitschrift „Deutsche Wasserwirtschaft“ wird künftig alle Interessentengruppen auf übergeordnete Lösungen ausrichten, die der Einheit jeden Flußlaufes von der Quelle bis zur Mündung Rechnung tragen. Auf diese Weise werden durch den sich daraus ergebenden naturverbundenen Wasserbau und die naturverbundene Wasserwirtschaft nicht nur die Schäden, die die Arbeit der letzten Generation kennzeichnen, vermieden, es wird dadurch auch der Wasserbau zur Verschönerung unserer Landschaft beitragen.

# Neuzugänge der Bücherei des Hauses der Technik

- Ackermann, Georg:** Wärmeübergang und molekulare Stoffübertragung im gleichen Feld bei großen Temperatur- und Partialdruckdifferenzen. — Gnam, Erich: Tropfenkondensation von Wasserdampf. Berlin 1937. VDI-Verlag. 31 S. mit 29 Abb. 4<sup>o</sup> (Forschungsheft. 382). [A 4120]
- Anhaltzahlen** für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken. Hrsg. von der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute. 3. Aufl. Düsseldorf 1931. Verlag Stahl Eisen. XVII, 119 S. mit 51 Abb. u. 5 Taf. 4<sup>o</sup> [A 4044]
- [Arbeitsmappe]** Wärmetechnische Arbeitsmappe. Gesammelte Arbeitsblätter aus den letzten Jahrgängen von: Archiv für Wärmewirtschaft und Dampfkesselwesen. 4. Aufl. Berlin 1937. VDI-Verlag. II S. u. 88 Bl. 4<sup>o</sup> [GA 4045]
- Aufhäuser, David:** Brennstoff und Verbrennung. 2 T. in 1 Bd. Berlin 1926—1928. J. Springer. 8<sup>o</sup> [G 4001]
- T. 1. Brennstoff. 1926. V, 116 S. mit 16 Abb.  
T. 2. Verbrennung. 1928. II, 107 S. mit 13 Abb.
- [Auskunftsbuch]** Technisches Auskunftsbuch. Begründet von Hubert Joly. Jg. 43 (1938). Kleinwittenberg (Elbe) 1937. Joly Auskunftsverlag. II, 1197, 303, 56, XL S. 8<sup>o</sup> [J 2]
- Bähr, Hugo:** Hilfsbuch für Wärmetechniker. Ein Lehr- und Nachschlagebuch der technischen Wärmemechanik. Leipzig 1922. M. Schäfer. VII, 299 S. mit 78 Abb. u. 3 Taf. 4<sup>o</sup> [A 4046]
- Bailleul, Gustav, Willi Herbert und Erwin Reismann:** Aktive Kohle und ihre Verwendung in der chemischen Industrie. 2. Aufl. Stuttgart 1937. F. Enke. III, 114 S. mit 38 Abb. 8<sup>o</sup> [4052]
- Baustoffprüfung** für den Betonstraßenbau. Raumgewichtsbestimmung und Siebkurven von Zuschlägen. Abbindezeitbestimmung von Zement. Hrsg. vom Deutschen Zementbund. Berlin 1937. Zementverlag. 50 Bl. mit Abb. 4<sup>o</sup> [A 4115]
- Benfey, Gustav:** Der Tunnelofen und seine Anwendung in der Ziegelindustrie. Leipzig 1927. M. Jänecke. 35 S. mit 18 Abb. 8<sup>o</sup> [4002]
- Benz, Karl:** Lebensfahrt eines deutschen Erfinders. Die Erfindung des Automobils. Erinnerungen eines Achtzigjährigen. Leipzig 1937. Koehler & Amelang. 191 S. mit 39 Abb. im Text u. auf Taf. 8<sup>o</sup> [4053]
- Benzel, Max:** Grundbau. 6. Aufl. Leipzig 1937. B. G. Teubner. VI, 172 S. mit 213 Abb. 8<sup>o</sup> [4054]
- [Bergbaujahrbuch]** Deutsches Bergbaujahrbuch. Jahr- und Anschriftenbuch der deutschen Steinkohlen-, Braunkohlen-, Kali- und Erzindustrie usw. Hrsg. vom Deutschen Braunkohlenindustrieverein. Jg. 29 (1938). Halle (Saale) 1938. W. Knapp. XXXVII, 381 S. 8<sup>o</sup> [J 1]
- Bethke, Rudolf:** Wie schütze ich meinen Betrieb vor Feuerschaden? 3. Aufl. München 1937. Feuerschutzverlag P. L. Jung. 368 S. 8<sup>o</sup> [4055]
- Betonstraßenbau** in Deutschland. Hrsg. vom Deutschen Zementbund. Ausg. 1937. Berlin 1937. Zementverlag. 80 S. mit Abb. u. 32 Taf. 8<sup>o</sup> [4136]
- Beyschlag, Franz, Paul Krusch und Johan Herman Lie Vogt:** Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine nach Form, Inhalt und Entstehung dargestellt. Bd. 3. Kohle, Salz, Erdöl. Hrsg. von Paul Krusch. T. 1 und 2. Stuttgart 1937—1938. F. Enke. 8<sup>o</sup> [3916]
- T. 1. Götthan, Walter: Kohle. 1937. XV, 432 S. mit 171 Abb. u. 3 Taf.  
T. 2. Fulda, Ernst: Steinsalz und Kalisalze. 1938. XII, 240 S. mit 94 Abb.
- Blacher, Karl:** Vom Laboratoriumspraktikum zur praktischen Wärmetechnik. Eine Art Lehrbuch für technisches Experimentieren, Beobachten und Denken in der Energienutzung. Leipzig 1928. O. Spamer. 328 S. mit 89 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8<sup>o</sup> [4003]
- Block, Walter:** Messen und Wägen. Ein Lehr- und Handbuch insbesondere für Chemiker. Mit einer Einleitung: Plato, Fritz: Die historische Entwicklung der Meßkunde und des Maß- und Gewichtswesens. Leipzig 1928. O. Spamer. VIII, 339 S. mit 109 Abb. 8<sup>o</sup> [4005]
- Blum, Otto:** Städtebau. 2. Aufl. Berlin 1937. J. Springer. VIII, 244 S. mit 143 Abb. 4<sup>o</sup> [A 4116]
- Bodenbender, Hellmut Gustav:** Zellwolle, Kunstspinnfasern, ihre Herstellung, Verarbeitung, Verwendung und Wirtschaft. 2. Aufl. Berlin 1937. Chemisch-technischer Verlag Dr. Bodenbender. 680 S. mit 261 Abb. 8<sup>o</sup> [4056]
- Bosnjakovic, Franjo:** Technische Thermodynamik. 2 T. Dresden 1935—1937. T. Steinkopff. 8<sup>o</sup> [4006]
- T. 1. Nebst Aufgaben und Lösungen. 1935. XII, 202 und 16 S. mit 176 Abb. u. 3 Taf.  
T. 2. Nebst Aufgaben und Lösungen und Diagrammen. 1937. XIV, 290 u. 24 S. mit 243 Abb. u. 7 Taf.
- Brand, Julius:** Technische Untersuchungsmethoden zur Betriebsüberwachung insbesondere zur Überwachung des Dampfbetriebes. 5. Aufl. Neu hrsg. von Franz Seufert. Berlin 1926. J. Springer. X, 430 S. mit 334 Abb. u. 1 Taf. 8<sup>o</sup> [G 4007]
- Brandenburger, Kurt:** Herstellung und Verarbeitung von Kunstharzpressmassen. 2. Aufl. München 1938. J. F. Lehmann. 355 S. mit 363 Abb. 8<sup>o</sup> [4057]
- Brandenburger, Kurt:** Im Zeitalter der Kunststoffe. München 1938. J. F. Lehmann. 100 S. mit 72 Abb. 8<sup>o</sup> [3903]
- Brückner, Horst:** Gastafeln. Physikalische, thermodynamische und brenntechnische Eigenschaften der Gase und sonstigen Brennstoffe. München 1937. R. Oldenbourg. VIII, 152 S. mit 9 Abb. 8<sup>o</sup> (S.-A. aus: Handbuch der Gasindustrie. Bd 6.) [G 4008]
- Bürgel, Heinrich:** Deutsche Austauschwerkstoffe. Berlin 1937. J. Springer. VIII, 154 S. mit 84 Abb. 8<sup>o</sup> [4058]
- [Darstellung]** Gemeinfähliche Darstellung des Eisenhüttenwesens. Hrsg. vom Verein deutscher Eisenhüttenleute. 14. Aufl. Düsseldorf 1937. Verlag Stahl Eisen. X, 591 S. mit 135 Abb. 4<sup>o</sup> [A 4117]
- Diesel, Eugen:** Rudolf Diesel. Der Mensch, das Werk, das Schicksal. Hamburg 1937. Hanseatische Verlagsanstalt. 491 S. mit Abb., Faks. u. Taf. 8<sup>o</sup> [4059]
- Drews, Kurt:** Verdichtete und verflüssigte Gase. Halle (Saale) 1928. W. Knapp. III, 347 S. mit 68 Abb. 8<sup>o</sup> [G 4134]
- Eck, Bruno:** Ventilatoren. Entwurf und Betrieb der Schleuder- und Schraubengebläse. Berlin 1937. J. Springer. VII, 197 S. mit 192 Abb. 8<sup>o</sup> [4060]
- Eckert, Ernst:** Technische Strahlungsaustauschrechnungen und ihre Anwendung in der Beleuchtungstechnik und beim Wärmeaustausch. Berlin 1937. VDI-Verlag. II, 61 S. mit 63 Abb. 8<sup>o</sup> [3915]
- Egerer, Heinz:** Ingenieurmathematik. Lehrbuch der höheren Mathematik für die technischen Berufe. 2 Bde. Berlin 1913—1922. J. Springer. 8<sup>o</sup> [4061]
- Bd 1: Niedere Algebra und Analysis. Lineare Gebilde der Ebene und des Raumes in analytischer und vektorieller Behandlung. Kegelschnitte. 1913. VIII, 503 S. mit 320 Abb.  
Bd 2: Differential- und Integralrechnung. Reihen und Gleichungen. Kurvendiskussion. Elemente der Differentialgleichungen. Elemente der Theorie der Flächen und Raumkurven. Maxima und Minima. 1922. X, 713 S. mit 477 Abb.
- Eignung** von Speisewasseraufbereitungsanlagen im Dampfkesselbetrieb. Hrsg. von der Arbeitsgemeinschaft Deutscher Kraft- und Wärmeingenieure des VDI. Berlin 1937. VDI-Verlag. IV, 88 S. mit 20 Abb. 8<sup>o</sup> [4062]
- [Elektrizitätswirtschaft]** Die Elektrizitätswirtschaft im Deutschen Reich. (Die Versorgungswirtschaft im Deutschen Reich.) Hrsg. von der Wirtschaftsgruppe Elektrizitätsversorgung der Reichsgruppe Energiewirtschaft der deutschen Wirtschaft. 4. Aufl. (1937). Berlin 1938. Hoppenstedt. 652 S. 4<sup>o</sup> [A 4118]
- Energiewirtschaftsfragen.** Deutsche Gedanken zur amerikanischen Entwicklung. Hrsg. von Karl Krecke. Bearb. von A. Friedrich u. Arnold Theodor Groß. Berlin 1937. Franckh. 207 S. mit Abb. 8<sup>o</sup> [4063]
- [Erzeugung]** Die Erzeugung von Eisen und Stahl. Hrsg. vom Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen. 3. Aufl. Leipzig 1938. B. G. Teubner. 28 S. mit 8 Abb. 8<sup>o</sup> [4137]
- Finkbeiner, Hugo:** Hochleistungsgaserzeuger für Fahrzeugbetrieb und ortsfeste Kleinanlagen. Berlin 1937. J. Springer. II, 99 S. mit 63 Abb. 8<sup>o</sup> [4064]
- Fischer, Ferdinand:** Chemisch-technologisches Rechnen. 3. Aufl. Bearb. von Fritz Otto Hartner. Leipzig 1920. O. Spamer. 153 S. mit 2 Abb. 8<sup>o</sup> [4009]
- Föppl, Otto:** Dämpfungsfähigkeit der Werkstoffe, Oberflächendrücken, Resonanz-Schwingungsdämpfer für Kurbelwellen. Braunschweig 1937. F. Vieweg. 58 S. mit 19 Abb. 8<sup>o</sup> [4065]

- Fürth**, Arthur: Die Leuchtgasindustrie. Berlin 1925. W. de Gruyter. 132 S. mit 50 Abb. 8° [4010]
- Giefereitassenbuch**. Jg. 12 (1938). Berlin 1937. O. Elsner. 438 Text- u. Reklame-S. mit Abb. 8° [J 4]
- Goebel**, Otto: Das Wirtschaftsganze im Blickfeld des Ingenieurs. Eine Einführung in die Volkswirtschaft. Berlin 1937. J. Springer. V, 111 S. 8° [3914]
- Graf**, Otto, u. Fritz Weisse: Über die Prüfung des Betons in Betonstraßen durch Ermittlung der Druckfestigkeit von Würfeln und Bohrproben. Berlin 1938. Volk und Reich Verlag. 31 S. mit 32 Abb. u. 2 Taf. 8° [4138]
- Gramberg**, Anton: Maschinentechnisches Versuchswesen. 2 Bde. Berlin 1924—1933. J. Springer. 8° [G 4011]
- Bd. 1: Technische Messungen bei Maschinenuntersuchungen und zur Betriebskontrolle. 6. Aufl. 1933. XV, 488 S. mit 395 Abb.
- Bd. 2: Maschinenuntersuchungen und das Verhalten der Maschinen im Betriebe. 3. Aufl. 1924. XVIII, 601 S. mit 327 Abb. im Text u. auf 2 Taf.
- Gröber**, Heinrich, u. Siegmund Erk: Die Grundgesetze der Wärmeübertragung. Zugleich 2. Aufl. des Buches: Die Grundgesetze der Wärmeleitung und des Wärmeüberganges. Berlin 1933. J. Springer. XI, 259 S. mit 113 Abb. 8° [4012]
- Grütter**, Karl: Elektrizität und Bauen. Praktischer Ratgeber. U. Mitarb. von Konrad Meyer. Stuttgart 1936. Franckh. 157 S. mit über 330 Abb. 8° [4066]
- Günther**, Hanns, u. Heinz Richter: Schule des Funktechnikers. Ein Hilfsbuch für den Beruf mit besonderer Berücksichtigung der Rundfunktechnik. Bd 1. Grundlagen. Stuttgart 1937. Franckh. 267 S. mit 226 Abb. 8° [4139]
- Güntherschulze**, Adolf, u. Hans Betz: Elektrolyt-Kondensatoren. Berlin 1937. M. Krayn. II, 178 S. mit 126 Abb. 8° [3908]
- Gumz**, Wilhelm: Feuerungstechnisches Rechnen. Leipzig 1931. O. Spamer. 133 S. mit 62 Abb. 8° [4013]
- Haberland**, Gustav: Mechanik. Statik und Dynamik der festen Körper und der Flüssigkeiten und Festigkeitslehre. U. Mitw. von Fritz Haberland. 5. Aufl. Leipzig 1937. M. Jänecke. VIII, 228 S. mit 238 Abb. 8° [4068]
- Haeder**, Walter: Die Berechnung eines Fahrzeug-Dieselmotors einschl. sämtlicher Hilfsapparate. 2. Aufl. Berlin 1937. R. C. Schmidt. XI, 335 S. mit 143 Abb. u. 30 Taf. 8° [4069]
- Haeder**, Walter: Die Berechnung eines Ottomotors für Kraftwagen. 2. Aufl. von: Die Berechnung eines Automotors. Berlin 1937. R. C. Schmidt. XII, 202 S. mit 150 Abb. u. 1 Taf. 8° [4070]
- Haeder**, Walter: Die Berechnung einer Zweitakt-Dieselmachine mit luftloser Einspritzung und Nachladeverfahren einschl. sämtlicher Hilfsapparate. 2. Aufl. Berlin 1937. R. C. Schmidt. XI, 380 S. mit 200 Abb. u. 37 Taf. 8° [4071]
- Handbuch** der Gasindustrie. Hrsg. von Horst Brückner. Bd 6. Technische Gase und deren Eigenschaften. München 1937. R. Oldenbourg. IX, 146 u. 206 S. mit 85 Abb. 8° [4072]
- Hafjenteufel**, Albert: Die Kalkulations- und Fabrikationskarteiführung für Fabrik- und Großbetriebe. Münster (Westf.) 1937. A. Vollmer. 16 S. mit 6 Taf. 4° [A 3906]
- Hatschek**, Paul: Optik des Unsichtbaren. Eine Einführung in die Welt der Elektronenoptik. Stuttgart 1937. Franckh. 149 S. mit 117 Abb. 8° [4140]
- Heiligenstaedt**, Werner: Wärmetechnische Rechnungen für Bau und Betrieb von Öfen. Hrsg. von der Wärmestelle Düsseldorf des Vereins deutscher Eisenhüttenleute. Düsseldorf 1935. Verlag Stahleisen. 186 S. mit 13 Abb. 8° [G 4014]
- Heiligenstaedt**, Werner: Regeneratoren, Rekuperatoren, Winderhitzer. Die Wärmerückgewinnung in industriellen Ofenanlagen. Leipzig 1931. O. Spamer. VIII, 345 S. mit 163 Abb. 8° [G 4015]
- Henn**, Walter: Grundlagen der Wassermessung mit dem hydrometrischen Flügel. Mitteilungen aus dem Flußbaulaboratorium der Technischen Hochschule Dresden. Berlin 1937. VDI-Verlag. 22 S. mit 41 Abb. 4° (VDI-Forschungsheft. 385.) [A 4121]
- Hermann**, Hugo: Elemente der Feuerungskunde. Leipzig 1920. O. Spamer. 178 S. mit 26 Abb. 8° [4016]
- Hiedl**, Hans: Verbrauchsdiagramme von Wärmekraftanlagen. Grundlagen und Entwurfsbeispiele. Leipzig 1937. J. A. Barth. VIII, 130 S. mit 101 Abb. 8° [4074]
- Holluta**, Josef: Die Chemie und chemische Technologie des Wassers. Stuttgart 1937. F. Enke. XII, 219 S. mit 24 Abb. 8° [4075]
- Hoffmann**, Edwin: Untersuchungen über Gasbildung und Gasführung der Steinkohlen des Ruhrbezirks und deren Abhängigkeit von Inkohlungsgrad, petrographischer Gefügezusammensetzung und der Einwirkung hoher Drucke. Berlin 1936. Verlag Chemie. 12 S. mit 19 Abb. 4° [A 4122]
- Horch**, August: Ich baute Autos. Vom Schlosserlehrling zum Autoindustriellen. Berlin 1937. Schützenverlag. 348 S. mit Taf. 8° [4076]
- Hornauer**, Helmut: Spanlose Formung von Halbzeugen aus Leichtmetall-Werkstoffen auf Grund ihrer Geschmeidigkeit. München 1938. C. Hanser. 64 S. mit 36 Abb. 8° [4141]
- Hünecke**, Günter: Gestaltungskräfte der Energiewirtschaft. Leipzig 1937. F. Meiner. VII, 195 S. mit 12 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8° [4077]
- Hütte**. Taschenbuch der Stoffkunde (Stoffhütte). Hrsg. vom Akademischen Verein Hütte. 2. Aufl. Bearb. von Georg Sinner. Berlin 1937. XIX, 1008 S. mit Abb. 8° [4078]
- Jänecke**, Ernst: Kurzgefaßtes Handbuch aller Legierungen. Leipzig 1937. O. Spamer. XII, 493 S. mit über 800 Abb. 8° [4079]
- Jenkner**, Adolf: Analytische Methoden und Tabellen für die Überwachung und den Betrieb der Benzolfabrik von Kokereien und Gaswerken. Halle (Saale) 1937. W. Knapp. IV, 96 S. mit 48 Abb. 8° [4080]
- [Industrie]** Die chemische Industrie im Deutschen Reich. 9. Aufl. (1937/38). Berlin 1937. Hoppenstedt. I, 852 S. 4° [A 4123]
- Joeres**, Fritz: Die Kalkulation im Heizungsfach. Halle (Saale) 1937. C. Marhold. 56 S. 8° [3555]
- Jüptner**, Hans v.: Allgemeine Energiewirtschaft. Eine kurze Übersicht über die uns zur Verfügung stehenden Energieformen und Energiequellen. Leipzig 1927. O. Spamer. VII, 138 S. mit 22 Abb. 8° [4017]
- Jüptner**, Hans v.: Wärmetechnische Grundlagen der Industrieöfen. Eine Einführung in die Wärmelehre und gedrängte Übersicht über die verschiedenen Arten von Brennstoffen und ihre Verwertung. Leipzig 1927. O. Spamer. VIII, 260 S. mit 25 Abb. 8° [4018]
- Jürgensmeyer**, Wilhelm: Die Wälzlager. Berlin 1937. J. Springer. XIII, 498 S. mit 1207 Abb. u. 5 Taf. 4° [A 3905]
- Kalender** für das Gas- und Wasserfach. Hrsg. von dem Deutschen Verein von Gas- und Wasserfachmännern. Jg. 61 (1938), T. 1. Kalenderteil. München 1938. R. Oldenbourg. VIII, 439 S. 8° [J 5]
- Kegel**, Karl: Bergmännische Wasserwirtschaft einschl. Grundwasserkunde, Wasserversorgung und Abwässerbeseitigung. Halle (Saale) 1938. W. Knapp. VIII, 277 S. mit 189 Abb. 4° [A 4156]
- Kehse**, Walter: Die Hochspannungstechnik der Transformatoren, Isolatoren und Durchführungen. Mit einem Anhang: Olisolation, Kesselsysteme, Dreiwicklungstransformatoren, Längs- und Querregelung und sonstige Sonderausführungen. Stuttgart 1937. F. Enke. XI, 146 S. mit 146 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8° [4021]
- Kennzeichen** und Gütezeichen als Mittel der amtlichen Verwaltung der Werkstoffprüfung und -forschung; Prüfzeugnisse. Hrsg. vom Präsidenten des Staatlichen Materialprüfungsamts Berlin-Dahlem. Berlin 1937. J. Springer. 18 S. mit 26 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 4° (Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten. Sonderh. 31.) [A 4152]
- Klatte**, Hermann: Luftschutzarbeiten im Hochbau. Potsdam 1935. L. Voggenreiter. 41 S. 8° [4142]
- Knoblauch**, Oskar, u. Karl Hencky: Anleitung zu genauen technischen Temperaturmessungen. 2. Aufl. München 1926. R. Oldenbourg. XV, 174 S. mit 74 Abb. 8° [G 4022]
- Knoblauch**, Oskar, u. Werner Koch: Technisch-physikalisches Praktikum. Ausgewählte Untersuchungsmethoden der technischen Physik. Berlin 1934. J. Springer. V, 167 S. mit 104 Abb. 8° [4020]
- Koch**, H. W., u. Elisabeth Boedeker: Schwingungen im Bauwesen, bei Fahrzeugen und Maschinen, Schwingungsmessung. Bearb. für den Fachausschuß für Lärminderung beim VDI. Berlin 1936. VDI-Verlag in Komm. VI S. u. 19 Bl. 4° [A 4124]
- Kohle**, Eisen, Stahl. Ein Überblick über die Vereinigte Stahlwerke Aktiengesellschaft und ihre Betriebsgesellschaften mit Bildbericht über den Werdegang des Stahls. Düsseldorf 1937. Selbstverlag. 71 S. mit Abb. 8° [4150]

- Kosack, Emil:** Elektrische Starkstromanlagen. Maschinen, Apparate, Schaltungen, Betrieb. 8. Aufl. Berlin 1937. J. Springer. XI, 355 S. mit 318 Abb. 8<sup>0</sup> [4081]
- Kraemer, Otto:** Bau und Berechnung der Verbrennungskraftmaschinen. Berlin 1937. J. Springer. II, 174 S. mit 179 Abb. 8<sup>0</sup> [4082]
- [Kunststoffe]** Kunst- und Preshstoffe. Bearb. im Auftrage des Fachausschusses für Kunst- und Preshstoffe des VDI von der Leitung der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. H. 1 u. 2. Berlin 1937. VDI-Verlag. 4<sup>0</sup> [A 4126  
H. 1. 38 S. mit Abb. u. 1 Taf.  
H. 2. 38 S. mit Abb.]
- Laboratoriumsbuch** für Gaswerke und Gasbetriebe aller Art. T. 1. Schuster, Fritz: Untersuchung fester und flüssiger Stoffe. Halle (Saale) 1937. W. Knapp. VIII, 168 S. mit 80 Abb. 8<sup>0</sup> [4083]
- Lameck, Paul Gerhard:** Dr. Fritz Muck, der Begründer der Steinkohlenchemie im Ruhrgebiet. Ein Lebensbild zu seinem 100. Geburtstag. Witten 1937. A. Pott. III, 199 S. mit Taf. 8<sup>0</sup> [3913]
- Lehrgang** für Elektroinstallateure. Hrsg. vom Deutschen Ausschuss für Technisches Schulwesen. 3 T. Leipzig 1934—1937. B. G. Teubner. 8<sup>0</sup> [4085  
T. 1. 4. Aufl. 1934. 64 S. mit Abb.  
T. 2. 3. Aufl. 1937. 56 S. mit Abb.  
T. 3. 2. Aufl. 1937. 69 S. mit Abb.]
- Leinweber, Paul:** Toleranzen und Lehren. Berlin 1937. J. Springer. VI, 115 S. mit 134 Abb. 8<sup>0</sup> [4086]
- Leitgedanken** einer neuzeitlichen Werkstoff-Forschung. Hrsg. vom Präsidenten des Staatlichen Materialprüfungsamts Berlin-Dahlem. Berlin 1937. J. Springer. 65 S. mit 79 Abb. 4<sup>0</sup> (Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten. Sonderh. 33.) [A 4153]
- Lindner, Werner:** Entzündung und Verbrennung von Gas- und Brennstoffdampfgemischen. Berlin 1931. VDI-Verlag. VIII, 85 S. mit 35 Abb. 8<sup>0</sup> [4023]
- Litinsky, Leonid:** Messung großer Gasmengen. Anleitung zur praktischen Ermittlung großer Mengen von Gas- und Luftströmen in technischen Betrieben. Leipzig 1922. O. Spamer. XV, 274 S. mit Abb. u. 2 Taf. 8<sup>0</sup> [4024]
- Litinsky, Leonid:** Wärmewirtschaftsfragen. Leipzig 1923. O. Spamer. 194 S. mit 40 Abb. 8<sup>0</sup> [4025]
- Luckey, Paul:** Nomographie. Praktische Anleitung zum Entwerfen graphischer Rechentafeln mit durchgeführten Beispielen aus Wissenschaft und Technik. 3. Aufl. Leipzig 1937. B. G. Teubner. 108 S. mit 57 Abb. 8<sup>0</sup> [4087]
- Ludwig, Kurt:** Reduktionstabelle für Heizwert und Volumen von Gasen. 4. Aufl. München 1937. R. Oldenbourg. 16 S. 4<sup>0</sup> [A 4048]
- [Magnesium]** Werkstoff Magnesium. Nach Vorträgen der Magnesiumtagungen Berlin und Frankfurt (Main). Berlin 1938. VDI-Verlag. II, 149 S. mit 134 Abb. 8<sup>0</sup> [4147]
- Mangoldt, Hans v.:** Einführung in die höhere Mathematik. 3 Bde. Neu bearb. von Konrad Knopp. Leipzig 1931—1933. S. Hirzel. 8<sup>0</sup> [4088  
Bd 1. Zahlen. Funktionen. Grenzwerte. Analytische Geometrie. Algebra. Mengenlehre. 5. u. 6. Aufl. 1931. XV, 585 S. mit 112 Abb.  
Bd 2. Differentialrechnung. Unendliche Reihen. Elemente der Differentialgeometrie und der Funktionen-theorie. 6. Aufl. 1932. XV, 634 S. mit 108 Abb.  
Bd 3. Integralrechnung und ihre Anwendungen. Funktionen-theorie. Differentialgleichungen. 6. Aufl. 1933. XVI, 618 S. mit 103 Abb.]
- Matschoff, Konrad:** Große Ingenieure. Lebensbeschreibungen aus der Geschichte der Technik. München 1937. J. F. Lehmann. 334 S. mit 47 Abb. im Text u. auf Taf. 8<sup>0</sup> [4089]
- Maurer, Karl:** Gefesselte Flammen. 15. Aufl. Stuttgart 1926. Dieck. 80 S. mit 38 Abb. 8<sup>0</sup> [4027]
- Maurer, Karl:** Die Romantik des Messens. Zeit und Raum im Zahlenwert. 3. Aufl. Stuttgart 1932. Dieck. 80 S. mit 44 Abb. 8<sup>0</sup> [4026]
- Mayer-Sidd, Eugen:** Der Krafffahrzeugbetrieb mit heimischen Treibstoffen. Halle (Saale) 1937. C. Marhold. 126 S. mit 63 Abb. 8<sup>0</sup> [3912]
- Meller, Karl:** Taschenbuch für die Lichtbogenschweißung. 2. Aufl. Leipzig 1937. S. Hirzel. VIII, 197 S. mit 95 Abb. 8<sup>0</sup> [4090]
- Menge, Erich:** Mechanikaufgaben aus der Maschinentechnik. T. 2. Festigkeitslehre. Neu bearb. von Ernst Zimmermann. 7. Aufl. Leipzig 1938. M. Jänecke. VIII, 133 S. mit Abb. 8<sup>0</sup> [4091]
- Mengeringhausen, Max:** Heimische Werkstoffe für Warmwasserbereiter für Einzelheizung mit Kohle, Gas, Elektrizität. Berlin 1937. VDI-Verlag. I, 73 S. mit 55 Abb. 8<sup>0</sup> [4092]
- Michael, Waldemar:** Theorie der Wechselstrommaschinen in vektorieller Darstellung. Leipzig 1937. B. G. Teubner. VIII, 272 S. mit 210 Abb. 8<sup>0</sup> [4093]
- Michel, Eduard:** Handbuch der Plankostenrechnung. Berlin 1937. O. Elsner. 355 S. mit 54 Abb. 4<sup>0</sup> [A 3902]
- Michel, Eugen:** Akustik und Schallschutz im Hochbau. Berlin 1938. W. de Gruyter. 157 S. mit 69 Abb. 8<sup>0</sup> [4143]
- Morgner, Friedrich Oskar:** Die Heizerschule. Vorträge über die Bedienung und die Einrichtung von Dampfkesselanlagen und Niederdruckkesseln. 6. Aufl. Berlin 1937. J. Springer. VIII, 160 S. mit 174 Abb. 8<sup>0</sup> [4094]
- Münzinger, Friedrich:** Leichte Dampfantriebe an Land, zur See, in der Luft. Zugleich 2. Aufl. von: Die Aussichten von Zwanglaufkesseln. Berlin 1937. J. Springer. VIII, 112 S. mit 203 Abb. u. 1 Taf. 4<sup>0</sup> [A 4127]
- Nauck, Alfred:** Sammelheizungen. Berechnung und Anlage mit behördlichen Bestimmungen. 2. Aufl. Leipzig 1937. M. Jänecke. III, 198 S. mit 102 Abb. 8<sup>0</sup> [4095]
- Netz, Heinrich:** Messungen und Untersuchungen an wärmetechnischen Anlagen und Maschinen. Berlin 1933. J. Springer. IV, 205 S. mit 107 Abb. 8<sup>0</sup> [4029]
- Neuber, Heinz:** Kerbspannungslehre. Grundlagen für genaue Spannungsrechnung. Berlin 1937. J. Springer. VII, 160 S. mit 106 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8<sup>0</sup> [4096]
- Niederstrasser, Leopold:** Leitfaden für den Dampflokomotivdienst. Berlin 1935. Verkehrswissenschaftliche Lehrmittelgesellschaft. 427 S. mit 302 Abb., 5 Anhängen u. 5 Taf. 8<sup>0</sup> [4144]
- Niezoldi, Otto:** Ausgewählte chemische Untersuchungsverfahren für die Stahl- und Eisenindustrie. Berlin 1936. J. Springer. VI, 152 S. 8<sup>0</sup> [4028]
- Nimführ, Raimund:** Mechanische und technische Grundlagen des Segelfluges. 2. Aufl. Berlin 1937. R. C. Schmidt. VIII, 142 S. mit 10 Abb. 8<sup>0</sup> [4097]
- Nüll, Werner von der:** Die Kreiselradarbeitsmaschinen. Leipzig 1937. B. G. Teubner. V, 100 S. mit 133 Abb. 8<sup>0</sup> [4099]
- Ohnesorge, Otto:** Schraubdrill. Die Geschichte einer Erfindung. Berlin 1937. Verlag für Staatswissenschaften. XI, 207 S. mit 104 Abb. im Text u. auf 36 Taf. 8<sup>0</sup> [4100]
- Ostwald, Walter:** Beiträge zur graphischen Feuerungstechnik. Leipzig 1920. O. Spamer. IV, 85 S. mit 39 Abb. u. 3 Taf. 8<sup>0</sup> [4030]
- Palm, Albert:** Elektrische Meßgeräte und Meßeinrichtungen. Berlin 1937. J. Springer. IX, 231 S. mit 205 Abb. 8<sup>0</sup> [4101]
- Pattermann, Otto:** Werkzeugstähle. Kladno 1937. Selbstverlag. 496 S. mit Abb. 4<sup>0</sup> [A 4128]
- Peter, Max:** Der Fahrzeug-Dieselmotor. Sein Bau und Betrieb, seine Pflege und Reparaturen. Nebst Beilage: Albrecht, Albert H.: Oeffnungs- und Schließzeiten der Ventile sowie der Ein- und Auslaßschlitze bei Fahrzeug-Dieselmotoren. Berlin 1937. R. C. Schmidt. XVI, 376 u. 15 S. mit 337 Abb. u. 6 Taf. 8<sup>0</sup> [4102]
- Planck, Max:** Einführung in die theoretische Physik. Bd 1 und 3. Leipzig 1937. S. Hirzel. 8<sup>0</sup> [4103  
Bd 1. Einführung in die allgemeine Mechanik. 5. Aufl. VIII, 226 S. mit 43 Abb.  
Bd 3. Einführung in die Theorie der Elektrizität und des Magnetismus. 3. Aufl. VIII, 206 S. mit 12 Abb.]
- Popendicker, Paul:** Bohren, Senken, Reiben. München 1937. C. Hanser. 79 S. mit 51 Abb. 8<sup>0</sup> [4157]
- Prüfen** und Messen. Vorträge der vom Verein deutscher Ingenieure am 1. und 2. Dezember 1936 in Berlin veranstalteten Tagung. Berlin 1937. VDI-Verlag. II, 199 S. mit 482 Abb. 4<sup>0</sup> [A 4154]
- Puschmann, Gustav:** Die Grundzüge der technischen Wärmelehre. 5. Aufl. Leipzig 1935. M. Jänecke. VII, 271 S. mit 85 Abb. 8<sup>0</sup> [4031]
- Querschnitte** durch das Gebiet der Werkstoffprüfung und -forschung. Hrsg. vom Präsidenten des Staatlichen Materialprüfungsamts Berlin-Dahlem. Berlin 1937. J. Springer. 88 S. mit 132 Abb. 4<sup>0</sup> (Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten. Sonderh. 32.) [A 4129]
- Raisch, Erwin, u. Karl Schropp:** Die thermoelektrische Temperatur- und Wärmeflußmessung. München 1930. Forschungsheim für Wärmeschutz. V, 95 S. mit 39 Abb. im Text u. auf 1 Taf. 8<sup>0</sup> (Mitteilungen aus dem Forschungsheim für Wärmeschutz. H. 8.) [4032]